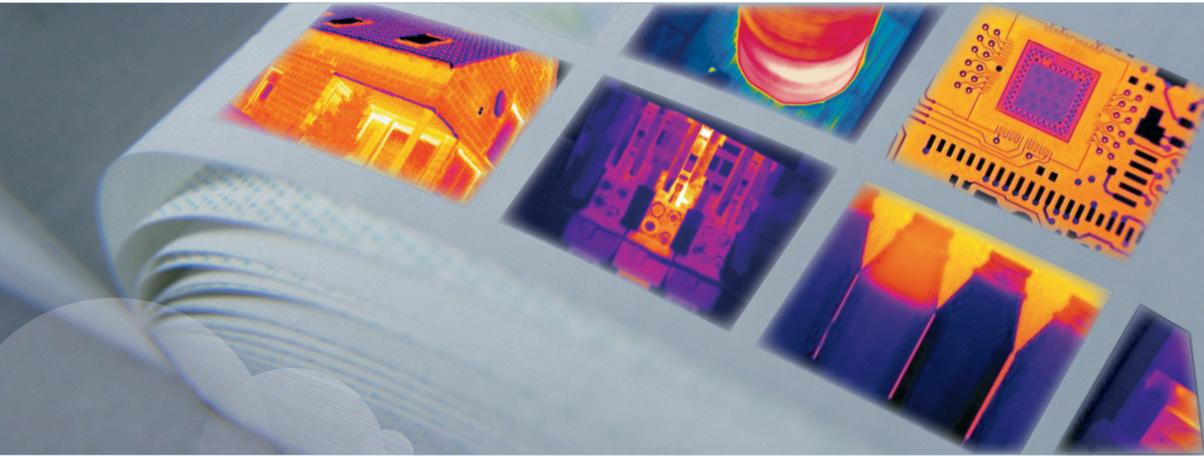




사용자 설명서



FLIR B series FLIR T series

Publ. No.	1558805
Revision	a460
Language	Korean (KO)
Issue date	July 1, 2010

사용자 설명서



법적 책임제한

FLIR Systems가 제작한 모든 제품들은 FLIR Systems의 지침에 따라 일반적인 보관, 사용 및 서비스 하에서 본 제품을 구입하여 배달된 날로부터 1년 동안 제품 및 기능의 결함에 대하여 보증을 해드립니다.

FLIR Systems에서 원구매자에게 배달한 시스템에 포함된 FLIR Systems사가 제조하지 않은 제품은 특정 제공업체의 보증만 받습니다. FLIR Systems는 그러한 제품에 대한 책임이 없습니다.

보증서는 원래 구매자에 한해서만 효력이 미치며 양도할 수 없습니다. 잘못된 사용, 부주의, 사고 또는 비정상적인 작동 조건에 기인하여 제품에 문제가 발생하는 경우에는 적용되지 않습니다. 소모품은 보증 사항이 아닙니다.

이 보증서에 의해 보증을 받는 제품에 결함이 있는 경우 더 이상 고장이 나지 않도록 사용을 중단해야 합니다. 구매자는 신속히 FLIR Systems에 고장을 알려야 합니다. 그렇지 않으면 보증을 받지 못하게 됩니다.

조사 결과 제품이나 기능에 문제가 있고 언급된 대로 1년 이내에 FLIR Systems로 반환한 경우 FLIR Systems는 무료로 고장난 제품을 수리하거나 교체해 드립니다.

FLIR Systems는 위에서 언급한 제품의 결함에 대하여 다른 의무나 책임을 지지 않습니다.

다른 보증 사항에 대하여 명시하거나 포함하고 있지 않습니다. FLIR Systems는 특정 목적을 위한 상업성 및 적합성에 대한 보증을 포함하고 있지 않습니다.

FLIR Systems는 계약, 불법행위 또는 다른 법적 이론에 근거하든 간에 직간접, 특수, 우발적 또는 필연적인 손실이나 손해에 대한 책임을 지지 않습니다.

본 보증은 스웨덴 법률에 의해 지배를 받습니다.

본 보증과의 관련성과 상관 없이 발생한 이의 제기, 분쟁 또는 배상청구는 스웨덴 스톡홀름 상공회의소 국제중재원 중재에 의해 최종 해결됩니다. 중재 장소는 스톡홀름입니다. 중재 절차에 사용되는 언어는 영어입니다.

저작권

© 2010, FLIR Systems. All rights reserved worldwide. 소스 코드를 포함한 소프트웨어의 어떤 부분도 FLIR Systems의 서면 사전 승인 없이 다른 언어, 다른 형태의 컴퓨터 언어 또는 전기, 자성, 광학 수동적인 수단을 사용하여 복사, 전송, 전사 또는 번역될 수 없습니다.

FLIR Systems의 사전 서면 동의 없이 이 문서의 일부든 전체든 읽을 수 있는 임의의 전기 매체나 기계로 복사, 사진 복사, 재현, 번역 또는 전사해서는 안 됩니다.

제품에 표시된 이름과 상표는 FLIR Systems 및/또는 자사의 등록 상표이거나 상표입니다. 여기에서 언급된 다른 모든 상표, 거래명 또는 회사명은 동일하게 사용되며 해당 소유자에게 소유권이 있습니다.

품질 보증

해당 제품을 개발하고 제조하는 품질 관리 시스템은 ISO 9001 표준에 따라 인증되었습니다.

FLIR Systems는 지속적으로 개발할 것을 약속드립니다. 그러므로 사전 통지 없이 이 설명서에서 언급한 제품에 대하여 변경하고 개선할 권리가 있습니다.

특허

다음 특허 또는 디자인 특허 중 하나 이상이 이 설명서에서 설명한 제품 및/또는 기능에 적용됩니다.

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 000889290; 001106306-0001; 0101577-5; 0102150-0; 0200629-4; 0300911-5; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1188086; 1263438; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1365299; 1678485; 1732314; 200530018812.0; 200830143636.7; 2106017; 235308; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 518836; 60004227.8; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; D16702302.9; D16703574-4; DM/057692; DM/061609; ZL00809178.1; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200530120994.2; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200830128581.2;

EULA Terms

- You have acquired a device ("INFRARED CAMERA") that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates ("MS"). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and "online" or electronic documentation ("SOFTWARE") are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT ("EULA"), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).
- GRANT OF SOFTWARE LICENSE. This EULA grants you the following license:
 - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
 - NOT FAULT TOLERANT. THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.

-
- **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided "AS IS" and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
 - **No Liability for Certain Damages. EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.\$250.00).**
 - **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
 - **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
 - **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see <http://www.microsoft.com/exporting/>.

목차

1	경고 및 주의	1
2	사용자에 대한 공지	3
3	고객 지원	4
4	문서 업데이트	5
5	본 설명서에 관한 중요 사항	6
6	퀵 스타트 가이드	7
7	부품 목록	8
7.1	운반용 케이스의 내용물	8
7.2	액세서리 목록	9
8	올바른 취급	10
9	카메라의 각 부분	12
9.1	배면도	12
9.2	전면도	15
9.3	하단 측면도	17
9.4	배터리 상태 표시등	18
9.5	레이저 포인터	19
10	도구 모음 및 작업 영역	21
10.1	작업 영역	21
10.1.1	작업 모드 영역	21
10.1.2	기본 작업 영역	23
10.1.3	스케치 작업 영역	24
10.1.4	문자 주석 및 이미지 설명 작업 영역	26
10.2	도구 모음	29
10.2.1	측정 도구 모음	29
10.2.2	문서 도구 모음	31
10.2.3	이미지 마커 도구 모음	33
10.2.4	음성 주석 도구 모음	34
10.2.5	비디오 녹화 도구 모음	35
10.2.6	일정 간격 저장 도구 모음	36
10.2.7	작업 폴더 도구 모음	37
11	메뉴 시스템 탐색	38
12	외부 장치 및 스토리지 미디어	39
12.1	외부 장치 연결	40
12.2	SD 메모리 카드 삽입	41
13	Bluetooth® 장치 페어링	42
14	외부 Extech® 미터에서 데이터 가져오기	43
14.1	일반적인 습도 측정 및 문서화 절차	45
15	카메라 취급	46

15.1	배터리 충전	46
15.1.1	배터리가 카메라 내부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전	47
15.1.2	배터리가 카메라 외부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전	48
15.1.3	독립형 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전	49
15.2	배터리 삽입	50
15.3	배터리 제거	52
15.4	카메라 켜기	54
15.5	카메라 끄기	54
15.6	대기 모드로 들어가기	54
15.7	대기 모드 종료하기	54
15.8	렌즈 각도 조절	55
15.9	적외선 렌즈 추가 장착	56
15.10	추가한 적외선 렌즈 제거	58
15.11	햇빛 가리개 부착	60
15.12	레이저 포인터 사용	62
16	이미지 및 폴더 작업	63
16.1	적외선 카메라 초점 조절	63
16.2	이미지 미리보기	64
16.3	이미지 저장	65
16.4	일정 간격으로 이미지 저장	66
16.5	이미지 열기	67
16.6	파노라마 기능 사용	68
16.7	수동으로 이미지 조절	70
16.8	오버레이 그래픽 숨기기	73
16.9	이미지 삭제	74
16.10	모든 이미지 삭제	75
16.11	폴더 작업	76
16.12	USB 메모리 스틱에 이미지 복사	79
16.13	Adobe® PDF 보고서 생성	80
17	합성 작업	81
18	비디오 클립 녹화	86
19	측정 도구 및 등온선 작업	87
19.1	측정 도구 설정	87
19.2	측정 도구 설정(고급 모드)	88
19.3	차이 계산 설정	89
19.4	등온선 설정	90
19.5	상승한 안면 온도 선별	92
19.6	측정 도구 제거	93
19.7	측정 도구 이동하기	94
19.8	영역 크기 변경	95
19.9	개체 매개변수 변경	96
20	이미지 주석 달기	98
20.1	디지털 사진 추가	99
20.2	음성 주석 추가	100
20.3	문자 주석 추가	101
20.4	이미지 설명 추가	104
20.5	스케치 추가	105

20.6	이미지 마커 추가	106
21	설정 변경	107
21.1	이미지 설정 변경	107
21.2	지역 설정 변경	108
21.3	카메라 설정 변경	109
22	카메라 청소	110
22.1	카메라 하우징, 케이블 및 기타 부품	110
22.2	적외선 렌즈	111
23	기술 데이터	112
24	핀 구성	113
25	치수	118
25.1	카메라	118
25.1.1	카메라 치수	118
25.1.2	카메라 치수, 계속	119
25.1.3	카메라 치수, 계속	120
25.1.4	카메라 치수, 계속(30 mm/15° 렌즈 포함)	121
25.1.5	카메라 치수, 계속(10 mm/45° 렌즈 포함)	122
25.2	배터리	123
25.3	독립형 배터리 충전기	124
25.4	배터리가 장착된 독립형 배터리 충전기	125
25.5	적외선 렌즈(30 mm/15°)	126
25.6	적외선 렌즈(10 mm/45°)	127
26	응용 예	128
26.1	습기 및 물로 인한 손상	128
26.2	소켓 접속 불량	129
26.3	산화 처리 소켓	130
26.4	단열 결함	131
26.5	외풍	132
27	건물 열화상 진단 소개	133
27.1	중요한 참고 사항	133
27.2	일반적인 현장 검사	133
27.2.1	지침	133
27.2.1.1	일반 지침	133
27.2.1.2	습기 감지, 곰팡이 감지 및 물로 인한 손상 감지를 위한 지침	133
27.2.1.3	공기 침투 및 단열 결함을 탐지하기 위한 지침	134
27.2.2	습기 탐지 정보	135
27.2.3	습기 탐지(1): 경사가 완만한 상업용 지붕	135
27.2.3.1	일반 정보	135
27.2.3.2	안전 유의 사항	136
27.2.3.3	설명이 있는 건물 구조	137
27.2.3.4	설명이 있는 적외선 이미지	138
27.2.4	습기 탐지(2): 상업용 및 주거용 파사드	140
27.2.4.1	일반 정보	140
27.2.4.2	설명이 있는 건물 구조	140
27.2.4.3	설명이 있는 적외선 이미지	142
27.2.5	습기 탐지(3): 데크 및 발코니	142
27.2.5.1	일반 정보	142

	27.2.5.2	설명이 있는 건물 구조	143
	27.2.5.3	설명이 있는 적외선 이미지	145
27.2.6	습기 탐지(4): 배관 파손 및 누수	145	
	27.2.6.1	일반 정보	145
	27.2.6.2	설명이 있는 적외선 이미지	146
27.2.7	공기 침투	148	
	27.2.7.1	일반 정보	148
	27.2.7.2	설명이 있는 건물 구조	148
	27.2.7.3	설명이 있는 적외선 이미지	150
27.2.8	단열 결합	151	
	27.2.8.1	일반 정보	151
	27.2.8.2	설명이 있는 건물 구조	151
	27.2.8.3	설명이 있는 적외선 이미지	153
27.3	건물 과학의 이론	155	
	27.3.1	일반 정보	155
	27.3.2	테스트 및 감사의 효과	155
	27.3.3	열화상 진단의 장애 요인	157
	27.3.4	표면 온도 및 공기 누출	158
	27.3.4.1	건물의 압력 조건	159
	27.3.5	측정 조건 및 측정 계절	163
	27.3.6	적외선 이미지 해석	164
	27.3.7	습도 및 이슬점	165
	27.3.7.1	상대 습도 및 절대 습도	165
	27.3.7.2	이슬점의 정의	166
	27.3.8	기술 자료 '열교 현상과 단열 연속성 평가하기'(영국 예시 자료)에서 발췌	167
	27.3.8.1	감사의 글	167
	27.3.8.2	머리말	167
	27.3.8.3	배경 정보	167
	27.3.8.4	열적 비정상상의 정량적 평가	168
	27.3.8.5	조건 및 장비	171
	27.3.8.6	측정 및 분석	172
	27.3.8.7	보고	173
27.4	법적 고지 사항	175	
	27.4.1	저작권 알림	175
	27.4.2	교육 및 인증	175
	27.4.3	국가 또는 지역별 건물 코드	175
28	전기 설비의 열화상 측정 검사 소개	176	
28.1	중요한 참고 사항	176	
28.2	일반 정보	176	
	28.2.1	머리말	176
	28.2.2	일반 장비 데이터	177
	28.2.3	검사	178
	28.2.4	분류 및 보고	178
	28.2.5	우선 순위	179
	28.2.6	보수	179
	28.2.7	검사	180
28.3	전기 설비의 열화상 측정 검사를 위한 측정 기법	181	
	28.3.1	정확한 장비 설치 방법	181
	28.3.2	온도 측정	181
	28.3.3	비교 측정	183
	28.3.4	정상 작동 온도	184
	28.3.5	결함의 분류	185

28.4	보고	187
28.5	전기 설비에서의 서로 다른 유형의 과열 부위	189
28.5.1	반사	189
28.5.2	태양열	190
28.5.3	유도 가열	190
28.5.4	부하 변동	190
28.5.5	냉각 조건의 변화	191
28.5.6	지향 변동	192
28.5.7	결함 부위에 의해 야기된 정상 부위의 과열	192
28.6	전기 설비의 열화상 측정 검사에 대한 방해 요소	194
28.6.1	바람	194
28.6.2	비와 눈	194
28.6.3	물체와의 거리	195
28.6.4	물체 크기	196
28.7	서모그래피를 위한 실용적인 조언	198
28.7.1	저온에서 고온으로	198
28.7.2	소나기	198
28.7.3	방사율	198
28.7.4	반사된 추정 온도	198
28.7.5	물체가 너무 멀리 있을때	199
29	FLIR Systems 정보	200
29.1	단순한 적외선 카메라가 아닌 최고의 제품	201
29.2	지식의 공유	201
29.3	고객 지원	201
29.4	시설의 사진	202
30	용어	204
31	열 측정 기법	207
31.1	머리말	207
31.2	방사율	207
31.2.1	샘플의 방사율 찾기	207
31.2.1.1	단계 1: 반사된 추정 온도 판별	207
31.2.1.2	단계 2: 방사율 판별	210
31.3	반사된 추정 온도	211
31.4	거리	211
31.5	상대 습도	211
31.6	기타 매개변수	211
32	적외선 기술의 역사	212
33	열 측정 이론	216
33.1	머리말	216
33.2	전자기 스펙트럼	216
33.3	흑체 방사	217
33.3.1	플랑크의 법칙	218
33.3.2	Wien의 법칙	219
33.3.3	스테판-볼츠만의 법칙	221
33.3.4	비흑체 방출기	221
33.4	적외선 반투명 물질	224
34	측정 공식	225

35	방사율 표	230
35.1	참조 문헌	230
35.2	방사율 표에 대한 중요한 사항	230
35.3	표	231

1

경고 및 주의

경고

- 본 장비는 무선 주파수 에너지를 생성, 사용 및 방출할 수 있으며 설명서대로 설치, 사용하지 않으면 무선 통신에 간섭을 일으킬 수 있습니다. 본 장비는 공공 환경에서 작동될 때 간섭에 대해 적절한 보호를 제공하도록 제정된 FCC 규칙의 15조의 J항에 의거하여 클래스 A 컴퓨팅 장치에 대한 제한 사항을 준수하고 있음이 검증되었습니다. 주거 지역에서 본 장비를 작동하면 간섭을 유발할 수 있으며 이러한 경우에 사용자는 자신의 비용으로 간섭을 해결하는데 필요한 조치를 취해야 합니다.
- (레이저 포인터가 있는 카메라에만 해당) 레이저 빔을 직접 쳐다보지 마십시오. 레이저 빔은 눈에 자극을 줄 수 있습니다.
- 배터리가 있는 카메라에만 해당:
 - 배터리를 분해하거나 변경하지 마십시오. 배터리에는 안전 및 보호 장치가 포함되어 있으며 이러한 장치가 손상되면 배터리가 가열되거나 폭발 또는 점화될 수도 있습니다.
 - 배터리에서 누출된 분비물이 눈에 들어간 경우 눈을 문지르지 마십시오. 물로 잘 씻고 즉시 치료를 받으십시오. 그렇지 않으면 배터리 분비물로 인해 눈이 손상될 수도 있습니다.
 - 배터리가 지정된 충전 시간 안에 충전되지 않는 경우 계속 충전하지 마십시오. 배터리를 계속 충전하면 가열되어 폭발 또는 점화될 수 있습니다.
 - 배터리를 방전할 경우 지정된 장비만 사용하십시오. 지정된 장비를 사용하지 않으면 배터리의 성능이나 수명이 줄어들 수도 있습니다. 지정된 장비를 사용하지 않으면 배터리에 부적합한 전류가 발생할 수도 있습니다. 이 경우 배터리가 가열되거나 폭발 또는 부상이 발생할 수 있습니다.
- 액체를 사용하기 전에 반드시 해당되는 모든 MSDS(Material Safety Data Sheets)와 컨테이너의 경고 라벨을 읽으십시오. 액체는 위험할 수 있습니다.

주의

- 렌즈 덮개 부착 여부에 상관없이 적외선 카메라의 방향을 강력한 에너지원(예: 레이저 방사선을 방출하는 장치 또는 직사광선)으로 향하게 하지 마십시오. 그러면 카메라의 정확도에 예상치 않은 영향을 미칠 수도 있습니다. 또한 카메라의 검출기가 손상될 수도 있습니다.
- 사용자 문서에 별도로 지정되어 있지 않는 한, 카메라를 50°C 이상의 온도에서 사용하지 마십시오. 온도가 그보다 더 높아지면 카메라가 손상될 수 있습니다.
- (레이저 포인터가 있는 카메라에만 해당) 레이저 포인터를 사용하지 않을 때는 레이저 포인터를 보호 마개로 덮어두십시오.
- 배터리가 있는 카메라에만 해당:
 - 라이트 소켓에 배터리를 연결할 수 있는 특정 어댑터가 FLIR Systems에서 제공되지 않는 한 자동차의 라이트 소켓에 직접 배터리를 연결하지 마십시오.
 - 배터리의 양극과 음극을 전선 등 금속 재질로 서로 연결하지 마십시오.
 - 배터리에 물이나 소금물이 묻거나 젖지 않도록 하십시오.
 - 다른 물체로 배터리에 구멍을 내지 마십시오. 망치로 배터리를 때리지 마십시오. 배터리를 밟거나 강한 충격을 가하지 마십시오.
 - 배터리를 불 또는 불 가까이에 두거나 직사 광선이 비치는 곳에 두지 마십시오. 배터리가 가열되면 내장 안전 장치에 전압이 가해져서 배터리 충전 과정이 중단될 수 있습니다. 배터리가 가열되면 안전 장치가 손상되어 배터리의 가열, 손상 또는 점화 위험이 높아질 수 있습니다.

- 배터리를 불에 넣거나 열을 가하여 배터리 온도를 높이지 마십시오.
 - 배터리를 불, 난로 또는 기타 온도가 높은 장소 근처에 두지 마십시오.
 - 직접 배터리에 납땀하지 마십시오.
 - 배터리 사용, 충전 또는 보관 시 배터리에서 이상한 냄새가 나거나, 가열되었거나, 모양이 변경되었거나, 비정상적인 상태인 경우 배터리를 사용하지 마십시오. 이러한 문제가 발생하면 해당 지역의 판매점에 문의하십시오.
 - 배터리 충전 시 지정된 배터리 충전기만 사용하십시오.
 - 사용자 문서에 별도로 지정되어 있지 않는 한, 배터리를 충전할 수 있는 온도 범위는 $\pm 0^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 입니다. 이 범위를 벗어나는 온도에서 배터리를 충전하면 배터리가 가열되거나 파손될 수 있습니다. 또한 배터리 성능이나 수명이 줄어들 수 있습니다.
 - 사용자 문서에 별도로 지정되어 있지 않는 한, 배터리를 방전할 수 있는 온도 범위는 $-15^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 입니다. 이 온도 범위를 벗어나 배터리를 사용하면 배터리 성능이나 수명이 줄어들 수 있습니다.
 - 다 쓴 배터리는 접촉 테이프나 이와 유사한 재료로 양극을 절연 처리하십시오.
 - 배터리를 설치하기 전에 배터리에 묻은 물이나 습기를 닦아내십시오.
 - 카메라, 케이블 또는 기타 부품에 솔벤트 또는 그와 유사한 액체를 사용하지 마십시오. 해당 부품이 손상될 수 있습니다.
 - 적외선 렌즈를 청소할 때는 주의하십시오. 렌즈는 정밀 무반사 코팅 처리되어 있습니다.
 - 적외선 렌즈를 너무 심하게 청소하지 마십시오. 그러면 무반사 코팅이 손상될 수도 있습니다.
 - 난로 및 기타 고온 애플리케이션의 경우, 카메라에 방열판을 장착해야 합니다. 방열판 없이 난로 및 고온 애플리케이션에서 카메라를 사용하면 카메라가 손상될 수 있습니다.
-

2

사용자에 대한 공지

사용자 포럼

이 사용자 게시판에서 전세계 동료 적외선 전문가들과 아이디어, 문제, 적외선 솔루션에 관해 의견을 나눠보세요. 사용자 포럼으로 가려면 다음 사이트를 방문하십시오.

<http://www.infraredtraining.com/community/boards/>

보정

(측정 기능이 있는 카메라에만 해당.)

카메라 보정을 위해 일 년에 한 번 카메라를 보내십시오. 카메라를 보낼 주소는 지역 판매 사무소에 문의하십시오.

정밀도

(측정 기능이 있는 카메라에만 해당.)

정확한 결과를 얻으려면 온도를 측정하기 전에 카메라를 시작한 후 5분간 기다리십시오.

검출기를 기계 냉각기로 냉각시키는 카메라의 경우 검출기를 냉각시키는 시간이 제외됩니다.

전자 폐기물 처리

10742803.a1



대부분의 다른 가전 제품과 마찬가지로 이 기기도 폐전자 제품에 관한 관련 규정에 따라 환경 친화적으로 폐기해야 합니다.

자세한 내용은 각 지역 **FLIR Systems** 대리점에 문의하십시오.

3

고객 지원

일반 정보

고객 지원을 받으려면 다음 사이트를 방문하십시오:

<http://flir.custhelp.com>

문의 사항 제출

고객 지원팀에게 문의를 하려면 사용자 등록을 해야 합니다. 시간을 조금 내서 온라인 등록을 해주십시오. 기존의 질문과 답변만 보고자 할 때는 사용자 등록을 하지 않아도 됩니다.

문의하실 때는 다음 내용을 미리 확인하고 준비해 두십시오.

- 카메라 모델
 - 카메라 시리얼 번호
 - 카메라와 PC 간의 통신 프로토콜 또는 방법(예: HDMI, Ethernet, USB™ 또는 FireWire™)
 - PC의 운영 체제
 - Microsoft® Office 버전
 - 설명서의 제목, 출판 번호, 개정 번호
-

다운로드

고객 지원 사이트에서도 다음 사항을 다운로드할 수 있습니다.

- 적외선 카메라용 펌웨어 업데이트
 - PC 소프트웨어용 프로그램 업데이트
 - 사용자 문서
 - 응용 예시
 - 기술 출판
-

4

문서 업데이트

일반 정보

당사 설명서는 매년 몇 차례에 걸쳐 업데이트되며, 정기적으로 제품별 변경 사항에 대한 중요 안내문 또한 발행합니다.

최신 설명서 및 안내문에 액세스하려면 다음 주소에 있는 **Download** 탭으로 이동합니다.

<http://flir.custhelp.com>

온라인 등록에는 몇 분 정도만 소요됩니다. 다운로드 영역에서 다른 제품의 최신 설명서 뿐만 아니라 구형 제품의 설명서 또한 확인해 보실 수 있습니다.

5

본 설명서에 관한 중요 사항

일반 정보

FLIR Systems는 같은 모델 계열의 여러 카메라에 동일하게 사용할 수 있도록 설명서를 제작합니다.

따라서 설명서에는 특정 카메라에 적용되지 않는 내용이 있을 수도 있습니다.

참고

FLIR Systems는 언제든지 사전 통지 없이 모델, 소프트웨어, 부품과 악세사리 및 기타 품목의 생산을 중단하거나 제품 사양 및/또는 기능을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다.

6

퀵 스타트 가이드

프로시저

신속하게 시작하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	4시간 동안 배터리를 충전합니다.
2	배터리를 카메라에 삽입합니다.
3	카메라 상단의 카드 슬롯에 SD 메모리 카드를 삽입합니다.
4	켜기/끄기 버튼을 눌러 카메라를 켭니다.
5	올바른 피사체 온도 범위를 설정합니다.
6	원하는 대상을 향해 카메라를 조준합니다.
7	초점 버튼을 사용하여 카메라 초점을 조절합니다.
8	미리보기/저장 버튼을 1초 이상 길게 눌러 이미지를 저장합니다.
9	이미지를 컴퓨터로 이동하려면 다음 중 하나를 수행하십시오. <ul style="list-style-type: none"> ■ SD 메모리 카드를 제거한 다음 컴퓨터에 연결된 카드 판독기에 삽입합니다. ■ USB 미니 B 케이블을 사용하여 카메라에 컴퓨터를 연결합니다.
10	드래그 앤 드롭 기능을 사용하여 이미지를 카드 또는 카메라에서 이동합니다.

참조

- 단원 15.1 - 배터리 충전 페이지 46
- 단원 15.2 - 배터리 삽입 페이지 50
- 단원 12.2 - SD 메모리 카드 삽입 페이지 41
- 단원 15.4 - 카메라 켜기 페이지 54
- 단원 21.1 - 이미지 설정 변경 페이지 107
- 단원 19 - 측정 도구 및 등온선 작업 페이지 87
- 단원 12.1 - 외부 장치 연결 페이지 40

7

부품 목록

7.1

운반용 케이스의 내용물

내용물

- 배터리
 - 배터리 충전기
 - Bluetooth® USB 마이크로 어댑터
 - 보증 증명서
 - FLIR QuickReport™ PC 소프트웨어 CD-ROM
 - 헤드셋
 - 렌즈가 부착된 적외선 카메라
 - 주전원 케이블
 - 어댑터가 부착된 메모리 카드
 - 전원 공급 장치
 - 시작 가이드 인쇄본
 - 햇빛 가리개
 - USB 케이블
 - 사용자 문서 CD-ROM
 - 비디오 케이블
 - 보증 연장 카드 또는 등록 카드
-

참고

- FLIR Systems는 언제든지 사전 통지 없이 모델, 부품과 악세사리 및 기타 품목의 생산을 중단하거나 제품 사양을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다.
 - 일부 품목은 카메라 모델에 따라 포함될 수도 있고 포함되지 않을 수 있습니다.
-

7.2

액세서리 목록

일반 정보

이 단원에는 카메라에 맞게 구매할 수 있는 액세서리 목록이 수록되어 있습니다.

액세서리

- 1123970 차광막
- 1124544 목 줄
- 1124545 파우치
- 1196398 배터리
- 1196497 라이트 어댑터 키트, 12 VDC, 1.2 m
- 1196724 적외선 렌즈 f = 30 mm, 15°
- 1196725 적외선 렌즈 f = 10 mm, 45°
- 1196818 카메라 렌즈 마개
- 1196895 ThermaCAM™ T 시리즈 운반용 하드 케이스
- 1196960 적외선 렌즈 f = 10 mm, 45°(케이스 포함)
- 1196961 적외선 렌즈 f = 30 mm, 15°(케이스 포함)
- 1910423 USB 케이블 표준형 A <-> 미니-B, 2 m
- 1910475 어댑터, USB에 장착하는 SD 메모리 카드
- 1910489 헤드셋, 3.5 mm 플러그
- 1910496 SD 메모리 카드, 1 GB
- 1910582 비디오 케이블
- EX845 클램프 미터 + IR THERM TRMS 1000A AC/DC
- MO297 습도 미터, 메모리가 부착된 핀레스
- T197209 FLIR Reporter 버전 8.3 Professional (2차 장치)
- T197210 FLIR Reporter 버전 8.3 Professional
- T197211 FLIR Reporter 버전 8.3 Professional (2차 장치)
- T197212 FLIR Reporter 버전 8.3 Standard
- T197214 클로즈업 렌즈 2배 (50 μm)(케이스 포함)
- T197215 클로즈업 렌즈 4배 (100 μm)(케이스 포함)
- T197408 렌즈 76 mm (6°) (T/B-200/400용 케이스 및 장착용 지지대 포함)
- T197412 렌즈 4 mm (90°) (T/B-200/400용 케이스 및 장착용 지지대 포함)
- T197453 FLIR ResearchIR
- T197454 FLIR QuickPlot
- T197613 FLIR BuildIR
- T197650 2베이 배터리 충전기(멀티 플러그가 부착된 전원 공급 장치 포함)
- T197667 배터리 팩키지
- T197716 FLIR Reporter 버전 8.5 Standard
- T197717 FLIR Reporter 버전 8.5 Professional
- T199800 T-시리즈용 1년 연장 보증서
- T910737 어댑터가 있는 메모리 카드 마이크로-SD
- T910750 전원 공급 장치(멀티 플러그 포함)

참고

FLIR Systems는 언제든지 사전 통지 없이 모델, 부품과 약세사리 및 기타 품목의 생산을 중단하거나 제품 사양을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다.

8

올바른 취급

일반 정보

무리한 자세로 인해 다치는 일이 없도록 하려면 카메라를 올바르게 취급하는 것이 중요합니다. 이번 단원에서는 카메라를 올바르게 다루는 방법에 대해 알아보겠습니다.

참고

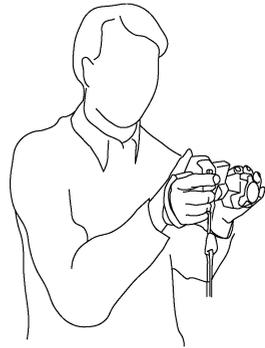
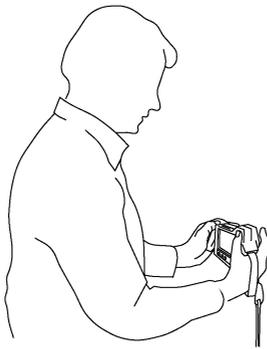
다음의 주의 사항을 지켜주십시오.

- 항상 렌즈의 각도를 작업 위치에 알맞게 조절하십시오.
- 카메라를 잡을 때는 왼손으로도 카메라 케이스를 받치도록 하십시오. 이렇게 해야 오른손에 힘을 덜 들어갑니다.

그림

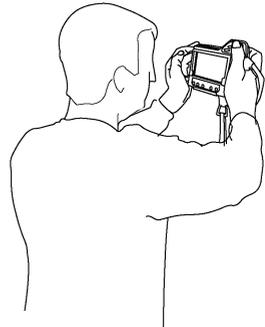
10758503.a1

10758603.a1



10758803.a1

10758703.a1



관련 항목

- 단원 15.8 - 렌즈 각도 조절 페이지 55
-

9

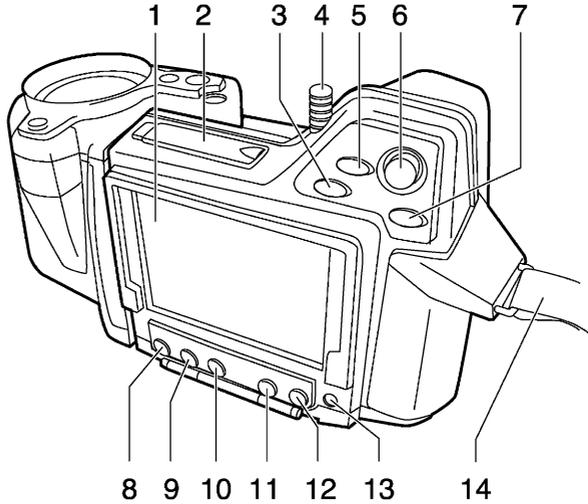
카메라의 각 부분

9.1

배면도

그림

10758903.a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	터치스크린 LCD
2	SD 메모리 카드 슬롯 마개

3	<p>확대/축소 버튼</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 확대/축소 버튼은 라이브 이미지에 대해 다음과 같은 기능을 합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 누르면 확대/축소 상태로 이동합니다. ■ 조이스틱을 사용하여 이미지를 확대 또는 축소합니다. ■ 확대/축소 버튼을 다시 한 번 누르면 확대/축소 비율이 1x로 재설정됩니다. ■ A/M 버튼, 조이스틱 또는 미리보기/저장 버튼을 누르면 확대/축소 비율이 확정되고 확대/축소 상태가 그대로 유지됩니다. ■ 확대/축소 버튼은 정지 이미지에 대해 다음과 같은 기능을 합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 확대/축소: <ul style="list-style-type: none"> ■ 누르면 확대/축소 상태로 이동합니다. ■ 조이스틱을 사용하여 이미지를 확대 또는 축소합니다. ■ 확대/축소 버튼을 다시 한 번 누르면 확대/축소 비율이 1x로 재설정됩니다. ■ A/M 버튼 또는 미리보기/저장 버튼을 누르면 확대/축소 비율이 확정되고 확대/축소 상태가 그대로 유지됩니다. ■ 이동(상하/좌우): <ul style="list-style-type: none"> ■ 누르면 확대/축소 상태로 이동합니다. ■ 조이스틱을 누르면 이동(상하/좌우) 상태로 이동합니다. ■ 조이스틱을 사용하여 이미지를 이동(상하/좌우)합니다. ■ 조이스틱을 누르면 이동(상하/좌우) 위치가 확정되고 이동(상하/좌우) 상태가 그대로 유지됩니다.
4	<p>스타일러스 펜</p> <p>참고: 사용하지 않을 때는 스타일러스 펜을 눌러 홀더에 잘 끼우십시오.</p>
5	<p>카메라 버튼</p> <p>카메라 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 라이브 이미지: 적외선 카메라와 디지털 카메라 간을 전환합니다(IR > DC). ■ 라이브 합성 이미지: 합성과 적외선 이미지 간을 전환합니다. 합성과 적외선 이미지 간을 전환하면 적외선 이미지의 초점을 정확히 조절할 수 있습니다(IR > DC > 합성). <p>Setup에서 이 버튼의 동작을 설정할 수 있습니다.</p>
6	<p>조이스틱</p> <p>조이스틱의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 라이브 적외선 수동 모드와 정지 적외선 모드: <ul style="list-style-type: none"> ■ 레벨을 조절하려면 위/아래를 누릅니다. ■ 스펠을 조절하려면 왼쪽/오른쪽을 누릅니다. ■ 메뉴, 대화상자 및 이미지 아카이브: <ul style="list-style-type: none"> ■ 탐색하려면 위/아래 또는 왼쪽/오른쪽을 누릅니다. ■ 선택 사항을 확인하려면 조이스틱을 누릅니다.

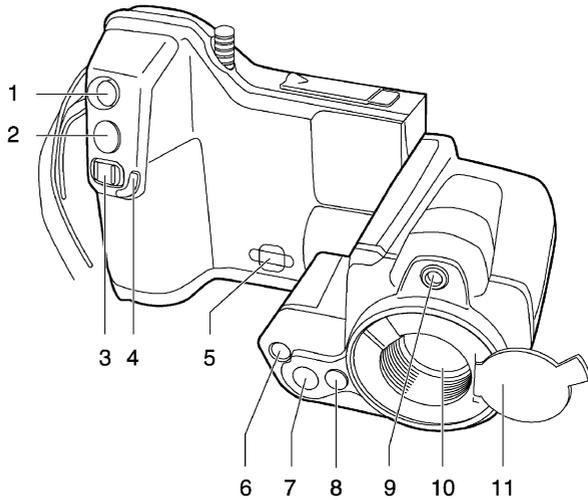
7	<p>A/M 버튼</p> <p>A/M 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 자동 조절 모드와 수동 모드 사이를 전환하려면 이 버튼을 누릅니다. ■ 고르지 않은 부분을 보정하려면 이 버튼을 1초 이상 길게 누릅니다. ■ 정지 적외선 모드: 문서 도구 모음과 온도 스케일 사이에서 사용자 초점을 전환합니다. ■ 정지 적외선 모드와 재호출 모드에 있을 때: 1초 이상 길게 눌러 한 번에 자동 조절합니다.
8	<p>측정 버튼</p> <p>측정 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 라이브 적외선 모드: 측정 메뉴를 표시하거나 숨기려면 이 버튼을 누릅니다. ■ 정지 적외선 모드: 측정 도구 모음을 표시하거나 숨기려면 이 버튼을 누릅니다.
9	<p>Info 버튼</p> <p>Info 버튼은 화면에 각기 다른 레벨의 정보를 표시할 때 사용합니다.</p>
10	<p>Setup 버튼</p> <p>Setup 버튼은 또한 설정 메뉴를 표시하거나 숨길 때도 사용합니다. 설정 모드에서는 이미지 설정, 카메라 설정 및 지역 설정을 변경할 수 있습니다.</p>
11	<p>아카이브 버튼</p> <p>아카이브 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 이미지 아카이브를 열려면 이 버튼을 누릅니다. ■ 이미지 아카이브를 닫을 때도 이 버튼을 누릅니다.
12	<p>모드 버튼</p> <p>모드 버튼은 모드 선택기를 표시하거나 숨길 때 사용합니다.</p>
13	<p>켜기/끄기 버튼.</p> <p>켜기/끄기 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 카메라를 켜려면 켜기/끄기 버튼을 누릅니다. ■ 카메라를 끄려면 켜기/끄기 버튼을 2초 이상 길게 누릅니다. ■ 대기 모드로 들어가려면 켜기/끄기 버튼을 약 0.2초 동안 길게 누릅니다. ■ 대기 모드를 종료하려면 켜기/끄기 버튼을 약 0.2초 동안 길게 누릅니다. <p>켜기/끄기 버튼은 또한 카메라가 켜졌는지 여부를 알려주는 전원 표시 등의 역할도 합니다.</p>
14	<p>손잡이 줄</p>

9.2

전면도

그림

10759003.a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	<p>레이저 포인터 버튼</p> <p>레이저 포인터 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 레이저 포인터를 켜려면 레이저 포인터 버튼을 누릅니다. ■ 레이저 포인터를 끄려면 레이저 포인터 버튼을 놓습니다.
2	<p>미리보기/저장 버튼</p> <p>미리보기/저장 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 이미지를 미리 보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다. 이때 이미지에 디지털 사진, 문자 주석, 음성 주석, 이미지 마커 등의 주석을 달 수 있습니다. ■ (미리보기 없이) 적외선 카메라 모드에서 적외선 이미지를 저장하려면 미리보기/저장 버튼을 1초 이상 길게 누릅니다. ■ (미리보기 없이) 디지털 카메라 모드에서 디지털 사진을 저장하려면 미리보기/저장 버튼을 1초 이상 길게 누릅니다.

<p>3</p>	<p>초점 버튼</p> <p>초점 버튼의 기능은 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 초점을 멀리 조절하려면 초점 버튼을 왼쪽으로 이동합니다. ■ 초점을 가깝게 조절하려면 초점 버튼을 오른쪽으로 이동합니다. ■ 초점을 자동 조절하려면 초점 버튼을 짧게 누릅니다. <p>참고: 초점을 자동 조절하는 동안에는 카메라를 안정적으로 잡고 있는 것이 중요합니다.</p>
<p>4</p>	<p>초점 버튼 보호용 모서리</p>
<p>5</p>	<p>목 줄 부착 지점</p>
<p>6</p>	<p>비디오 램프</p>
<p>7</p>	<p>디지털 카메라 렌즈</p>
<p>8</p>	<p>적외선 렌즈를 추가하기 위한 분리 버튼</p>
<p>9</p>	<p>레이저 포인터</p>
<p>10</p>	<p>적외선 렌즈</p>
<p>11</p>	<p>적외선 렌즈용 렌즈 캡</p>

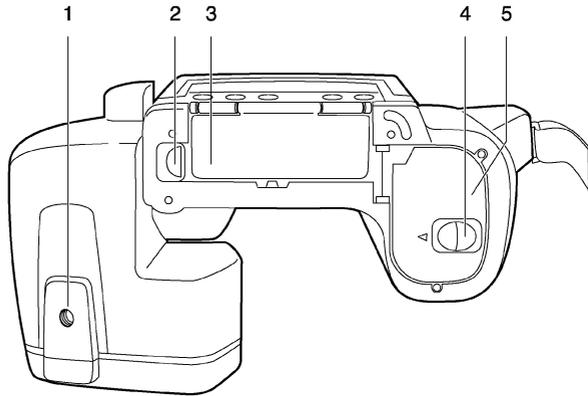
참고

일부 지역에서는 레이저 포인터가 제공되지 않습니다.

9.3 하단 측면도

그림

10759103.a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	삼각대 마운트 1/4"-20
2	뒷개에서 커넥터 베이까지의 분리 버튼
3	커넥터 베이용 덮개
4	배터리함 뒷개용 분리 버튼
5	배터리함용 덮개

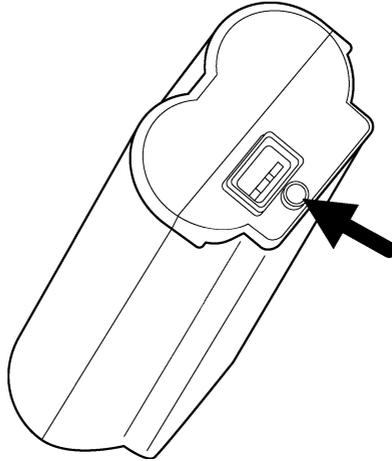
9.4 배터리 상태 표시등

일반 정보

배터리에는 배터리 상태 표시등이 있습니다.

그림

10715703.a3



설명

다음 테이블은 배터리 상태 표시등에 대한 설명입니다.

신호 유형	설명
녹색등이 깜박입니다.	전원 공급 장치나 독립형 배터리 충전기에서 배터리를 충전하는 중입니다.
녹색등이 계속 켜져 있습니다.	배터리가 완전히 충전되었습니다.
녹색등이 꺼져 있습니다.	카메라가 전원 공급 장치 대신 배터리를 사용 중입니다.

9.5 레이저 포인터

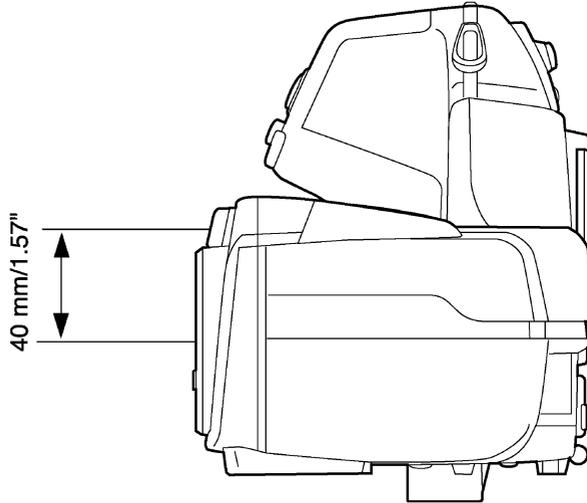
일반 정보

이 카메라에는 레이저 포인터가 있습니다. 레이저 포인터가 켜져 있으면 피사체 위에서 약 40 mm의 레이저 도트를 확인할 수 있습니다.

그림

이 그림은 레이저 포인터와 적외선 렌즈 중심 간의 위치 차이를 보여줍니다.

10759203.a1



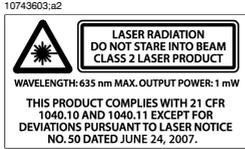
경고 레이저 빔을 직접 쳐다보지 마십시오. 레이저 빔은 눈에 염증을 일으킬 수 있습니다.

주의 레이저 포인터를 사용하지 않을 때는 보호용 캡으로 레이저 포인터를 보호하십시오.

참고

- 레이저 포인터가 켜져 있으면 화면에 레이저 경고 기호가 표시됩니다.
- 일부 지역에서는 레이저 포인터가 제공되지 않습니다.

레이저 경고 라벨 이 카메라에는 다음 정보를 포함한 레이저 경고 라벨이 부착되어 있습니다.



레이저 규척 및 규 제

과장: 635nm. 최대 출력: 1 mW.

본 제품은 2007년 6월 24일 제정된 레이저 고시 제50호에 의거하여 변경 사항을 제외한 21 CFR 1040.10 및 1040.11을 준수합니다.

10

도구 모음 및 작업 영역

10.1

작업 영역

10.1.1

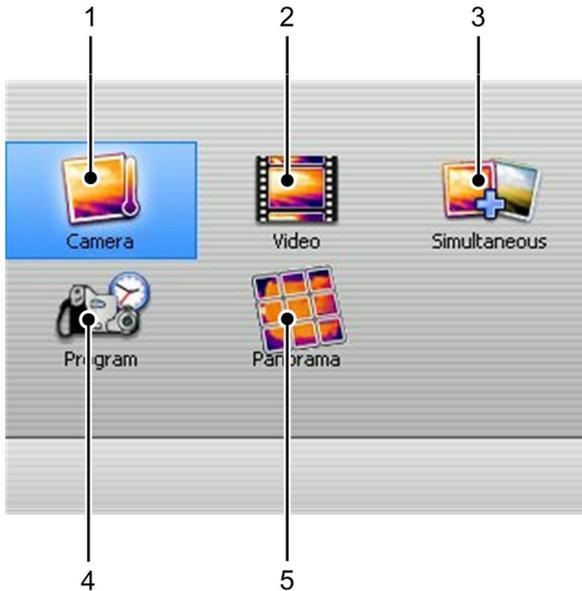
작업 모드 영역

참고

- 모드 버튼을 누르면 작업 모드 영역이 나타납니다.
- 영역 내에서 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

10765803.a3



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

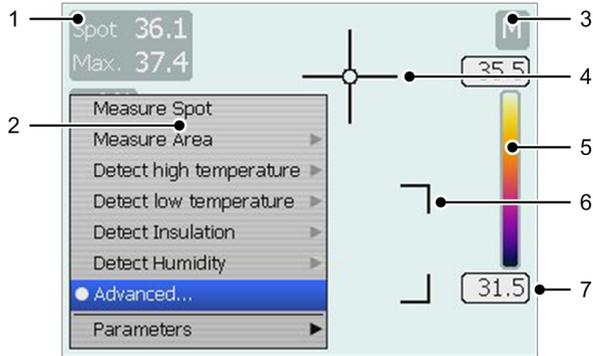
1	<p>카메라 모드</p> <p>이는 가장 일반적으로 사용되는 카메라 작업 모드입니다.</p> <p>적외선 이미지를 SD 메모리 카드에 저장하려면 이 모드를 선택합니다.</p> <p>미리보기/저장 버튼을 누르면 문서 도구 모음이 표시됩니다.</p>
----------	---

<p>2</p>	<p>비디오 모드</p> <p>이 모드를 선택하면 카메라로 비디오 클립을 녹화할 수 있습니다. 미리 보기/저장 버튼을 눌러 녹화를 시작하고 중지합니다.</p> <p>이에 대한 자세한 내용은 35페이지의 10.2.5 - 비디오 녹화 도구 모음 단원 및 86페이지의 18 - 비디오 클립 녹화 단원을 참조하십시오.</p>
<p>3</p>	<p>동시 스냅샷 모드</p> <p>이 모드를 선택하고 미리보기/저장 버튼을 1초 이상 길게 누르면 적외선 이미지가 저장됨과 동시에 디지털 사진이 자동으로 카메라에 저장됩니다.</p> <p>참고: 동시 스냅샷 모드는 적외선 이미지를 촬영할 때만 작동합니다. 디지털 사진을 촬영하면 적외선 이미지가 저장되지 않습니다.</p>
<p>4</p>	<p>프로그램 모드</p> <p>이 모드를 선택하면 지정된 시간 간격에 따라 정기적으로 저장할 수 있습니다.</p>
<p>5</p>	<p>파노라마 모드</p> <p>이 모드를 선택하면 일반 이미지를 함께 스티칭하여 보다 큰 이미지를 만들 수 있습니다.</p>

10.1.2 기본 작업 영역

그림

10760703.a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	측정 결과표(°C 또는 °F로 표시, 설정에 따라 다름)
2	측정 메뉴. 이 메뉴를 열고 닫으려면 측정 버튼을 누릅니다.
3	자동 조절 모드 또는 수동 조절 모드(A/M)를 위한 표시부
4	스팟미터
5	온도 눈금
6	측정 영역
7	온도 스케일의 한계 표시부

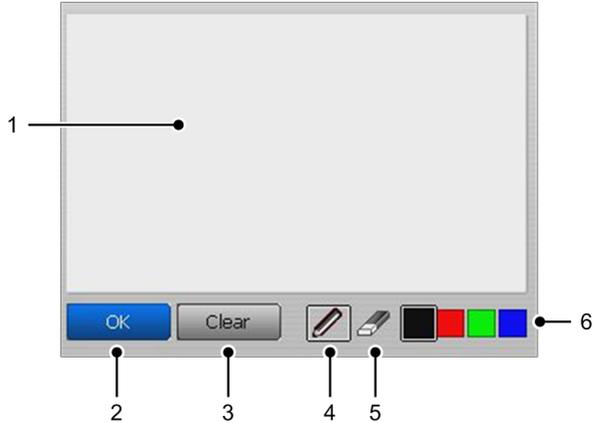
10.1.3 스케치 작업 영역

참고

- 적외선 이미지에 스케치를 추가할 때 스케치 작업 영역이 나타납니다. 이 작업은 문서 도구 모음에서 합니다.
- 영역 내에서 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.
- 스케치를 그리려면 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

10762203.a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	캔버스 스타일러스 펜을 사용하여 이 영역에서 스케치를 그립니다.
2	확인 버튼 스케치를 확인하고 스케치 모드를 종료하려면 이 버튼을 선택합니다.
3	지우기 버튼 캔버스 전체를 지우려면 이 버튼을 선택합니다.
4	펜 버튼 펜을 활성화하려면 이 버튼을 선택합니다.
5	지우개 버튼 지우개를 활성화하려면 이 버튼을 선택합니다.
6	칼라 팔레트 색상 사이를 전환하려면 이 칼라 스위치를 선택합니다.

관련 항목

적외선 이미지에 스케치를 추가하는 방법에 대한 내용은 105 페이지의 20.5 - 스케치 추가 단원을 참조하십시오.

10.1.4 문자 주석 및 이미지 설명 작업 영역

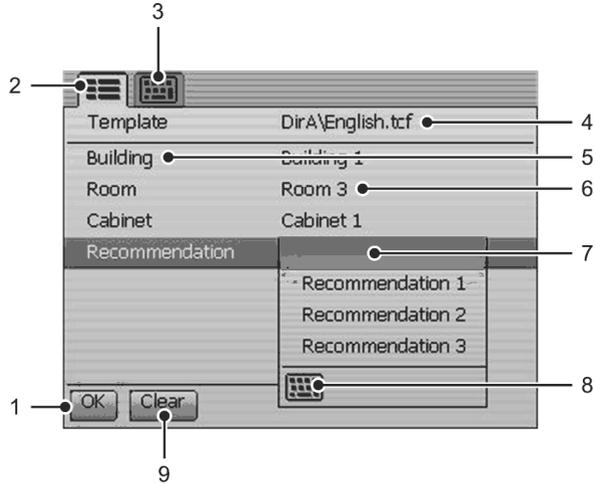
참고

- 적외선 이미지에 문자 주석 또는 이미지 설명을 추가할 때 문자 주석 및 이미지 설명 작업 영역이 나타납니다. 이 작업은 문서 도구 모음에서 합니다. 문서 도구 모음을 표시하려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다.
- 영역 내에서 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

다음 그림은 문자 주석 작업 영역을 나타냅니다.

10765603.a2



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	확인 버튼 문자 주석을 확인하고 저장하려면 이 버튼을 선택합니다.
2	문자 주석 작업 영역을 위한 탭(미리 정의된 문자열에서 선택할 때 사용)
3	이미지 설명 작업 영역을 위한 탭(스타일러스 펜을 사용하여 문자 입력 모드로 이동할 때 사용)
4	문자 주석 파일용 파일 이름 표시부
5	문자 주석 라벨
6	문자 주석 값
7	문자 주석 값을 추가로 표시하는 하위 메뉴

8	키보드 버튼 키보드로 이동하고 스타일러스 펜으로 문자를 입력하려면 이 버튼을 선택합니다.
9	지우기 버튼 선택된 탭에서 모든 입력 데이터를 지우려면 이 버튼을 선택합니다.

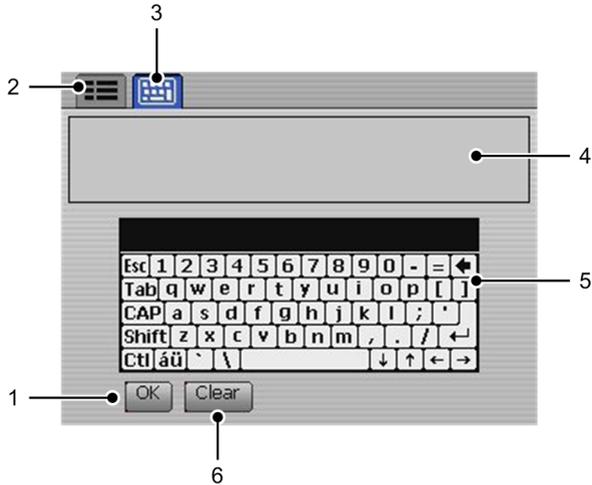
관련 항목

적외선 이미지에 문자 주석을 추가하는 방법에 대한 내용은 101 페이지의 20.3- 문자 주석 추가 단원을 참조하십시오.

그림

다음 그림은 이미지 설명 작업 영역을 나타냅니다.

10765703.a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	<p>확인 버튼 문자 주석을 확인하고 저장하려면 이 버튼을 선택합니다.</p>
2	<p>문자 주석 작업 영역을 위한 탭(미리 정의된 문자열에서 선택할 때 사용)</p>
3	<p>이미지 설명 작업 영역을 위한 탭(스타일러스 펜을 사용하여 문자 입력 모드로 이동할 때 사용)</p>
4	<p>이미지 설명용 미리보기 창</p>
5	<p>키보드</p>
6	<p>지우기 버튼 선택된 탭에서 모든 입력 데이터를 지우려면 이 버튼을 선택합니다.</p>

관련 항목

적외선 이미지에 이미지 설명을 추가하는 방법에 대한 내용은 104 페이지의 20.4 - 이미지 설명 추가 단원을 참조하십시오.

10.2 도구 모음

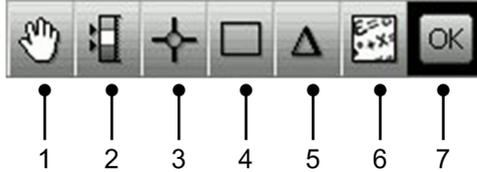
10.2.1 측정 도구 모음

참고

- 측정 버튼을 누르고 고급을 선택하면 측정 도구 모음이 나타납니다.
- 고급 모드에서 측정 도구를 설정하거나 아카이브 모드에서 저장된 이미지를 편집할 때 측정 도구 모음을 사용합니다.
- 도구 모음을 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

10760803.a3



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	<p>이 도구 모음 버튼을 선택하여 다음 중 한 가지 이상을 할 수 있습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 측정 도구 이동 ■ 측정 도구 제거 ■ 알람 켜기 및 끄기(스팟미터 및 영역에만 해당) ■ 알람 레벨 설정(스팟미터 및 영역에만 해당)
2	<p>등온선 도구 모음 버튼</p> <p>각기 다른 유형의 등온선을 설정하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 등온선 명령은 하나 이상의 미리 설정된 온도 레벨 위, 아래 또는 둘 사이의 온도를 갖는 모든 픽셀에 색상을 적용합니다.</p>
3	<p>스팟미터 도구 모음 버튼</p> <p>스팟미터를 만들려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
4	<p>영역 도구 모음 버튼</p> <p>측정 영역을 만들려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
5	<p>차이 계산 도구 모음 버튼</p> <p>차이 계산을 설정하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
6	<p>피사체 매개변수 도구 모음 버튼</p> <p>피사체 매개변수를 변경하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 정밀한 측정 결과가 필요한 경우에는 올바른 피사체 매개변수를 설정하는 것이 중요합니다.</p>

7	<p>확인 도구 모음 버튼</p> <p>문서 도구 모음에서 이 도구 모음으로 이동할 경우, 이 버튼을 사용합니다. 원하는 매개변수를 변경한 후 이 도구 모음 버튼을 선택하면 문서 도구 모음으로 돌아갑니다.</p> <p>문서 도구 모음에서 이 도구 모음으로 이동할 경우, 이 도구 모음 버튼만 표시됩니다.</p>
----------	--

10.2.2

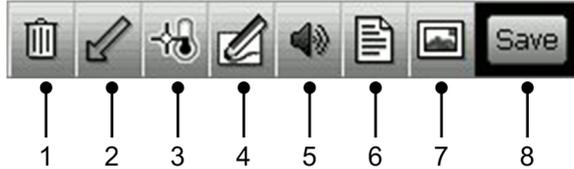
문서 도구 모음

참고

- 이미지를 미리 보거나 이미지 아카이브에서 이미지를 편집할 때 문서 도구 모음이 나타납니다.
- 이미지를 미리 보려면 저장 버튼을 1초 이상 길게 누릅니다.
- 도구 모음을 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

10760903.a2



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	이미지 삭제 도구 모음 버튼 미리 보고 있는 이미지를 삭제하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.
2	마커 추가 도구 모음 버튼 적외선 이미지의 원하는 지점에 화살표 마커를 추가하려면 이 도구를 선택합니다. 화살표 마커가 적외선 이미지에 저장됩니다.
3	측정 도구 모음 버튼 이미지를 저장하기 전에 다양한 매개변수를 변경할 수 있는 측정 도구 모음으로 이동하려면 이 도구를 선택합니다.
4	스케치 추가 도구 모음 버튼 적외선 이미지에 프리핸드 스케치를 추가하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 스케치가 적외선 이미지에 추가됩니다.
5	음성 주석 추가 도구 모음 버튼 적외선 이미지에 음성 주석을 추가하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 음성 주석이 적외선 이미지에 추가됩니다.
6	문자 주석 추가 도구 모음 버튼 적외선 이미지에 문자 주석 및/또는 이미지 설명을 추가하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 문자 주석 및 이미지 설명이 적외선 이미지에 저장됩니다.
7	디지털 사진 추가 도구 모음 버튼 적외선 이미지에 디지털 사진을 추가하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 디지털 사진이 적외선 이미지에 추가됩니다.

8	<p>저장 도구 모음 버튼</p> <p>이전의 5개 주석 중 하나 이상을 추가한 후에 적외선 이미지를 저장하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 이미지 아카이브에서 이미지를 열면 이 도구 모음 버튼은 저장 대신 단기를 나타냅니다.</p>
----------	---

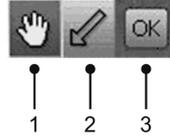
10.2.3 이미지 마커 도구 모음

참고

- 이미지 마커를 추가할 때 이미지 마커 도구 모음이 나타납니다. 이 작업은 문서 도구 모음에서 합니다.
- 도구 모음을 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

10762303.a2



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	이전에 이미지에 추가한 마커를 이동 및 제거하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.
2	마커 도구 모음 버튼 마커를 만들려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다. 스타일러스 펜을 사용하여 도구 모음 버튼을 가볍게 누른 다음 이미지에 선을 그립니다.
3	확인 도구 모음 버튼 이 작업 모드를 종료하기 전에 이미지에 추가한 마커를 확인하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.

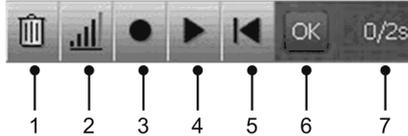
10.2.4 음성 주석 도구 모음

참고

- 음성 주석을 녹음하거나 청취할 때 음성 주석 도구 모음이 나타납니다. 이 작업은 문서 도구 모음에서 합니다.
- 도구 모음을 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.
- 일부 버튼은 여러 가지 기능을 가지고 있으며 버튼의 기호가 그 기능에 따라 바뀝니다.

그림

10763803.a2



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	<p>녹음 삭제 도구 모음 버튼</p> <p>녹음한 음성 설명을 삭제하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
2	<p>볼륨 조절 도구 모음 버튼</p> <p>음성 설명을 재생할 때 조이스틱을 위/아래로 움직여 볼륨을 조절하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
3	<p>녹음 시작/중지 도구 모음 버튼</p> <p>음성 설명의 녹음을 시작하고 중지하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
4	<p>재생 시작/중지 도구 모음 버튼</p> <p>이전에 녹음된 음성 설명의 재생을 시작하고 중지하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
5	<p>맨 처음으로 이동 도구 모음 버튼</p> <p>녹음 내용의 맨 처음으로 이동하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
6	<p>확인 도구 모음 버튼</p> <p>이전에 녹음된 음성 설명을 확인하고 저장하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.</p>
7	<p>시간 표시기(X/Y초, 여기서, X는 녹음 경과 시간이고 Y는 총 녹음 시간입니다)</p>

10.2.5

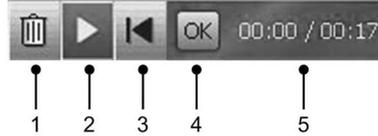
비디오 녹화 도구 모음

참고

- 비디오 클립을 녹화하면 비디오 녹화 도구 모음이 나타납니다.
- 도구 모음을 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.
- 일부 버튼은 여러 가지 기능을 가지고 있으며 버튼의 기호가 그 기능에 따라 바뀝니다.

그림

T630231.a2



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	녹음 삭제 도구 모음 버튼 녹화한 비디오를 삭제하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.
2	재생 시작/중지 도구 모음 버튼 비디오 녹화 재생을 시작하고 중지하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.
3	맨 처음으로 이동 도구 모음 버튼 녹음 내용의 맨 처음으로 이동하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.
4	확인 도구 모음 버튼 녹화한 비디오를 확인하고 저장하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.
5	시간 표시기(X/Y초, 여기서, X는 녹음 경과 시간이고 Y는 총 녹음 시간입니다)

관련 항목

이에 대한 자세한 내용은 21페이지의 10.1.1 - 작업 모드 영역 단원 및 86페이지의 18 - 비디오 클립 녹화 단원을 참조하십시오.

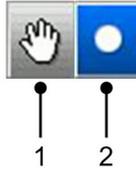
10.2.6 일정 간격 저장 도구 모음

참고

- 프로그램 모드로 이동할 때 일정 간격 저장 도구 모음이 나타납니다.
- 도구 모음을 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

T630370.a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	설정 도구 모음 버튼 일정 간격 저장을 위해 카메라를 설정하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.
2	일정 간격 저장 시작 도구 모음 버튼 일정 간격 저장을 시작하려면 이 도구 모음 버튼을 선택합니다.

관련 항목

이에 대한 자세한 내용은 66페이지의 16.4 - 일정 간격으로 이미지 저장 단원을 참조하십시오.

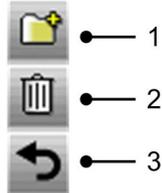
10.2.7 작업 폴더 도구 모음

참고

- 설정 모드에서 작업 폴더를 선택할 때 작업 폴더 도구 모음이 나타납니다.
- 도구 모음을 탐색하려면 조이스틱이나 스타일러스 펜을 사용합니다.

그림

T630371.a1



설명

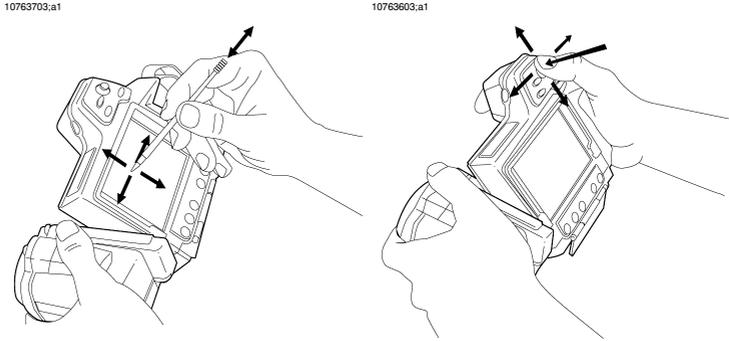
이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	새 폴더 도구 모음 버튼 만들기
2	폴더 삭제 도구 모음 버튼
3	도구 모음 종료 버튼

관련 항목

이에 대한 자세한 내용은 76페이지의 16.11 - 폴더 작업 단원을 참조하십시오.

그림



설명

위 그림은 카메라에서 메뉴 시스템을 탐색하는 2가지 방법을 설명합니다.

- 스타일러스 펜을 사용하여 메뉴 시스템을 탐색합니다(왼쪽).
- 조이스틱을 사용하여 메뉴 시스템을 탐색합니다(오른쪽).

또한 2가지 방법을 함께 사용할 수도 있습니다.

본 설명서에서는 조이스틱을 사용하는 방법에 대해 소개하였으나 스타일러스 펜으로도 대부분의 작업을 할 수 있습니다.

일반 정보

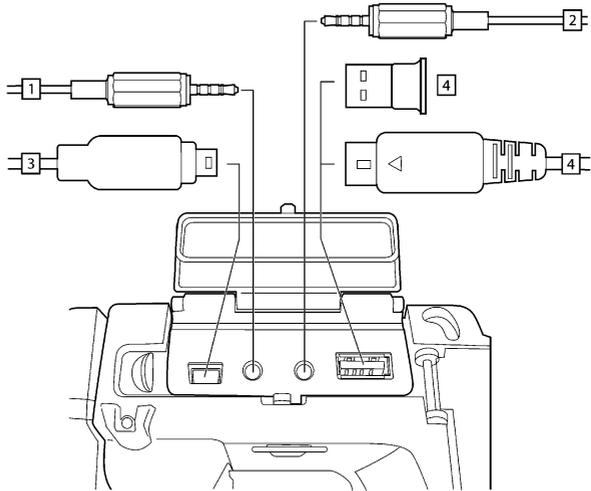
다음과 같은 외부 장치와 스토리지 미디어를 카메라에 연결할 수 있습니다.

- 전원 공급 장치.
- 비디오 모니터.
- 이미지 및 다른 파일을 카메라로(에서) 이동하기 위한 컴퓨터.
- USB 키보드나 USB 메모리 스틱과 같은 외장형 USB 장치.
- (클램프 미터 또는 습도 미터와 같은) Extech® 외부 미터에서 측정 결과를 캡처하기 위한 Bluetooth® USB 마이크로 어댑터.
- 음성 설명을 녹음하고 청취할 헤드셋.
- SD 메모리 카드.

12.1 외부 장치 연결

그림

10759303.a3



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	음성 설명을 녹음하고 청취하기 위해 헤드셋을 카메라에 연결하려면 헤드셋 케이블과 이 소켓을 사용합니다.
2	비디오 모니터를 카메라에 연결하려면 CVBS 케이블(복합 비디오 케이블)과 이 소켓을 사용합니다.
3	이미지 및 파일을 카메라에서(로) 이동하기 위해 컴퓨터를 카메라에 연결하려면 USB 미니 B 케이블 및 이 소켓을 사용합니다.
4	다음 중 하나입니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ (클램프 미터 또는 습도 미터와 같은) Extech® 외부 미터에서 측정 결과를 캡처하기 위해 Bluetooth® USB 마이크로 어댑터를 연결하려면 이 소켓을 사용합니다. ■ USB 메모리 스틱과 같은 외부 USB 장치를 연결하려면 이 소켓을 사용합니다.

지원되는 Extech® 미터

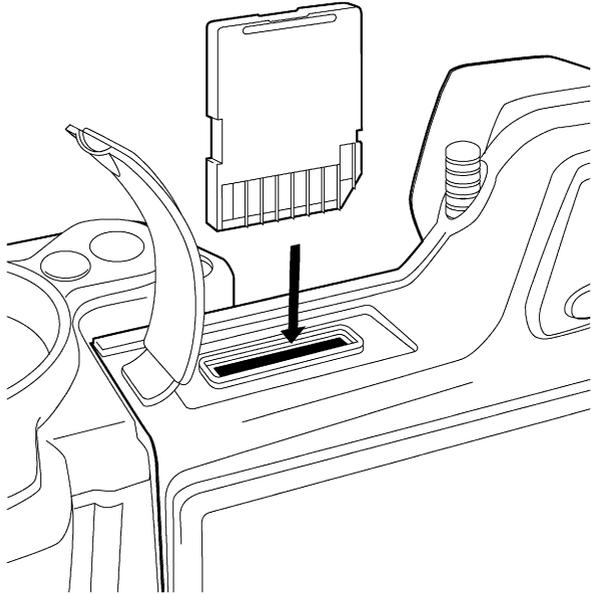
- Extech® Moisture Meter MO297
- Extech® Clamp Meter EX845

12.2

SD 메모리 카드 삽입

그림

10759503.a1



프로시저

SD 메모리 카드를 삽입하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	카드 슬롯을 보호하는 고무 덮개를 엽니다.
2	딸깍 소리가 들릴 때까지 SD 메모리 카드를 카드 슬롯에 눌러 끼웁니다.

13

Bluetooth® 장치 페어링

일반 정보

카메라와 함께 Bluetooth® 장치를 사용하기 전에 두 장치를 서로 페어링해야 합니다.

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	USB 커넥터에 Bluetooth® USB 마이크로 어댑터를 삽입합니다.
2	카메라를 켭니다.
3	Setup 버튼을 누릅니다.
4	고급 탭으로 갑니다.
5	장치 추가를 선택하려면 조이스틱을 위/아래로 이동합니다.
6	조이스틱을 누릅니다. 이때 Bluetooth® 장치 관련 사용자 문서를 참조해야 합니다. 페어링을 하는 동안 새로 고침을 클릭하여 대화 상자를 새로 고쳐야 할 수도 있습니다.

14

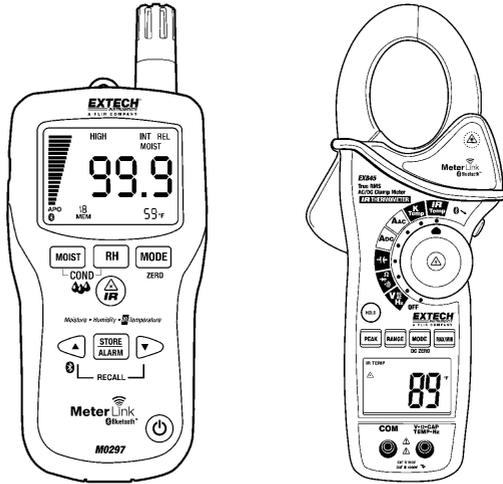
외부 Extech® 미터에서 데이터 가져오기

일반 정보

외부 Extech® 미터에서 데이터를 가져오고 이 데이터를 적외선 이미지의 결과표에 병합할 수 있습니다.

그림

T638370.a1



지원되는 Extech® 미터

- Extech® Moisture Meter MO297
- Extech® Clamp Meter EX845

Extech® 미터 기술 지원

support@extech.com

이 지원 연락처는 Extech® 미터에만 해당됩니다. 적외선 카메라의 기술 지원은 <http://flir.custhelp.com>을 방문하십시오.

참고

- 이 절차에서는 Bluetooth® 장치를 페어링했다고 가정합니다. 장치 페어링 방법에 관한 지침은 42페이지의 단원 13 – Bluetooth® 장치 페어링을 참조하십시오.
- Extech Instruments의 제품에 관한 자세한 정보는 <http://www.extech.com/instruments/>를 참조하십시오.

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	카메라를 켭니다.
----------	-----------

2	Extech® 미터를 켭니다.
3	미터에서 Bluetooth® 모드를 활성화합니다. Bluetooth 모드 활성화 방법에 관한 정보는 미터 관련 사용자 문서를 참조하십시오.
4	미터에서 사용하고자 하는 값(전압, 전류, 저항 등)을 선택합니다. 값 선택 방법에 관한 정보는 미터 관련 사용자 문서를 참조하십시오. 미터의 결과가 이제 적외선 카메라의 왼쪽 상단에 있는 결과표에 자동으로 표시됩니다.
5	이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다. 이때 다른 값을 추가할 수 있습니다. 값을 추가하려면 미터로 다시 측정하고 적외선 카메라 화면에서 추가를 클릭합니다.
6	단기를 클릭합니다.
7	저장을 클릭합니다.

14.1

일반적인 습도 측정 및 문서화 절차

일반 정보

다음 절차를 Extech® 미터와 적외선 카메라를 사용하는 다른 절차의 기본으로 활용할 수 있습니다.

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	적외선 카메라를 사용하여 벽과 천장 안쪽에 축축해질 가능성이 있는 공간을 파악합니다.
2	습도 미터를 사용하여 의심되는 곳의 습도 레벨을 측정합니다.
3	특정 관심 스팟이 발견되면 습도 미터의 메모리에 습도 판독값을 저장하고 손바닥이나 기타 열 감지 마커로 측정 스팟을 파악합니다.
4	미터 메모리에서 판독값을 호출합니다. 습도 미터는 이제 계속해서 이 판독값을 적외선 카메라로 전송합니다.
5	카메라를 사용하여 식별 표식이 있는 영역의 열 이미지를 촬영합니다. 습도 미터에 저장된 데이터가 이미지에도 저장됩니다.

15

카메라 취급

15.1

배터리 충전

참고

처음 카메라 사용을 시작하기 전에 4시간 동안 배터리를 충전해야 합니다.

일반 정보

화면에 배터리 전압 부족 경고가 표시되면 배터리를 충전해야 합니다.

배터리를 충전하려면 다음 절차 중 하나를 따르십시오.

- 배터리가 카메라 내부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리를 충전합니다.
 - 배터리가 카메라 외부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리를 충전합니다.
 - 독립형 배터리 충전기를 사용하여 배터리를 충전합니다.
-

참조

배터리를 충전하는 방법은 다음 단원을 참조하십시오.

- 단원 15.1.1 - 배터리가 카메라 내부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전 페이지 47
 - 단원 15.1.2 - 배터리가 카메라 외부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전 페이지 48
 - 단원 15.1.3 - 독립형 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전 페이지 49
-

15.1.1

배터리가 카메라 내부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전

참고

간결한 표현을 위해 아래에서는 '전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기'를 '전원 공급 장치'로 표기하였습니다.

프로시저

배터리가 카메라 내부에 있는 경우 전원 공급 장치를 사용하여 배터리를 충전하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	배터리함 마개를 엽니다.
2	전원 공급 장치 케이블을 배터리의 커넥터에 연결합니다.
3	전원 공급 장치 주전원 플러그를 주전원 소켓에 연결합니다.
4	배터리 상태 표시등의 녹색등이 계속 켜져 있으면 전원 공급 장치 케이블 플러그의 연결을 끊습니다.

관련 항목

배터리 상태 표시등에 대한 자세한 내용은 단원 9.4 - 배터리 상태 표시등 페이지 18을 참조하십시오.

15.1.2

배터리가 카메라 외부에 있는 경우 전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전

참고

간결한 표현을 위해 아래에서는 '전원 공급 장치 겸용 배터리 충전기'를 '전원 공급 장치'로 표기하였습니다.

프로시저

배터리가 카메라 외부에 있는 경우 전원 공급 장치를 사용하여 배터리를 충전하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	배터리를 평평한 장소에 놓습니다.
2	전원 공급 장치 케이블을 배터리의 커넥터에 연결합니다.
3	전원 공급 장치 주전원 플러그를 주전원 소켓에 연결합니다.
4	배터리 상태 표시등의 녹색등이 계속 켜져 있으면 전원 공급 장치 케이블 플러그의 연결을 끊습니다.

관련 항목

배터리 상태 표시등에 대한 자세한 내용은 단원 9.4 - 배터리 상태 표시등 페이지 18을 참조하십시오.

15.1.3 독립형 배터리 충전기를 사용하여 배터리 충전

프로시저

독립형 배터리 충전기를 사용하여 배터리를 충전하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	독립형 배터리 충전기에 배터리를 넣습니다.
2	전원 공급 장치 케이블을 독립형 배터리 충전기의 커넥터에 연결합니다.
3	전원 공급 장치 주전원 플러그를 주전원 소켓에 연결합니다.
4	배터리 상태 표시등의 녹색등이 계속 켜져 있으면 전원 공급 장치 케이블 플러그의 연결을 끊습니다.

관련 항목

배터리 상태 표시등에 대한 자세한 내용은 단원 9.4 - 배터리 상태 표시등 페이지 18을 참조하십시오.

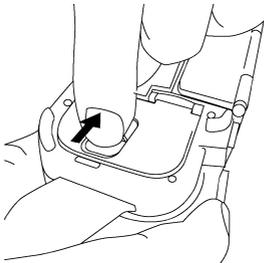
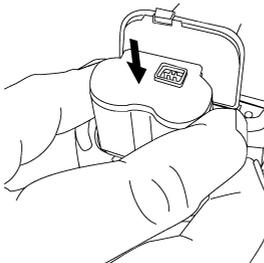
15.2 배터리 삽입

참고

배터리를 삽입하기 전에 배터리에 묻은 물이나 습기를 깨끗한 마른 천으로 닦아 내십시오.

프로시저

배터리를 삽입하려면 다음 절차를 따르십시오.

<p>1</p>	<p>배터리함 덮개의 분리 버튼을 눌러 배터리함 덮개를 잠금 해제합니다.</p> <p>10759603.a1</p> 
<p>2</p>	<p>배터리함 덮개를 엽니다.</p> <p>10759703.a1</p> 
<p>3</p>	<p>배터리 잠금 장치가 맞물릴 때까지 배터리를 배터리함에 밀어 넣습니다.</p> <p>10759803.a1</p> 

4 배터리함 덮개를 닫습니다.

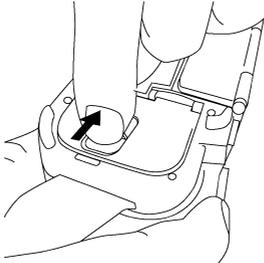
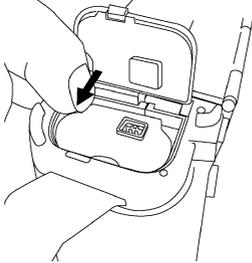
10759903.a1



15.3 배터리 제거

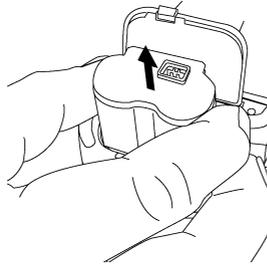
프로시저

배터리를 제거하려면 다음 절차를 따르십시오.

<p>1</p>	<p>배터리함 덮개의 분리 버튼을 눌러 배터리함 덮개를 잠금 해제합니다.</p> <p>10759603.a1</p> 
<p>2</p>	<p>배터리함 덮개를 엽니다.</p> <p>10763903.a1</p> 
<p>3</p>	<p>적색 분리 버튼을 화살표 방향으로 눌러 배터리를 분리합니다.</p> <p>10760003.a2</p> 

4 배터리함에서 배터리를 꺼냅니다.

10760103.a1



15.4 카메라 켜기

프로시저 카메라를 켜려면 켜기/끄기 버튼을 눌렀다 놓습니다.

15.5 카메라 끄기

프로시저 카메라를 끄려면 켜기/끄기 버튼을 2초 이상 길게 누릅니다.

15.6 대기 모드로 들어가기

프로시저 대기 모드로 들어가려면 켜기/끄기 버튼을 약 0.2초 이상 길게 누릅니다.

15.7 대기 모드 종료하기

프로시저 대기 모드를 종료하려면 켜기/끄기 버튼을 약 0.2초 이상 길게 누릅니다.

15.8

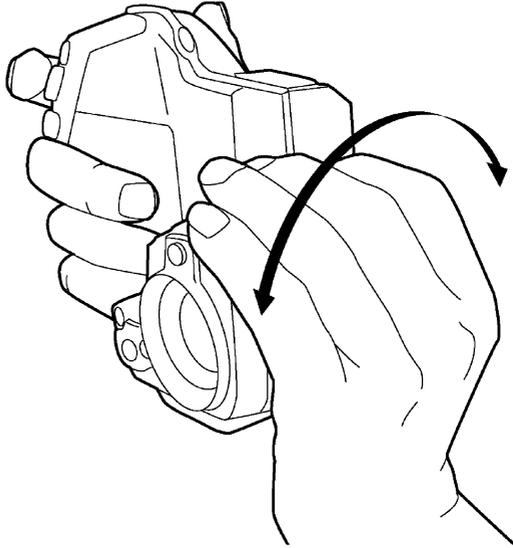
렌즈 각도 조절

일반 정보

작업 위치를 최대한 편안하게 하려면 렌즈 각도를 조절할 수 있습니다.

그림

10760203.a1



프로시저

각도를 조절하려면 렌즈를 위 또는 아래로 움직입니다.

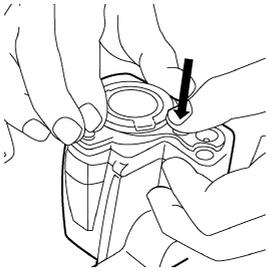
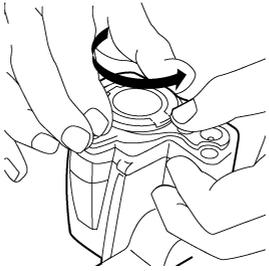
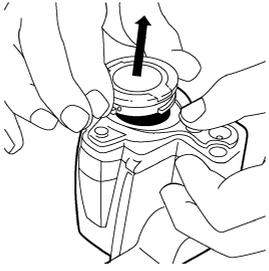
15.9 적외선 렌즈 추가 장착

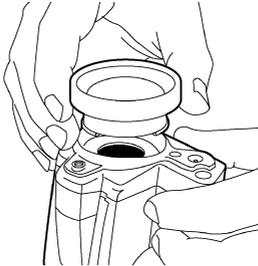
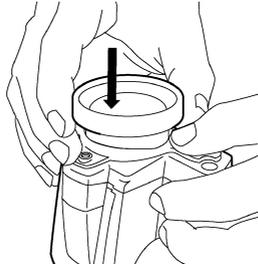
참고

적외선 렌즈를 장착할 때 렌즈 표면을 만지지 마십시오. 렌즈 표면을 만지게 되면 111 페이지의 단원 22.2 - 적외선 렌즈의 지침에 따라 렌즈를 청소하십시오.

프로시저

적외선 렌즈를 추가로 장착하려면 다음 절차를 따르십시오.

<p>1</p>	<p>렌즈 분리 버튼을 눌러 렌즈 캡을 잠금 해제합니다.</p> <p>10764003.a:1</p>  <p>A line drawing showing a hand holding a camera. The lens cap is partially attached. A black arrow points to a small button on the lens cap, indicating it should be pressed to unlock it.</p>
<p>2</p>	<p>렌즈 캡을 시계 반대 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).</p> <p>10764103.a:1</p>  <p>A line drawing showing the lens cap being rotated counter-clockwise. A curved black arrow indicates the direction of rotation.</p>
<p>3</p>	<p>렌즈 캡을 배요넷 링에서 천천히 꺼냅니다.</p> <p>10764203.a:1</p>  <p>A line drawing showing the lens cap being lifted away from the lens. A black arrow points upwards from the lens cap, indicating it should be lifted off.</p>

4	<p>렌즈를 배요넷 링 앞에 올바르게 놓습니다.</p> <p>10764303.a:1</p> 
5	<p>렌즈를 올바른 위치에 천천히 밀어 넣습니다.</p> <p>10764403.a:1</p> 
6	<p>렌즈를 시계 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).</p> <p>10764503.a:1</p> 

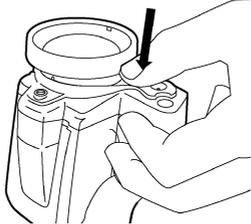
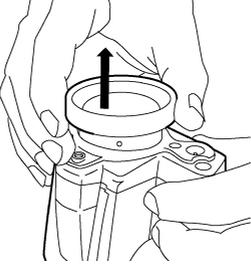
15.10 추가한 적외선 렌즈 제거

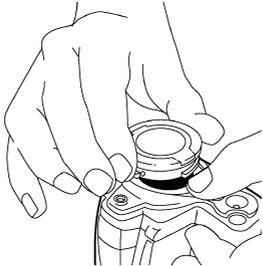
참고

- 적외선 렌즈를 분리할 때 렌즈 표면에 닿지 않도록 하십시오. 닿았다면 111페이지의 22.2 - 적외선 렌즈 단원에서 설명한 방법에 따라 청소하십시오.
- 렌즈를 제거한 경우 먼지 및 지문이 묻지 않도록 즉시 렌즈 캡을 렌즈 위에 덮으십시오.

프로시저

추가한 적외선 렌즈를 제거하려면 다음 절차를 따르십시오.

<p>1</p> <p>10764603.a:1</p>	<p>렌즈 분리 버튼을 눌러 렌즈를 잠금 해제합니다.</p> 
<p>2</p> <p>10764703.a:1</p>	<p>렌즈를 시계 반대 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).</p> 
<p>3</p> <p>10764803.a:1</p>	<p>렌즈를 베요넷 링에서 천천히 꺼냅니다.</p> 

4	<p>렌즈 캡을 배요넷 링 앞에 올바르게 놓습니다.</p> <p>10764903.a:1</p> 
5	<p>렌즈 캡을 올바른 위치에 천천히 밀어 넣습니다.</p> <p>10765003.a:1</p> 
6	<p>렌즈 캡을 시계 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).</p> <p>10765103.a:1</p> 

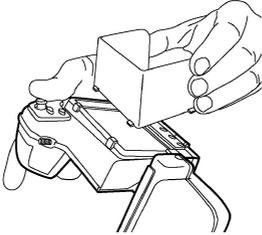
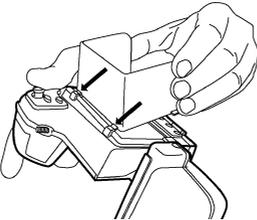
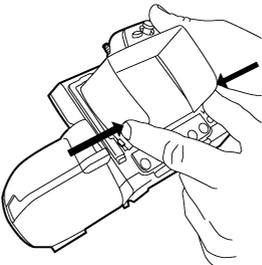
15.11 햇빛 가리개 부착

일반 정보

햇빛에서도 LCD 화면을 보다 쉽게 볼 수 있도록 카메라에 햇빛 가리개를 부착할 수 있습니다.

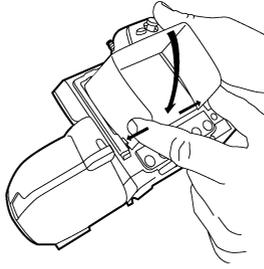
프로시저

카메라에 햇빛 가리개를 부착하려면 다음 절차를 따르십시오.

<p>1</p>	<p>햇빛 가리개의 전면 탭 2개를 화면 상단에 있는 해당 노치 2개에 맞게 정렬합니다.</p> <p>10765203.a1</p> 
<p>2</p>	<p>햇빛 가리개의 전면부를 올바른 위치에 밀어 넣습니다. 탭 2개가 해당 노치 2개에 맞게 정렬되었는지 확인합니다.</p> <p>10765303.a1</p> 
<p>3</p>	<p>햇빛 가리개의 뒤쪽 날개 2개를 조심스럽게 잡습니다.</p> <p>10765403.a1</p> 

- 4** 햇빛 가리개의 후면부를 화면 쪽으로 민 다음 손을 땁니다. 탭 2개가 해당 노치 2개에 맞게 정렬되었는지 확인합니다.

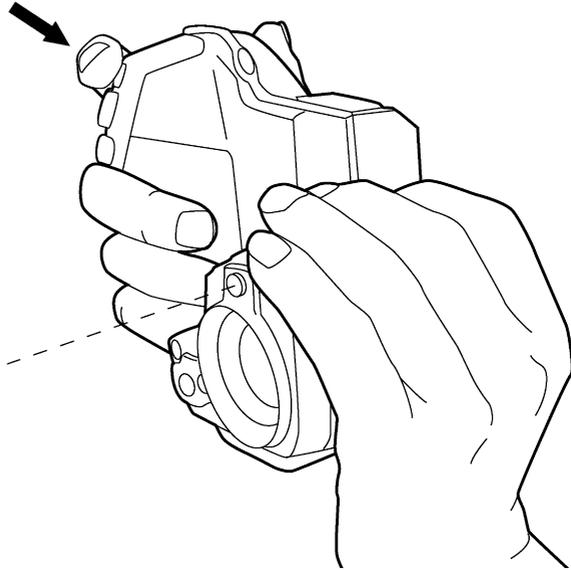
10765503.a1



15.12 레이저 포인터 사용

그림

10760303.a1



프로시저

레이저 포인터를 사용하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	레이저 포인터를 켜려면 레이저 포인터 버튼을 길게 누릅니다.
2	레이저 포인터를 끄려면 레이저 포인터 버튼을 놓습니다.

참고

일부 지역에서는 레이저 포인터가 제공되지 않습니다.

16

이미지 및 폴더 작업

16.1

적외선 카메라 초점 조절

프로시저

적외선 카메라 초점을 조절하려면 다음과 같이 합니다.

- 초점을 멀리 조절하려면 초점 버튼 왼쪽을 누릅니다.
 - 초점을 가깝게 조절하려면 초점 버튼 오른쪽을 누릅니다.
 - 초점을 자동 조절하려면 초점 버튼을 카메라 버튼 쪽으로 짧게 누릅니다.
-

참고

초점을 자동 조절하는 동안에는 카메라를 안정적으로 잡고 있는 것이 중요합니다.

16.2 이미지 미리보기

일반 정보	<p>미리보기 모드에서 저장하기 전에 다양한 유형의 주석을 이미지에 추가할 수 있습니다. 이 작업은 이미지를 미리 볼 때 자동으로 표시되는 문서 도구 모음에서 합니다.</p> <p>미리보기 모드에서는 또한 SD 메모리 카드에 저장하기 전에 이미지에 필요한 정보가 담겼는지 확인할 수 있습니다.</p>
프로시저	<p>이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다.</p>
관련 항목	<ul style="list-style-type: none">■ 문서 도구 모음에 대한 자세한 내용은 31 페이지의 10.2.2 - 문서 도구 모음 단원을 참조하십시오.■ 주석 추가에 대한 자세한 내용은 98 페이지의 20 - 이미지 주석 달기 단원을 참조하십시오.

16.3 이미지 저장

일반 정보

SD 메모리 카드에 하나 이상의 이미지를 저장할 수 있습니다.

메모리 카드 포맷

최상의 성능을 위해 메모리 카드는 FAT(FAT16) 파일 시스템에 맞게 포맷되어야 합니다. FAT32로 포맷된 메모리 카드를 사용하면 성능이 저하될 수 있습니다. 메모리 카드를 FAT(FAT16)에 맞게 포맷하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	컴퓨터에 연결된 카드 판독기에 메모리 카드를 삽입합니다.
2	Windows® 탐색기에서 내 컴퓨터를 선택하고 메모리 카드를 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭합니다.
3	포맷을 선택합니다.
4	파일 시스템에서 FAT를 선택합니다.
5	시작을 클릭합니다.

이미지 용량

다음 표에는 SD 메모리 카드에 저장할 수 있는 대략적인 이미지 수를 나타냈습니다.

카드 크기	음성 주석 없음	30초 음성 주석 포함
256MB	500	250
512MB	1000	500
1GB	2000	1000

프로시저

미리보기 없이 이미지를 저장하려면 미리보기/저장 버튼을 1초 이상 길게 누릅니다.

16.4 일정 간격으로 이미지 저장

일반 정보

이 모드를 선택하면 지정된 시간 간격에 따라 정기적으로 저장할 수 있습니다.

프로시저

이미지를 일정 간격으로 저장하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	모드 버튼을 누릅니다.
2	조이스틱을 사용하여 프로그램을 선택합니다.
3	조이스틱을 누릅니다.
4	조이스틱을  도구 모음 버튼으로 이동한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 설정 메뉴가 표시됩니다.
5	조이스틱을 사용하여 원하는 매개변수를 설정합니다.
6	일정 간격 저장을 시작하려면 조이스틱을  도구 모음 버튼으로 이동한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이제 일정 간격 저장이 시작되며 다음 도구 모음이 표시됩니다. 
7	기록을 중지하려면 조이스틱을  도구 모음 버튼으로 이동한 다음 조이스틱을 누릅니다.

16.5 이미지 열기

일반 정보

이미지를 저장하면 SD 메모리 카드에 이미지가 저장됩니다. 이미지를 다시 표시하려면 SD 메모리 카드에서 이미지를 재호출하면 됩니다.

프로시저

이미지를 열려면 다음 절차를 따르십시오.

1	가장 최근에 저장된 이미지를 열려면 아카이브 버튼을 누릅니다.
2	<p>다른 이미지를 열고 싶으면 다음 중 한 가지를 하십시오.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 조이스틱을 위로 움직입니다. 이렇게 하면 이미지가 축소판 그림으로 표시됩니다. ■ 2 조이스틱을 사용하여 열고자 하는 이미지를 선택합니다. ■ 3 선택 버튼을 눌러 이 이미지를 엽니다. ■ 조이스틱을 왼쪽/오른쪽으로 움직입니다. 이렇게 하면 다음/이전 이미지가 전체 이미지 모드로 표시됩니다.

참고

아카이브 모드를 종료하려면 아카이브 버튼을 누릅니다.

16.6 파노라마 기능 사용

일반 정보

카메라에는 파노라마 기능이 있습니다. 이는 일반 이미지를 함께 스티칭하여 보다 큰 이미지를 만들 수 있음을 의미합니다.

특수 모드를 사용하여 이미지가 카메라에 저장됩니다. 실제 스티칭은 후 처리 작업을 위해 FLIR Systems PC 소프트웨어에서 진행됩니다(예: FLIR Reporter 또는).

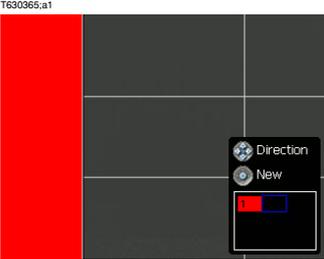
참고

- 이 모드로 전환되면 모든 그래픽이 화면에서 제거됩니다.
- 이 모드로 전환되면 모든 측정 도구가 비활성화되지만 이 모드를 종료하면 다시 활성화됩니다.
- 축소판 그림 보기에서 이 기능을 사용하여 만들어진 이미지에는 아이콘  이 표시됩니다.

프로시저

파노라마 이미지를 만들려면 다음 절차를 따르십시오.

1	모드 버튼을 누릅니다.
2	조이스틱을 사용하여 파노라마를 선택합니다.
3	<p>조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 다음 화면이 표시됩니다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">  </div> <p>화면은 네 개의 안내선을 사용하여 아홉 개의 영역으로 구분됩니다. 도구 창에서 청색 사각형은 이미지를 저장할 때 저장되는 화면의 섹션을 의미합니다.</p> <p>이와 같은 안내선은 이미지를 저장하려는 다음 영역으로 카메라를 이동할 때 보조 도구로만 사용해야 하며 안내선을 사용하면 보다 쉽게 이미지를 정렬할 수 있습니다.</p>

4	<p>이미지를 저장하려면 미리보기/저장 버튼을 1초 이상 길게 누릅니다. 저장된 이미지가 도구 창의 해당 영역에 표시됩니다. 화면의 맨 왼쪽 영역에 방금 저장된 이미지가 표시됨을 확인할 수 있습니다(여기에서는 적색으로 표시됨).</p>  <p>T630365.a1</p>
5	<p>조이스틱을 사용하여 다음 이미지를 저장할 영역을 선택한 다음 미리보기/저장 버튼을 눌러 이미지를 저장할 수 있습니다. 완벽한 이미지를 만들 때까지 다음 절차를 계속해서 사용하십시오.</p>
6	<p>이 모드를 종료하고 나가려면 모드 버튼을 누릅니다.</p>

16.7 수동으로 이미지 조절

일반 정보

이미지를 자동으로 또는 수동으로 조절할 수 있습니다.

이러한 두 모드는 화면의 상단 오른쪽 모서리에 글자 **A**와 **M**으로 표시됩니다. **A/M** 버튼을 사용하여 이들 두 모드 간에 전환합니다.

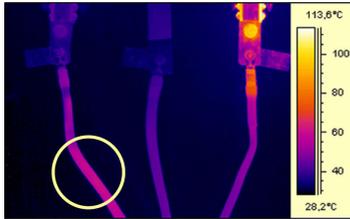
예제 1

이 그림은 케이블 연결 지점의 두 적외선 이미지를 보여줍니다. 왼쪽 이미지에서 이미지 자동 조절 기능만 사용할 경우 원으로 표시된 케이블을 정확히 분석하기 어렵습니다. 다음을 수행하면 원으로 표시된 케이블을 더욱 자세히 분석할 수 있습니다.

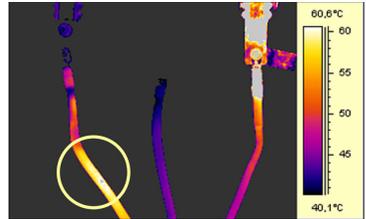
- 온도 스케일 레벨을 변경합니다.
- 온도 스케일 스펀을 변경합니다.

왼쪽 이미지는 자동 조절된 이미지입니다. 우측 이미지에서 최대/최소 온도 레벨이 피사체에 가까운 온도 레벨로 변경되었습니다. 각 이미지 오른쪽의 온도 스케일에서 온도 레벨이 어떻게 변경되었는지 확인할 수 있습니다.

10577503.a2



A (automatic)



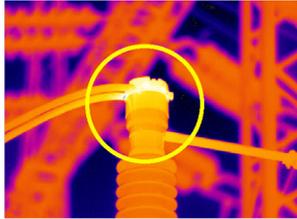
M (manual)

예제 2

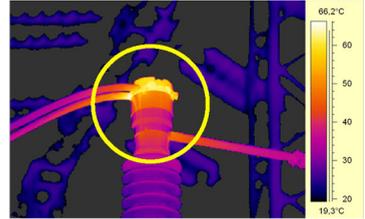
이 그림은 전선 절연체의 두 적외선 이미지를 보여줍니다.

왼쪽 이미지에서 차가운 하늘과 전선 구조는 -26.0°C 의 최소 온도에서 기록되었습니다. 오른쪽 이미지에서 최대/최소 온도 레벨이 절연체에 가까운 온도 레벨로 변경되었습니다. 이를 통해 절연체의 온도 변동을 손쉽게 분석할 수 있습니다.

10742503.a3



A (automatic)



M (manual)

온도 스케일 레벨
변경

온도 스케일 레벨을 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	카메라에 라이브 적외선 이미지가 표시되는지 확인합니다. 이렇게 하려면 모드 버튼과 조이스틱을 사용하여 카메라 모드를 선택하면 됩니다.
2	카메라가 수동 조절 모드인지 확인합니다. 화면 오른쪽 상단에 M이 표시되어 있으면 수동 조절 모드입니다. 그렇지 않은 경우에는 A/M 버튼을 다시 누릅니다.
3	온도 스케일 레벨을 변경하려면 조이스틱을 위/아래로 움직입니다. 하지만 동일한 양만큼 최소 스케일 레벨 온도와 최대 스케일 레벨 온도가 모두 변경된다는 점에 유의하십시오.

온도 스케일 스펀
변경

온도 스케일 스펀을 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	카메라가 라이브 적외선 이미지를 표시하는지 확인합니다.
2	카메라가 수동 조절 모드인지 확인합니다. 화면 오른쪽 상단에 M이 표시되어 있으면 수동 조절 모드입니다. 그렇지 않은 경우에는 A/M 버튼을 다시 누릅니다.
3	온도 스케일 스펀을 변경하려면 조이스틱을 왼쪽/오른쪽으로 움직입니다.

16.8

오버레이 그래픽 숨기기

일반 정보

오버레이 그래픽은 이미지에 대한 정보를 제공합니다. 단계적으로 오버레이 그래픽을 숨기도록 선택할 수 있습니다.

프로시저

단계적으로 오버레이 그래픽을 숨기려면 **Info** 버튼을 누릅니다.

16.9 이미지 삭제

일반 정보

SD 메모리 카드에서 하나 이상의 이미지를 삭제할 수 있습니다.

프로시저

이미지를 삭제하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	아카이브 버튼을 누릅니다.
2	다음 중 하나를 수행합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 조이스틱을 왼쪽/오른쪽으로 움직여 삭제할 이미지를 선택한 다음 아래 5단계로 이동합니다. ■ 조이스틱을 위/아래로 움직여 이미지를 축소판 그림으로 표시한 다음 아래 3단계로 이동합니다.
3	조이스틱을 사용하여 삭제하고자 하는 이미지를 선택합니다.
4	조이스틱을 눌러 이미지를 엽니다.
5	조이스틱을 눌러 메뉴를 표시합니다.
6	메뉴에서 조이스틱을 사용하여 이미지 삭제를 선택합니다.
7	확인하려면 조이스틱을 누릅니다.

16.10 모든 이미지 삭제

일반 정보

SD 메모리 카드에서 이미지를 모두 삭제할 수 있습니다.

프로시저

모든 이미지를 삭제하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	아카이브 버튼을 누릅니다.
2	조이스틱을 눌러 메뉴를 표시합니다.
3	메뉴에서 조이스틱을 사용하여 모두 삭제를 선택합니다.
4	확인하려면 조이스틱을 누릅니다.

16.11 폴더 작업

일반 정보

다른 폴더의 이미지를 정렬할 수 있으며 사용하지 않는 폴더를 삭제할 수도 있습니다.

프로시저

새 폴더를 만들려면 다음 절차를 따르십시오.

1	Setup 버튼을 누릅니다.
2	카메라 탭으로 갑니다.
3	작업 폴더를 선택합니다.
4	조이스틱을 누릅니다.
5	새 폴더를 만들려면 조이스틱을 오른쪽으로 이동하여  도구 모음 버튼을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이제 새 폴더가 만들어졌습니다.
6	모드 버튼을 눌러 대화상자를 종료합니다.

참고

Eye-Fi® 메모리 카드를 사용하면 DCIM 폴더가 자동으로 생성되고 Flickr, Facebook, Picasa, MobileMe, YouTube, FTP 등에 적외선 이미지와 사진을 업로드할 수 있습니다.

자세한 정보는 <http://www.eye.fi>를 참조하십시오.

프로시저

폴더를 삭제하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	Setup 버튼을 누릅니다.
2	카메라 탭으로 갑니다.
3	작업 폴더를 선택합니다.
4	조이스틱을 누릅니다.
5	폴더를 삭제하려면 조이스틱을 사용하여 폴더를 선택합니다.
6	조이스틱을 오른쪽으로 이동하여  도구 모음 버튼을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이제 이 폴더가 삭제되었습니다.
7	모드 버튼을 눌러 대화상자를 종료합니다.

참고

Eye-Fi® 메모리 카드를 사용하면 DCIM 폴더가 자동으로 생성되고 Flickr, Facebook, Picasa, MobileMe, YouTube, FTP 등에 적외선 이미지와 사진을 업로드할 수 있습니다.

자세한 정보는 <http://www.eye.fi>를 참조하십시오.

프로시저

폴더를 작업 폴더로 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	Setup 버튼을 누릅니다.
2	카메라 탭으로 갑니다.
3	작업 폴더를 선택합니다.
4	조이스틱을 누릅니다.
5	(이 단계에서는 작업 폴더가 하나 이상 있다고 가정합니다.) 다른 폴더를 작업 폴더로 설정하려면 조이스틱을 사용하여 폴더를 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이제 새 폴더가 작업 폴더로 설정되었습니다.
6	모드 버튼을 눌러 대화상자를 종료합니다.

참고

Eye-Fi® 메모리 카드를 사용하면 DCIM 폴더가 자동으로 생성되고 Flickr, Facebook, Picasa, MobileMe, YouTube, FTP 등에 적외선 이미지와 사진을 업로드할 수 있습니다.

자세한 정보는 <http://www.eye.fi>를 참조하십시오.

16.12

USB 메모리 스틱에 이미지 복사

일반 정보

카메라에서 USB 메모리 스틱으로 이미지를 복사할 수 있습니다.

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	USB 커넥터에 USB 메모리 스틱을 삽입합니다.
2	아카이브 버튼을 누릅니다.
3	다음 중 하나를 수행합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 조이스틱을 왼쪽/오른쪽으로 움직여 이동할 이미지를 선택한 다음 아래 6단계로 이동합니다. ■ 조이스틱을 위/아래로 움직여 이미지를 축소판 그림으로 표시한 다음 아래 4단계로 이동합니다.
4	조이스틱을 사용하여 삭제하고자 하는 이미지를 선택합니다.
5	조이스틱을 눌러 이미지를 엽니다.
6	조이스틱을 눌러 메뉴를 표시합니다.
7	메뉴에서 다음 중 하나를 수행합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 조이스틱을 사용하여 USB 드라이브로 복사를 선택합니다. ■ 조이스틱을 사용하여 USB 드라이브로 폴더 복사를 선택합니다.

16.13 Adobe® PDF 보고서 생성

일반 정보

SD 메모리 스틱에 있는 이미지에 관한 Adobe® PDF 보고서를 생성할 수 있습니다. 보고서에는 다음과 같은 사항이 포함됩니다.

- 적외선 이미지(관련 실영상 포함).
- 문자 주석 목록.
- 측정 결과 목록.
- 피사체 매개변수 목록.
- 스케치.
- 이미지 설명.

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	USB 커넥터에 USB 메모리 스틱을 삽입합니다.
2	아카이브 버튼을 누릅니다.
3	다음 중 하나를 수행합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 조이스틱을 왼쪽/오른쪽으로 움직여 보고서를 생성하고자 하는 대상 이미지를 선택한 다음 아래 6단계로 이동합니다. ■ 조이스틱을 위/아래로 움직여 이미지를 축소판 그림으로 표시한 다음 아래 4단계로 이동합니다.
4	보고서를 생성하고자 하는 대상 이미지를 선택합니다.
5	조이스틱을 눌러 이미지를 엽니다.
6	조이스틱을 눌러 메뉴를 표시합니다.
7	메뉴에서 조이스틱을 사용하여 보고서 페이지 생성을 선택합니다.

참고

PC에서 보고서를 보려면 Adobe® Reader가 필요합니다. 이 소프트웨어는 다음 사이트에서 무료로 다운로드할 수 있습니다.

<http://get.adobe.com/reader/>

합성이란?

합성은 디지털 사진 일부를 적외선 이미지로 표시할 수 있게 하는 기능입니다.

예를 들어, 카메라를 설정하여 적외선 내의 특정 온도를 가진 이미지의 모든 영역을 표시하고 나머지 영역은 디지털 사진으로 표시할 수 있습니다. 또한 카메라를 설정하여 적외선 이미지 프레임을 디지털 사진 상단에 표시할 수 있습니다. 그리고 나서 적외선 이미지 주변을 이동하거나 이미지 프레임 크기를 변경할 수 있습니다.

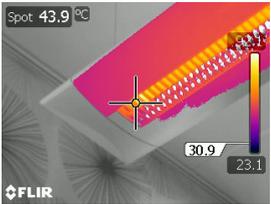
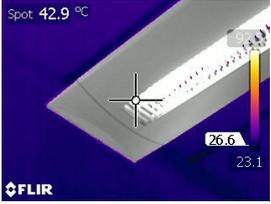
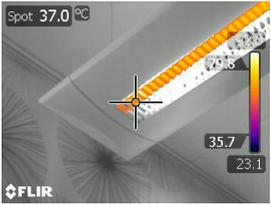
합성 유형

카메라 모델에 따라 최대 4가지 유형의 합성을 사용할 수 있습니다. 사용할 수 있는 유형은 다음과 같습니다.

- 위: 특정 온도 수준 이상의 온도를 가진 디지털 사진 내의 모든 영역이 적외선에 표시됩니다.
- 아래: 특정 온도 수준 이하의 온도를 가진 디지털 사진 내의 모든 영역이 적외선에 표시됩니다.
- 구간: 두 특정 온도 수준 간의 온도를 가진 디지털 사진 내의 모든 영역이 적외선에 표시됩니다.
- 화면 속 화면(PIP): 적외선 이미지 프레임이 디지털 사진 상단에 표시됩니다.

이미지 예

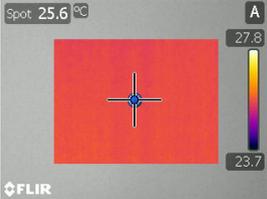
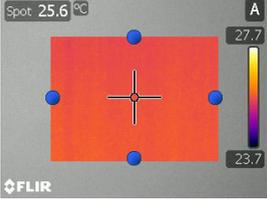
다음 테이블은 4가지 합성 유형에 대한 설명입니다.

합성 유형	이미지
위	
아래	
구간	
화면 속 화면(PIP)	

일반 정보 합성을 활성화하기 전에 합성 유형을 설정해야 합니다.

합성 유형 설정 방법 합성 유형을 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	설정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 조이스틱을 사용하여 합성을 선택합니다.
3	조이스틱을 누릅니다.
4	합성 상자에서 다음 중 하나를 선택합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 위 ■ 아래 ■ 구간 ■ 화면 속 화면(PIP)
5	조이스틱을 눌러 선택 사항을 확인합니다.
6	설정 버튼을 누릅니다.

<p>7</p>	<p>다음 중 한 가지 이상을 하십시오.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 위 또는 아래를 선택하는 경우, 조이스틱을 위 또는 아래로 움직여 온도 수준을 조절합니다. 온도 수준은 온도 스케일을 따라 '플래그'로 표시됩니다. 아래 그림을 참조하십시오.  <ul style="list-style-type: none"> ■ 구간을 선택하는 경우, 다음 중 한 가지 이상을 할 수 있습니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 조이스틱 위/아래를 눌러 간격을 위/아래로 움직입니다. ■ 조이스틱 왼쪽/오른쪽을 눌러 간격을 늘리거나 줄입니다. ■ 화면 속 화면(PIP)을 선택하는 경우, 다음 중 한 가지 이상을 할 수 있습니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 조이스틱을 한 번 누르면 적외선 이미지 프레임 중앙에 파란색 표시등이 표시됩니다. 이제 조이스틱을 사용하여 이미지 프레임을 움직일 수 있습니다. 아래 그림을 참조하십시오.  <ul style="list-style-type: none"> ■ 조이스틱을 두 번 누르면 적외선 이미지 프레임 주변에 파란색 표시등이 4개 표시됩니다. 이제 조이스틱을 사용하여 이미지 프레임 크기를 조절할 수 있습니다. 아래 그림을 참조하십시오. 
<p>8</p>	<p>합성을 비활성화하려면 위의 4단계를 반복하고 꺼짐을 선택합니다.</p>

일반 정보	합성을 활성화하기 전에 합성 유형을 설정해야 합니다. 합성 유형 설정 방법에 관한 정보는 이전 페이지를 참조하십시오.
합성 활성화 방법	합성을 활성화하려면 합성이라는 단어가 화면에 표시될 때까지 카메라 버튼을 누릅니다.
참고	<ul style="list-style-type: none"> ■ 합성을 사용할 때 이미지를 저장하고 나면 온도 수준을 변경할 수 있고 적외선 이미지 프레임의 크기 및 위치를 변경할 수 있습니다. 또한 FLIR Reporter에서 이 작업을 수행할 수 있습니다. ■ 합성을 활성화할 때 현재 회색으로 설정된 팔레트가 칼라 팔레트 중 하나로 설정됩니다. 이 단계를 수행하면 대비가 증가됩니다. ■ 합성을 활성화할 때 카메라가 칼라 비디오 대신 흑백 비디오를 표시하도록 설정됩니다. 이 단계를 수행하면 대비가 증가됩니다.

일반 정보

비방사성 적외선 또는 영상 비디오 클립을 녹화할 수 있습니다. 이 모드에서는 카메라를 일반 디지털 비디오 카메라로 생각할 수 있습니다.

비디오 클립은 Windows® 미디어 플레이어에서 재생할 수 있지만, 비디오 클립에서 방사성 정보를 가져올 수는 없습니다.

프로시저

비디오 클립을 녹화하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	모드 버튼을 누릅니다.
2	조이스틱을 사용하여 비디오를 선택합니다.
3	비디오 녹화를 시작하려면 조이스틱을 누릅니다. 녹화가 시작되었음을 나타내는 안내문이 표시됩니다.
4	비디오 녹화를 중지하려면 조이스틱을 다시 누릅니다. 비디오 녹화를 중지하면 비디오 녹화 도구 모음의 도구를 사용하여 카메라에서 녹화를 재생할 수 있습니다. 자세한 내용은 35페이지의 10.2.5 - 비디오 녹화 도구 모음 단원을 참조하십시오.

참고

- 이 모드에서는 최근에 녹화된 비디오 클립만 볼 수 있습니다. 다른 비디오 클립을 보려면 아카이브 모드로 이동하십시오.
- 비디오 클립을 Windows® 미디어 플레이어에서 재생할 수 있습니다. 하지만 이를 위해서는 MPEG-4 비디오, MPEG-4 오디오, MP4 파일 포맷을 지원하는 MPEG-4 툴킷인 3ivx D4 Decoder를 구입, 다운로드 및 설치해야 합니다. 3ivx D4 Decoder는 <http://www.3ivx.com/>에서 다운로드할 수 있습니다.
- 예를 들어 <http://sourceforge.net/projects/ffdshow>에 있는 ffdshow와 같은 다른 비디오 플레이어도 사용할 수 있습니다.
- 코덱은 <http://www.free-codecs.com/>에서 다운로드할 수 있습니다.
- FLIR Systems는 타사의 비디오 플레이어 및 코덱의 기능에 대해 어떠한 책임도 지지 않습니다.

19

측정 도구 및 등온선 작업

19.1

측정 도구 설정

일반 정보

온도를 측정하려면 하나 이상의 측정 도구를 사용합니다. 이 단원에서는 스팟미터 또는 영역 설정 방법을 설명합니다.

프로시저

스팟미터를 설정하거나 영역을 사용하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 조이스틱을 사용하여 다음 명령 중 하나를 선택합니다. <ul style="list-style-type: none">■ 측정 스팟■ 측정 영역.
3	조이스틱을 눌러 선택 사항을 확인합니다. 영역 도구의 경우, 최대 또는 최소 온도가 표시되어야 하는지 여부 또한 설정해야 합니다.
4	측정 버튼을 눌러 메뉴를 종료합니다. 측정 도구의 온도는 화면 왼쪽 상단에 표시됩니다.

참고

올바른 온도를 표시하려면 원하는 피사체에 스팟미터 중심 내의 영역이 포함되어 있어야 합니다.

정확한 측정을 위해서는 피사체 매개변수를 설정해야 합니다. 96 페이지의 19.9 - 개체 매개변수 변경 단원을 참조하십시오.

관련 항목

또한 보다 복잡한 설정이 가능한 고급 모드를 사용하여 측정 도구를 설정할 수 있습니다. 자세한 내용은 88 페이지의 19.2 - 측정 도구 설정(고급 모드) 단원을 참조하십시오.

19.2 측정 도구 설정(고급 모드)

일반 정보

고급 모드를 사용하여 측정 도구를 설정할 수 있습니다. 이 모드에서는 여러 도구를 결합할 수 있으며 화면에 임의로 배치할 수 있습니다.

프로시저

고급 모드를 사용하여 측정 도구를 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 고급을 선택합니다.
3	조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 화면 하단에 측정 도구 모음이 표시됩니다.
4	<p>다음 중 한 가지 이상을 하십시오.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 등온선을 만들려면  도구 모음 버튼을 선택합니다. 이렇게 하면 사용하고자 하는 등온선 유형을 선택할 수 있도록 메뉴가 표시됩니다. ■ 스팟미터를 만들려면  도구 모음 버튼을 선택하고 조이스틱을 누릅니다. ■ 영역을 만들려면  도구 모음 버튼을 선택하고 조이스틱을 누릅니다.

관련 항목

- 등온선에 대한 자세한 내용은 90 페이지의 19.4 - 등온선 설정 단원을 참조하십시오.
- 측정 도구 모음에 대한 자세한 내용은 29 페이지의 10.2.1 - 측정 도구 모음 단원을 참조하십시오.

19.3

차이 계산 설정

일반 정보

카메라는 온도 차이, 예를 들어, 스팟미터 또는 영역과 참조 온도 간의 온도 차이를 계산할 수 있습니다.

프로시저

차이 계산을 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	이전 섹션에 따라 스팟미터 또는 영역을 설정합니다.
3	메뉴에서 고급을 선택합니다.
4	조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 화면 하단에 측정 도구 모음이 표시됩니다.
5	조이스틱을 사용하여 차이 계산 도구 모음 버튼(대문자 델타 기호 Δ 로 표시)을 선택합니다.
6	조이스틱으로 커짐을 선택하고 조이스틱을 눌러 차이 계산을 활성화합니다. 이제 카메라는 스팟미터 (또는) 결과 값과 참조 온도 간의 차이를 계산합니다. 계산 결과가 화면에 표시됩니다.

19.4 등온선 설정

일반 정보

특정한 측정 조건이 부합되면 카메라에 등온선 칼라를 표시하게 할 수 있습니다. 설정할 수 있는 등온선은 다음과 같습니다.

- 온도가 미리 설정된 값 이상으로 상승할 때 표시되는 등온선 칼라.
- 온도가 미리 설정된 값 이하로 하락할 때 표시되는 등온선 칼라.
- 카메라가 건물 구조 내부에 습기 발생 위험이 있을 수 있는 영역을 탐지할 때 표시되는 등온선 칼라.
- 카메라가 벽에 단열 결함이 있을 수 있는 영역을 탐지할 때 표시되는 등온선 칼라.

고온 등온선 설정

온도가 미리 설정된 값 이상으로 상승할 때 표시되는 등온선 칼라를 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 고온 감지를 선택합니다.
3	조이스틱을 세 번 누릅니다.
4	조이스틱을 위/아래로 움직여 표시하고자 하는 등온선 칼라의 온도를 설정합니다.
5	확인하려면 조이스틱을 누릅니다.
6	측정 버튼을 눌러 기본 메뉴를 종료합니다. 온도가 설정 온도 레벨을 초과하면 화면에 등온선 칼라가 표시됩니다.

저온 등온선 설정

온도가 미리 설정된 값 이하로 하락할 때 표시되는 등온선 칼라를 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 저온 감지를 선택합니다.
3	조이스틱을 세 번 누릅니다.
4	조이스틱을 위/아래로 움직여 표시하고자 하는 등온선 칼라의 온도를 설정합니다.
5	확인하려면 조이스틱을 누릅니다.
6	측정 버튼을 눌러 기본 메뉴를 종료합니다. 온도가 설정 레벨 아래로 떨어지면 화면에 등온선 칼라가 표시됩니다.

습기 등온선 설정 카메라가 건물 구조 내부에 습기 발생 위험이 있을 수 있는 영역을 탐지할 때 표시되는 등온선 칼라를 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 습도 감지를 선택합니다.
3	조이스틱을 두 번 누릅니다.
4	조이스틱을 사용하여 다음 매개변수를 설정합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 상대 습도 한계 %: 탐지하고자 하는 영역(예컨대, 건물 구조)의 상대 습도 임계. 예를 들어, 상대 습도가 100% 미만인 영역에서 곰팡이가 자라게 되므로 이러한 영역을 탐지할 수 있습니다. ■ 상대 습도: 조사 현장의 현재 상대 습도. ■ 대기 온도: 조사 현장의 현재 대기 온도.
5	조이스틱을 눌러 각각의 선택 사항을 확인합니다.
6	측정 버튼을 눌러 기본 메뉴를 종료합니다. 상대 습도가 설정 레벨을 초과하면 화면에 등온선 칼라가 표시됩니다.

단열 등온선 설정 카메라가 벽에 단열 결함이 있을 수 있는 영역을 탐지할 때 표시되는 등온선 칼라를 설정하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 단열 감지를 선택합니다.
3	조이스틱을 두 번 누릅니다.
4	조이스틱을 사용하여 다음 매개변수를 설정합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 내부 온도: 조사 중인 건물 내부의 온도. ■ 외부 온도: 조사 중인 건물 외부의 온도. ■ 열지수 %: 허용된 벽 통과 에너지 손실. 건축물 법규마다 권장값이 서로 다르지만, 일반적으로 신축 건물의 경우에는 60-80 정도입니다. 정확한 권장값은 해당 국가의 건축물 법규를 참조하십시오.
5	조이스틱을 눌러 각각의 선택 사항을 확인합니다.
6	측정 버튼을 눌러 기본 메뉴를 종료합니다. 에너지 손실이 설정값보다 큰 영역을 카메라가 탐지하면 화면에 등온선 칼라가 표시됩니다.

19.5 상승한 안면 온도 선별

일반 정보

설정된 참고 온도 보다 높은 안면 온도를 위해 선별 기능으로 다수의 사람을 선별할 수 있습니다.

상승된 온도가 탐지되면 카메라에서 시각적 사운드 알람이 울립니다. 사운드 알람을 끌 수도 있습니다.

참고

안면 온도를 선별하는 사람의 안경을 제거합니다.

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	측정하기 전에 카메라를 켜고 최소 30분간 기다립니다.
2	방사율을 0.98로 설정합니다.
3	측정 버튼을 눌러 메뉴를 표시합니다.
4	조이스틱을 위/아래로 이동하여 선별을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다.
5	조이스틱을 사용하여 알람차를 설정합니다. 이 값은 참고 온도(나중에 설명)와 카메라에서 알람이 울리는 온도 간의 차이입니다. 일반적인 값은 2°C입니다.
6	조이스틱을 사용하여 사운드 알람을 켜거나 끕니다(경고음).
7	측정 버튼을 눌러 선별 정확도 유지에 대한 정보를 검토합니다.
8	카메라를 정상 온도라고 생각되는 안면에 조준합니다(세로 방향, 최소 75%의 이미지 폭을 덮는 안면 거리보다 가까운 거리). 레이저 버튼을 눌러 온도 샘플을 저장합니다. 정상 온도라고 생각되는 최소 10개의 안면에 대해 이 절차를 반복합니다. 지금 참고 온도를 설정하셨습니다. 참고: 참고 범위에 대해 확신이 있다면 레이저 버튼을 길게 눌러 고정된 참고 온도를 즉시 설정합니다.
9	이제 선별을 시작해도 됩니다. 카메라를 선별하고자 하는 안면 온도를 가진 사람의 얼굴에 조준합니다. 사람의 안면 온도가 참고 온도보다 높은 2°C 이상인 경우(또는 단계 4에 설정된 값) 알람이 울립니다(켜져 있을 경우 차이값을 위한 적색 배경 및 '비프 음').
10	알람이 울리지 않는 안면을 선별할 때 레이저 버튼을 2초 이내로 눌러 정기적으로(10~15분 마다) 참고 온도를 업데이트합니다.

참고

- 온도 선별 모드를 종료하려면 측정 버튼을 눌러 다른 측정 버튼 기능을 선택합니다.
- 온도 선별 모드에 있을 때 카메라를 켜다가 다시 켜면 영역 최대값 뒤에 틸데(~)가 나타납니다. 영역 최대 온도는 틸데가 사라질 때까지 다시 계산되지 않습니다.

19.6

측정 도구 제거

참고

측정 메뉴에서 다른 메뉴 명령을 선택하면 가장 쉽게 측정 도구를 제거할 수 있습니다. 하지만 측정 도구를 모두 제거하려면 이 단원의 절차를 따라야 합니다.

스팟미터 및 영역
제거

스팟미터 또는 영역을 제거하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 고급을 선택합니다. 이렇게 하면 측정 메뉴가 표시됩니다.
3	 도구 모음 버튼을 선택합니다. 이렇게 하면 현재 활성화된 측정 도구를 모두 보여주는 메뉴가 표시됩니다.
4	메뉴에서 제거하고자 하는 측정 도구를 선택합니다. 이렇게 하면 하위 메뉴가 표시됩니다.
5	하위 메뉴에서 제거를 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다.

등온선 제거

등온선을 제거하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 고급을 선택합니다. 이렇게 하면 측정 메뉴가 표시됩니다.
3	 도구 모음 버튼을 선택합니다. 이렇게 하면 현재 활성화된 등온선을 모두 보여주는 메뉴가 표시됩니다.
4	하위 메뉴에서 꺼짐을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다.

19.7 측정 도구 이동하기

프로시저

측정 도구를 이동하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 고급을 선택합니다. 이렇게 하면 측정 메뉴가 표시됩니다.
3	 도구 모음 버튼을 선택합니다. 이렇게 하면 현재 활성화된 측정 도구를 모두 보여주는 메뉴가 표시됩니다.
4	메뉴에서 이동하고자 하는 측정 도구를 선택합니다. 이렇게 하면 하위 메뉴가 표시됩니다.
5	하위 메뉴에서 이동을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 측정 도구가 파란색으로 변합니다. 이제 조이스틱을 사용하여 측정 도구를 이동할 수 있습니다.

19.8

영역 크기 변경

프로시저

영역의 크기를 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 고급을 선택합니다. 이렇게 하면 측정 메뉴가 표시됩니다.
3	 도구 모음 버튼을 선택합니다. 이렇게 하면 현재 활성화된 측정 도구를 모두 보여주는 메뉴가 표시됩니다.
4	메뉴에서 영역을 선택합니다. 이렇게 하면 하위 메뉴가 표시됩니다.
5	하위 메뉴에서 크기 제조정을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 영역 크기 변경용 손잡이가 만들어집니다. 이제 조이스틱을 사용하여 영역의 크기를 변경할 수 있습니다.

19.9 개체 매개변수 변경

일반 정보

정확한 측정을 위해서는 피사체 매개변수를 설정해야 합니다. 이 절차는 매개변수 변경 방법을 설명합니다.

매개변수 유형

카메라는 다음 물체 매개변수를 사용할 수 있습니다.

- 방사율 - 피사체에 의해 반사되는 방사선과 비교하여 피사체가 방출하는 방사선의 양을 결정합니다.
- 반사 온도 - 피사체에 의해 카메라로 반사된 주변의 방사물을 보정할 때 사용합니다. 이러한 특성을 반사율이라 합니다.
- 물체 거리 - 예컨대, 카메라와 피사체 간의 거리.
- 대기 온도 - 예컨대, 카메라와 피사체 사이의 공기 온도.
- 상대 습도 - 예컨대, 카메라와 피사체 사이의 공기 상대 습도.
- 외장 광학 온도 - 카메라와 대상 피사체 사이에 설치된 보호창 등의 온도. 보호창이나 보호막이 없는 경우 이 값은 관련이 없습니다.
- 외장 광학 방출, 예: 카메라와 대상 물체 사이에 설정된 보호창 등의 광학 방출

권장 값

값에 대해 확신이 없을 경우 다음 값이 권장됩니다.

대기 온도	+20°C
반사된 추정 온도	+20°C
방사율	0.95
상대 습도	50%
피사체 거리	1.0 m

프로시저

물체 매개변수를 전역으로 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	측정 버튼을 누릅니다.
2	메뉴에서 매개변수를 선택합니다.
3	조이스틱을 누릅니다.
4	조이스틱을 사용하여 변경하고자 하는 매개변수로 이동합니다.
5	조이스틱을 누릅니다.
6	조이스틱을 위/아래로 움직여 값을 변경합니다.
7	확인하려면 조이스틱을 누릅니다.
8	측정 버튼을 눌러 메뉴를 종료합니다.

참고

- 위의 5가지 매개변수 중에서 카메라에 올바르게 설정해야 하는 가장 중요한 2가지는 방사율과 반사된 겔보기 온도입니다.
- 측정 메뉴에서도 피사체 매개변수를 변경할 수 있습니다.

관련 항목

매개변수와 방사율 및 반사된 추정 온도를 올바르게 설정하는 방법에 대한 자세한 내용은 207 페이지의 31 - 열 측정 기법 단원을 참조하십시오.

일반 정보

이 단원에서는 주석을 사용하여 적외선 이미지로 추가 정보를 저장하는 방법에 대해 설명합니다.

주석을 사용하는 이유는 조건, 사진, 스케치, 이미지 촬영 위치 등 이미지에 대한 기본 정보를 제공하는 방법으로 보고 및 후 처리를 더 효과적으로 수행하기 위함입니다.

참조

- 단원 20.1 - 디지털 사진 추가 페이지 99
- 단원 20.2 - 음성 주석 추가 페이지 100
- 단원 20.4 - 이미지 설명 추가 페이지 104
- 단원 20.3 - 문자 주석 추가 페이지 101
- 단원 20.5 - 스케치 추가 페이지 105
- 단원 20.6 - 이미지 마커 추가 페이지 106

20.1

디지털 사진 추가

일반 정보

적외선 이미지를 저장하는 경우 관심 있는 피사체의 디지털 사진을 추가할 수도 있습니다. 이 디지털 사진은 자동으로 적외선 이미지로 연결되어 후 처리 및 보고됩니다(예: FLIR Reporter).

프로시저

디지털 사진을 촬영하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다. 이렇게 하면 문서 도구 모음이 표시됩니다.
2	문서 도구 모음에서  도구 모음 버튼을 선택하고 조이스틱을 누릅니다.
3	다음 중 하나를 수행합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 디지털 사진을 촬영하려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다. ■ 적외선 모드로 되돌아가려면 조이스틱을 누릅니다.

20.2 음성 주석 추가

일반 정보

음성 주석은 적외선 이미지에 저장된 오디오 기록입니다.

음성 주석은 카메라에 연결된 마이크 헤드셋으로 녹음됩니다. 헤드셋은 케이블이나 Bluetooth® 무선 기술을 통해 연결할 수 있습니다. 녹음한 내용을 카메라에서 재생할 수도 있고, FLIR Systems의 이미지 분석 및 보고 소프트웨어로도 재생할 수 있습니다.

프로시저

음성 주석을 추가하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다. 이렇게 하면 문서 도구 모음이 표시됩니다.
2	문서 도구 모음에서 조이스틱을 사용하여 음성 주석  도구 모음 버튼을 선택합니다.
3	조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 음성 주석 도구 모음이 표시됩니다.
4	음성 주석을 녹음합니다. 마이크 헤드셋이 카메라에 연결되어 있는지 확인합니다. 음성 주석 도구 모음의 도구 모음 버튼에 대한 자세한 내용은 34 페이지의 10.2.4 - 음성 주석 도구 모음 단원을 참조하십시오.
5	음성 주석을 저장하고 음성 주석 도구 모음을 종료하려면 확인을 선택하고 조이스틱을 누릅니다.
6	문서 도구 모음에서 저장을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다.

20.3

문자 주석 추가

일반 정보

문자 주석은 적외선 이미지에 저장할 수 있습니다. 이 기능을 사용하면 미리 정의된 문자열이 있는 파일을 사용하여 이미지에 주석을 달 수 있습니다.

이 기능은 다수의 유사한 피사체를 검사할 때 정보를 기록하는 데 매우 효과적입니다. 문자 주석을 사용하는 이유는 양식 또는 검사 프로토콜을 수동으로 채우는 것을 방지하기 위함입니다.

라벨 및 값 정의

문자 주석이란 개념은 두 가지 주요 정의 - 라벨 및 값을 기초로 합니다. 다음 예에서는 두 정의의 차이에 대해 설명합니다.

라벨(예)	값(예)
Company	Company A Company B Company C
Building	Workshop 1 Workshop 2 Workshop 3
Section	Room 1 Room 2 Room 3
Equipment	Tool 1 Tool 1 Tool 3
Recommendation	Recommendation 1 Recommendation 2 Recommendation 3

문자 주석과 이미지 설명의 차이

문자 주석과 이미지 설명은 여러 면에서 차이가 있습니다.

- 문자 주석은 FLIR Systems의 고유한 주석 포맷으로 되어 있으며, 다른 업체의 소프트웨어로는 열어볼 수 없습니다. 이미지 설명에는 JPG 파일 포맷의 표준 태그가 사용되고 다른 소프트웨어도 열어볼 수 있습니다.
- 문자 주석의 구조는 짝을 이루는 정보 내용(라벨과 값)에 따라 다르지만, 이미지 설명은 그렇지 않습니다. 이미지 설명 파일에는 사실상 어떤 정보 구조도 가능합니다.

유효한 파일 형식 문자 주석의 유효한 파일 형식은 *.tcf입니다. *.tcf 파일은 다음 두 인코딩 중 하나를 사용하는 텍스트 파일입니다

- ANSI 인코딩(FILIR Reporter에서 지원됨)
- UTF-8 인코딩(FILIR Reporter에서는 지원되지 않음). ISO 8859-1 (Latin-1) 인코딩 이외의 모든 언어 시스템(예컨대, 일본어 또는 키릴 문자)에는 이 인코딩을 사용해야 합니다.

*.tcf 파일을 작성하려면 텍스트 편집기(예컨대, PC의 메모장)를 사용하여 문자를 쓰고 ANSI 또는 UTF-8 인코딩으로 파일을 저장합니다. 파일 확장자는 *.tcf여야 하며 알맞은 파일 이름을 추가 또는 편집합니다. 문자 주석을 만들기 위해 FILIR Reporter의 문자 주석 편집기를 사용할 수도 있습니다.

최대 문자 수 *.tcf 파일의 최대 문자 수는 각각 라벨과 값마다 512개입니다.

마크업 구조 예 다음은 *.tcf 파일의 마크업 구조 예입니다. 중괄호 사이의 단어는 라벨이고, 중괄호 하가 없는 단어는 값입니다.

```
<Company>
Company A
Company B
Company C
<Building>
Workshop 1
Workshop 2
Workshop 3
<Section>
Room 1
Room 2
Room 3
<Equipment>
Tool 1
Tool 2
Tool 3
<Recommendation>
Recommendation 1
Recommendation 2
Recommendation 3
```

프로시저

문자 주석을 추가하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다. 이렇게 하면 문서 도구 모음이 표시됩니다.
2	조이스틱을 왼쪽으로 움직여 문자 주석  도구 모음 버튼을 선택합니다.
3	조이스틱을 눌러 문자 주석과 이미지 설명 작업 영역을 표시합니다. SD 메모리 카드에 유효한 *.tcf 파일이 있는 경우에는 문자 주석 라벨이 목록으로 표시됩니다. 작업 영역에 대한 자세한 내용은 26 페이지의 10.1.4 - 문자 주석 및 이미지 설명 작업 영역 단원을 참조하십시오.
4	조이스틱을 왼쪽/아래쪽으로 움직여 문자 주석 라벨을 선택합니다.
5	조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 해당 라벨에 대해 사용할 수 있는 문자 주석 값을 모두 보여주는 하위 메뉴가 표시됩니다.
6	하위 메뉴에서 조이스틱을 위/아래로 움직여 사용하고자 하는 값을 선택합니다. 스크래치에서 값을 만들거나 하는 경우에는 하위 메뉴 하단에 있는 키보드 버튼을 선택해도 됩니다.
7	조이스틱을 누릅니다. 이렇게 하면 하위 메뉴가 종료되고 선택한 값이 문자 주석 라벨 오른쪽에 표시됩니다.
8	문자 주석에 포함하고자 하는 다른 문자 주석 라벨이 있으면 4단계에서 7단계까지 반복합니다.
9	화면 하단의 확인 버튼을 선택하고 조이스틱을 누릅니다.
10	문서 도구 모음에서 저장을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다. 이제 문자 주석이 이미지 파일에 저장됩니다.

20.4 이미지 설명 추가

일반 정보

이미지 설명은 적외선 이미지에 저장된 문자로 된 간략한 설명입니다.

타사의 소프트웨어를 사용하여 이미지 파일에서 이미지 설명을 검색할 수 있습니다.

문자 주석과 이미지 설명의 차이

이미지 설명과 문자 주석은 여러 면에서 차이가 있습니다.

- 문자 주석은 FLIR Systems의 고유한 주석 포맷으로 되어 있으며, 다른 업체의 소프트웨어로는 열어볼 수 없습니다. 이미지 설명에는 JPG 파일 포맷의 표준 태그가 사용되고 다른 소프트웨어도 열어볼 수 있습니다.
- 문자 주석의 구조는 짝을 이루는 정보 내용(라벨과 값)에 따라 다르지만, 이미지 설명은 그렇지 않습니다. 이미지 설명 파일에는 사실상 어떤 정보 구조도 가능합니다.

프로시저

이미지 설명을 추가하는 방법은 다음과 같습니다:

1	이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다. 이렇게 하면 문서 도구 모음이 표시됩니다.
2	조이스틱을 왼쪽으로 움직여 문자 주석  도구 모음 버튼을 선택합니다.
3	조이스틱을 눌러 문자 주석 및 이미지 설명 작업 영역을 표시합니다. 작업 영역에 대한 자세한 내용은 26 페이지의 10.1.4 - 문자 주석 및 이미지 설명 작업 영역 단원을 참조하십시오.
4	조이스틱을 사용하여 이미지 설명 탭을 선택합니다. 이렇게 하면 화면에 키보드가 표시됩니다.
5	스타일러스 펜으로 키보드 버튼을 눌러 이미지 설명을 입력합니다.
6	화면 하단의 확인 버튼을 선택하고 조이스틱을 누릅니다. 이제 이미지 설명이 이미지 파일에 저장됩니다.
7	문서 도구 모음에서 저장을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다.

20.5

스케치 추가

일반 정보

스케치는 스타일러스 펜을 사용하여 적외선 이미지와는 별도로 스케치 작업 영역에 만들 수 있는 프리핸드 그림입니다. 스케치 기능을 사용하여 간단한 도면을 만들거나 설명 및 치수를 기록할 수 있습니다.

프로시저

스케치를 추가하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	적외선 이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다.
2	문서 도구 모음에서 스타일러스 펜을 사용하여  도구 모음 버튼을 선택합니다. 이렇게 하면 스케치 작업 영역이 표시됩니다. 작업 영역에 대한 자세한 내용은 24 페이지의 10.1.3 - 스케치 작업 영역 단원을 참조하십시오.
3	스케치 작업 영역에서 스타일러스 펜으로 스케치를 그립니다. 펜 색상을 변경할 수도 있고 지우개를 사용하여 스케치를 지울 수도 있습니다.
4	스케치를 확인하고 스케치 작업 영역을 종료하려면 확인을 선택합니다.
5	문서 도구 모음에서 저장을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다.

20.6 이미지 마커 추가

일반 정보

이미지 마커는 적외선 이미지의 관심 영역을 가리키는 화살표 모양의 선입니다.

프로시저

이미지 마커를 추가하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	적외선 이미지를 미리보려면 미리보기/저장 버튼을 누릅니다.
2	문서 도구 모음에서 스타일러스 펜을 사용하여  도구 모음 버튼을 선택합니다.
3	이미지 마커 도구 모음에서 스타일러스 펜을 사용하여  도구 모음 버튼을 선택합니다. 이미지 마커 도구 모음에 대한 자세한 내용은 33 페이지의 10.2.3 - 이미지 마커 도구 모음 단원을 참조하십시오.
4	이미지 마커를 만들려면 이미지에 선을 그립니다. 그런 선 끝에 화살표 모양이 만들어집니다.
5	이미지 마커를 저장하려면 확인을 선택합니다.
6	문서 도구 모음에서 저장을 선택한 다음 조이스틱을 누릅니다.

21

설정 변경

21.1

이미지 설정 변경

일반 정보

이 탭에서 다음과 같은 이미지 설정을 변경할 수 있습니다.

- 칼라 팔레트(예컨대, 적외선 이미지의 현재 색상). 각기 다른 팔레트를 사용하면 이미지를 분석하기 쉽습니다.
 - 피사체 온도 범위(예컨대, 피사체 측정에 사용된 온도 범위). 조사 중인 피사체의 예상 온도에 따라 온도 범위를 변경해야 합니다.
-

프로시저

위에서 언급한 설정 중 하나 이상을 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	Setup 버튼을 누릅니다.
2	이미지 탭으로 갑니다.
3	변경하고자 하는 설정을 선택합니다.
4	조이스틱을 누릅니다.
5	조이스틱을 위/아래로 움직여 새로운 값을 선택합니다.
6	Setup 버튼을 눌러 변경 사항을 확인하고 설정 모드를 종료합니다.

21.2 지역 설정 변경

일반 정보

이 탭에서 다음과 같은 이미지 설정을 변경할 수 있습니다.

- 언어
- 날짜 형식(YY-MM-DD, MM/DD/YY, DD/MM/YY)
- 시간 형식(24시간 또는 오전/오후)
- 날짜 및 시간 설정
- 거리 단위(미터 또는 피트)
- 온도 단위(°C 또는 °F)
- 비디오 포맷(PAL 또는 NTSC).

프로시저

위에서 언급한 설정 중 하나 이상을 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	Setup 버튼을 누릅니다.
2	지역 탭으로 갑니다.
3	변경하고자 하는 설정을 선택합니다.
4	조이스틱을 누릅니다.
5	조이스틱을 위/아래로 움직여 새로운 값을 선택합니다.
6	Setup 버튼을 눌러 변경 사항을 확인하고 설정 모드를 종료합니다.

21.3 카메라 설정 변경

일반 정보

이 탭에서 다음과 같은 설정을 변경할 수 있습니다.

- 카메라 램프(꺼짐/꺼짐)
- 디스플레이 밝기(밝게, 보통, 어둡게)
- 클릭 사운드(꺼짐/꺼짐)
- 알람 사운드(꺼짐/꺼짐)
- 자동 전원 꺼짐(꺼짐/최소 3/최소 5/최소 10/최소 20)
- USB 모드(네트워크 디스크/대용량 저장 장치)
- 터치패드 조정
- 기본 설정으로 재설정.

프로시저

위에서 언급한 설정 중 하나 이상을 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	Setup 버튼을 누릅니다.
2	카메라 탭으로 갑니다.
3	변경하고자 하는 설정을 선택합니다.
4	조이스틱을 누릅니다.
5	조이스틱을 위/아래로 움직여 새로운 값을 선택합니다.
6	Setup 버튼을 눌러 변경 사항을 확인하고 설정 모드를 종료합니다.

22

카메라 청소

22.1

카메라 하우징, 케이블 및 기타 부품

액체

다음 액체 중 하나 사용:

- 따뜻한 물
 - 약한 세제
-

장비

부드러운 천

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	천을 액체에 넣어 적십니다.
2	천을 짜서 필요 이상의 액체를 제거합니다.
3	천으로 부품을 닦습니다.

주의

카메라, 케이블 또는 기타 부품에 솔벤트 또는 그와 유사한 액체를 사용하지 마십시오. 해당 부품이 손상될 수 있습니다.

22.2 적외선 렌즈

액체 다음 액체 중 하나를 사용합니다.

- 96% 이소프로필 알코올.
- 이소프로필 알코올 30% 이상의 상용 렌즈 세정액.

장비 탈지면

프로시저 다음 절차를 따르십시오.

1	탈지면을 액체에 넣어 적십니다.
2	탈지면을 짜서 필요 이상의 액체를 제거합니다.
3	렌즈를 한 번만 청소하고 탈지면을 버립니다.

경고 액체를 사용하기 전에 반드시 해당되는 모든 MSDS(Material Safety Data Sheets)와 컨테이너의 경고 라벨을 읽으십시오. 액체는 위험할 수 있습니다.

주의

- 적외선 렌즈를 청소할 때는 주의하십시오. 렌즈는 정밀 무반사 코팅 처리되어 있습니다.
- 적외선 렌즈를 너무 심하게 청소하지 마십시오. 그러면 무반사 코팅이 손상될 수도 있습니다.

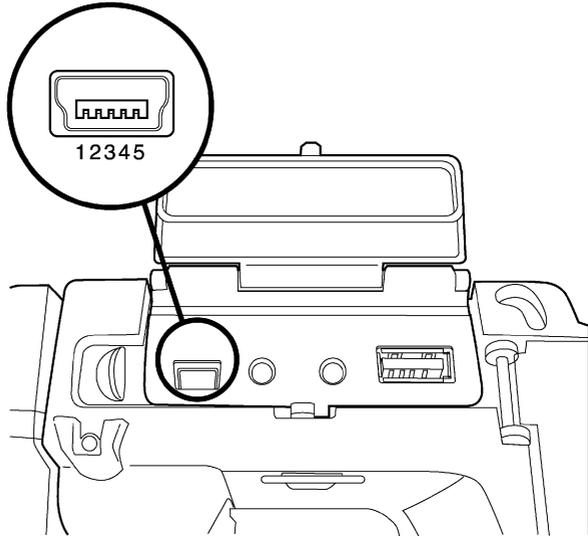
기술 데이터는 카메라와 함께 제공되는 사용자 문서 CD-ROM에 있는 데이터시트를 참조하십시오.

24

핀 구성

USB 미니 B 커넥터용 핀 구성

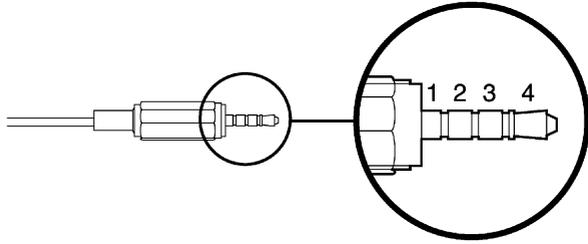
10763203:a1



핀	구성
1	+5 V (출력)
2	USB -
3	USB +
4	N/C
5	접지

마이크 헤드셋 커넥터용 핀 구성

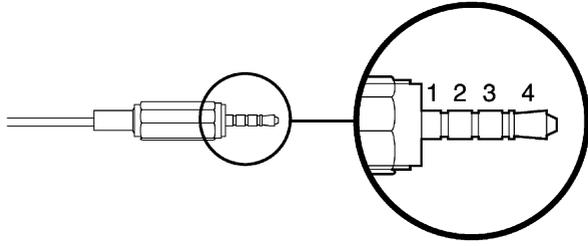
10763503.a1



핀	구성
1	마이크 응답
2	헤드폰 +
3	마이크 입력
4	헤드폰 -

비디오 커넥터용
핀 구성

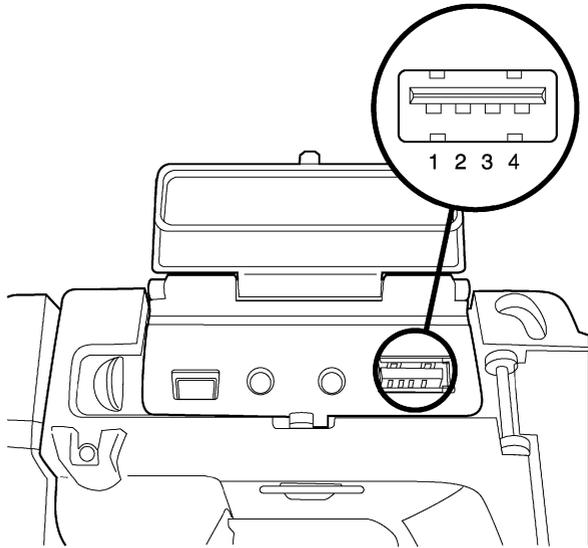
10763503.a1



핀	구성
1	오디오 오른쪽
2	접지
3	비디오 출력
4	오디오 왼쪽

USB-A 커넥터용
핀 구성

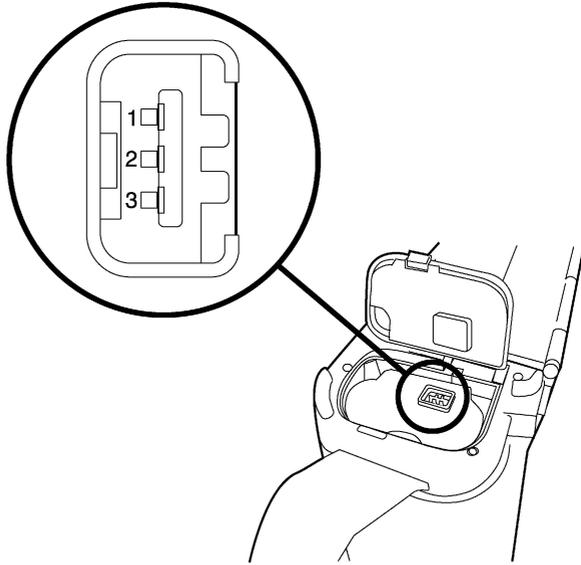
10763303.a1



핀	구성
1	+5 V (입력)
2	USB -
3	USB +
4	접지

전원 커넥터용 핀
구성

10763403.a1



핀	구성
1	+12 V
2	GND
3	GND

25

치수

25.1

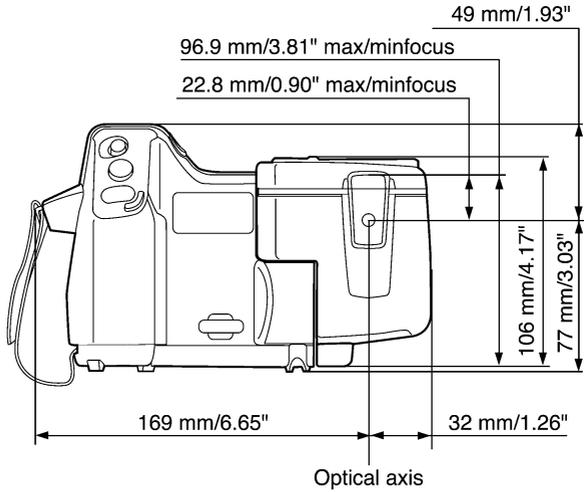
카메라

25.1.1

카메라 치수

그림

10760403.a2

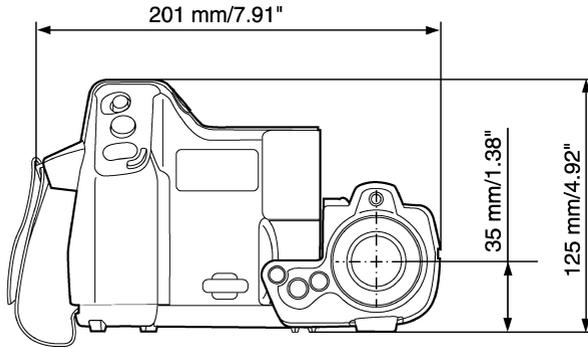


25.1.2

카메라 치수, 계속

그림

10760503.a1

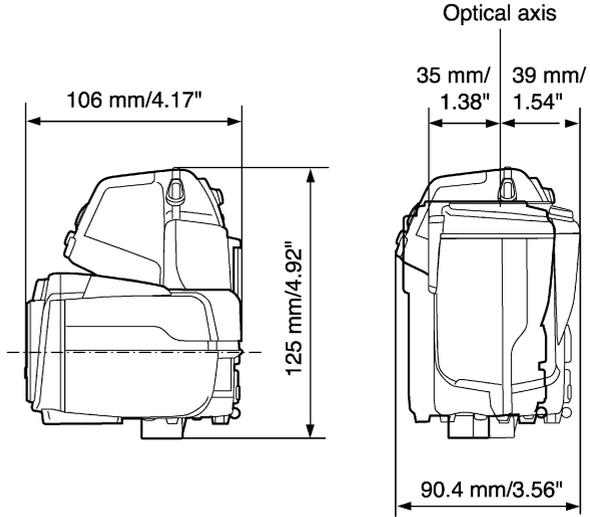


25.1.3

카메라 치수, 계속

그림

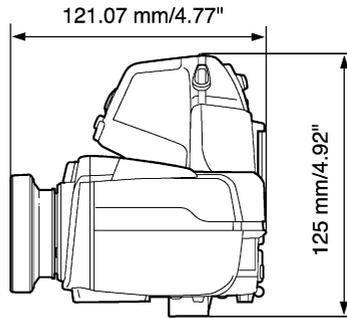
10760603:a1



25.1.4 카메라 치수, 계속(30 mm/15° 렌즈 포함)

그림

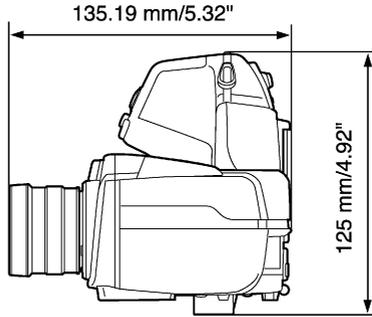
10762703.a1



25.1.5 카메라 치수, 계속(10 mm/45° 렌즈 포함)

그림

10762603.a1

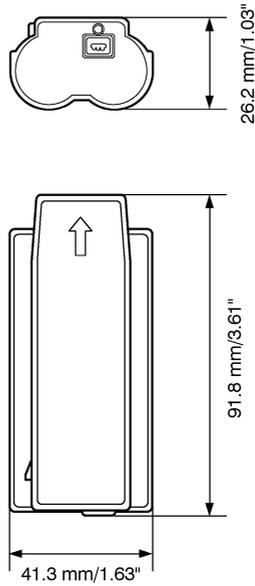


25.2

배터리

그림

10602103.a2



참고

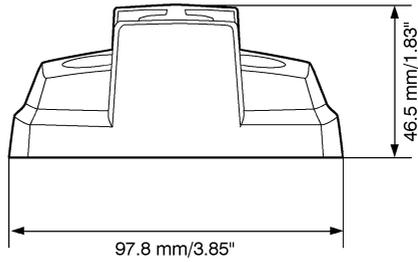
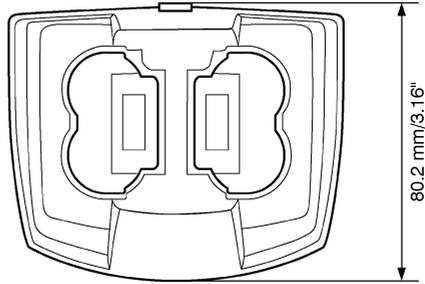
배터리를 설치하기 전에 배터리에 묻은 물이나 습기를 깨끗한 마른 천으로 닦아 내십시오.

25.3

독립형 배터리 충전기

그림

10602203.a3



참고

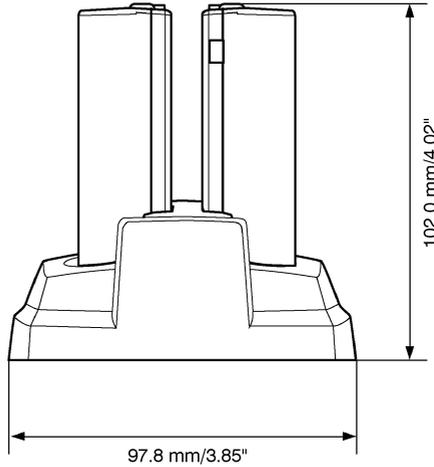
배터리를 설치하기 전에 배터리에 묻은 물이나 습기를 깨끗한 마른 천으로 닦아 내십시오.

25.4

배터리가 장착된 독립형 배터리 충전기

그림

10602303.a3



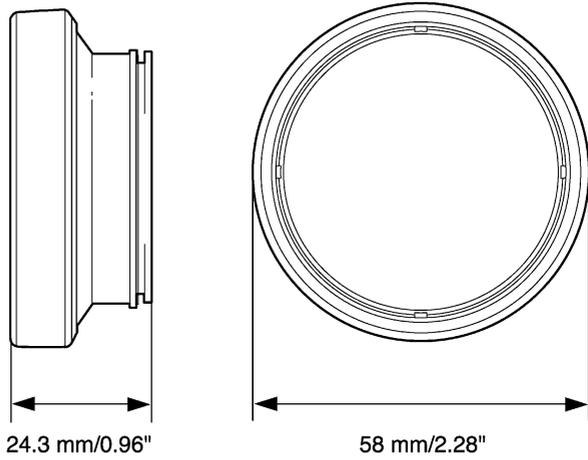
참고

배터리를 설치하기 전에 배터리에 묻은 물이나 습기를 깨끗한 마른 천으로 닦아 내십시오.

25.5 적외선 렌즈(30 mm/15°)

그림

10762503.a1

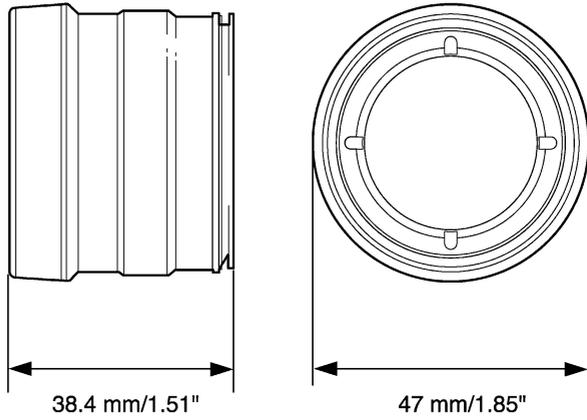


25.6

적외선 렌즈(10 mm/45°)

그림

10762403.a1



26

응용 예

26.1

습기 및 물로 인한 손상

일반 정보

실내에서 적외선 카메라를 사용하면 종종 습기 및 물로 인한 손상이 탐지될 수 있습니다. 이것은 손상된 부위가 주변 소재와 다른 열전도 속성을 갖거나 열을 저장하는 열 용량이 다르기 때문입니다.

참고

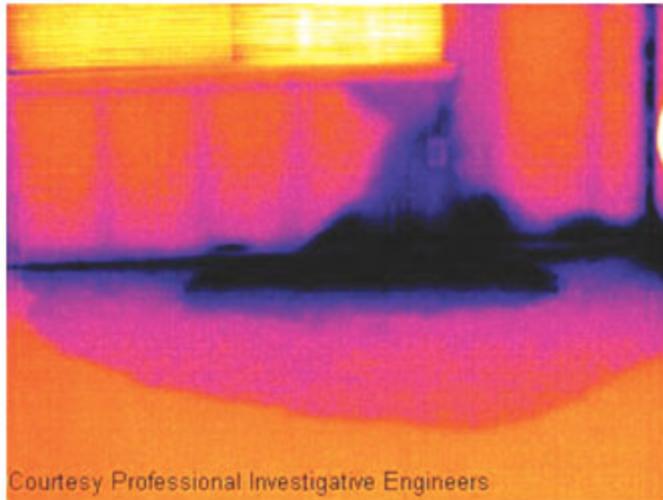
습기 또는 물로 인한 손상이 적외선 이미지에 나타나는 방법과 관련하여 여러 요소들이 작용합니다.

예를 들어, 이러한 부위의 가열 및 냉각은 소재 및 시간에 따라 다른 속도로 발생 합니다. 이런 이유로 습기 또는 물로 인한 손상을 확인할 때 여러 다른 방법을 사용해야 합니다.

그림

아래의 이미지는 외벽에 잘못 설치된 창 구조물로 인해 외부 표면에 물이 침투된 광범위한 누수 손상을 보여 줍니다.

10739503.a1



26.2

소켓 접속 불량

일반 정보

소켓의 연결 유형에 따라 와이어를 부적절하게 연결하면 국지적으로 온도가 상승할 수 있습니다. 이러한 온도 상승은 들어오는 와이어와 소켓 연결 지점 사이의 줄어드는 접속 부위가 원인이며 화재로 이어질 수 있습니다.

참고

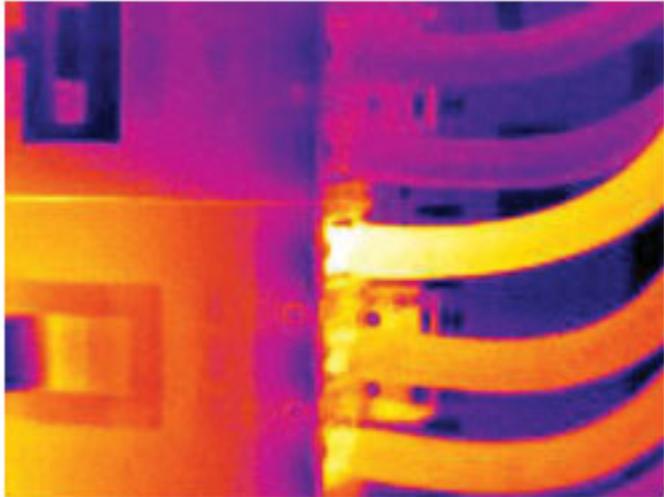
소켓 구성은 제조업체마다 크게 다를 수 있습니다. 이런 이유로 소켓 내 여러 결합으로 인해 적외선 이미지에 일반적인 동일한 외관이 나타날 수 있습니다.

국지적 온도 상승은 또한 와이어와 소켓 사이의 접속이 부적절하거나 부하가 다른 경우에도 발생할 수 있습니다.

그림

아래의 이미지는 연결 접속이 부적절하여 국지적 온도 상승이 발생한 소켓과 케이블 연결을 보여 줍니다.

10739603.a1



26.3 산화 처리 소켓

일반 정보

소켓 유형 및 소켓이 설치된 환경에 따라 소켓의 접촉면에 산화물이 발생할 수 있습니다. 이러한 산화물로 인해 소켓을 장착할 때 국지적으로 저항이 증가할 수 있으며 국지적 온도 상승에 따라 적외선 이미지에 표시될 수 있습니다.

참고

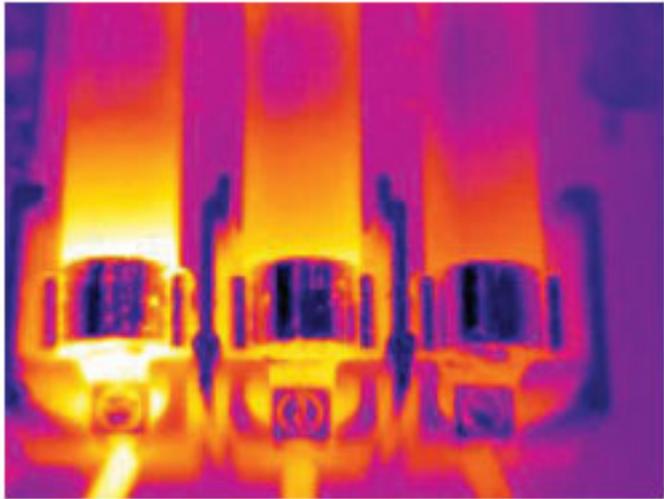
소켓 구성은 제조업마다 크게 다를 수 있습니다. 이런 이유로 소켓 내 여러 결합으로 인해 적외선 이미지에 일반적인 동일한 외관이 나타날 수 있습니다.

국지적 온도 상승은 또한 와이어와 소켓 사이의 접촉이 부적절하거나 부하가 다른 경우에도 발생할 수 있습니다.

그림

아래의 이미지는 한 퓨즈가 퓨즈 홀더의 접촉면에서 온도가 상승한 일련의 퓨즈를 보여 줍니다. 퓨즈 홀더의 블랭크 메탈(blank metal)로 인해 온도 상승은 여기에서 보이지 않지만 퓨즈의 세라믹 소재에서는 보입니다.

10739703.a1



26.4

단열 결함

일반 정보

단열 결함은 시간이 지남에 따라 단열재 볼륨이 적어지고 그에 따라 구조벽의 공동이 완전히 채워지지 않아서 발생할 수 있습니다.

이런 경우 단열재가 올바르게 설치된 단면과 다른 열전도 속성을 갖거나 공기가 건물 구조를 침투하는 부위가 있기 때문에 적외선 카메라를 사용하면 단열 결함을 확인할 수 있습니다.

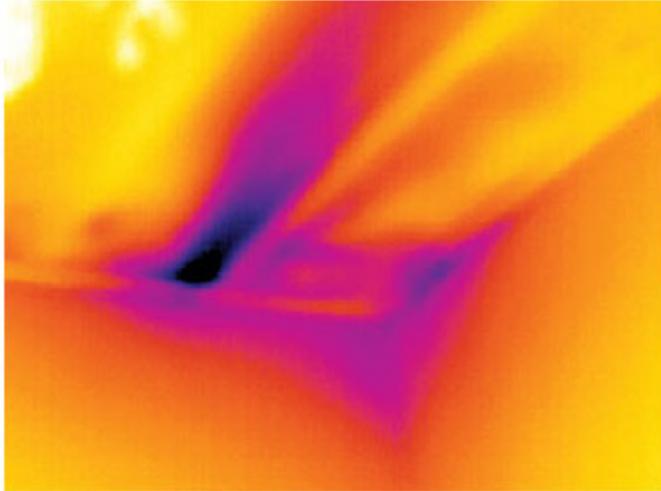
참고

건물을 조사하는 경우 내부와 외부의 온도 차이는 최소 10°C여야 합니다. 셋기 등, 수도관, 콘크리트 기둥 및 유사 구성요소는 적외선 이미지에서 단열 결함과 유사할 수 있습니다. 자연적으로 약간의 차이가 발생할 수 있습니다.

그림

아래의 이미지는 지붕 구조에서 단열이 되지 않은 상태를 보여 줍니다. 단열이 되지 않았기 때문에 공기가 지붕 구조 안으로 유입되어 적외선 이미지에서 특성이 다르게 나타납니다.

10739803.a1



26.5

외풍

일반 정보

굽도리널 아래, 문과 창문 케이스 주변 및 천장 장식 위에서 외풍을 발견할 수 있습니다. 냉각기 기류가 주위의 표면을 냉각시키기 때문에 이러한 외풍 유형은 주로 적외선 카메라로 관찰할 수 있습니다.

참고

실내의 외풍을 조사하는 경우 실내에 어느 정도 대기 압력이 있을 수 있습니다. 방문, 창문 및 환기구를 모두 닫고 부엌 송풍기를 일정 기간 작동시킨 다음 적외선 이미지를 촬영하십시오.

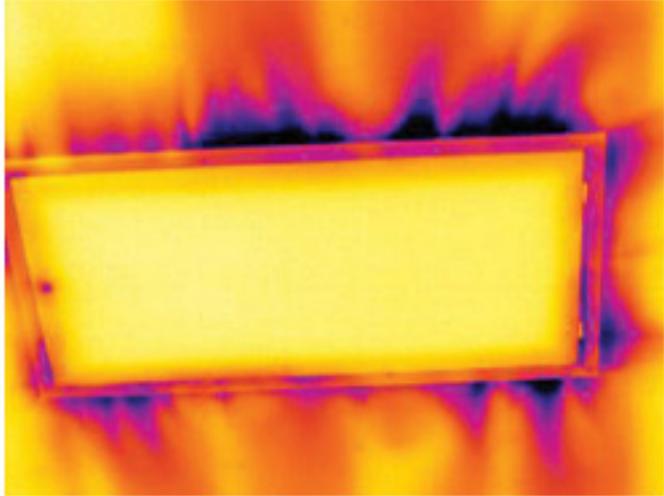
외풍 적외선 이미지는 주로 일반적인 스트림 패턴을 보입니다. 이러한 스트림 패턴은 아래의 그림에서 명확하게 확인할 수 있습니다.

그러한 외풍은 바닥 가열 회로의 열로 보이지 않을 수 있습니다.

그림

아래의 이미지는 잘못된 설치로 인해 외풍이 크게 발생한 천장 출입문을 보여줍니다.

10739903.a1



27 건물 열화상 진단 소개

27.1 중요한 참고 사항

이 단원에 설명되어 있는 카메라 기능 및 특징 중 일부는 특정 카메라 구성에서 지원되지 않을 수도 있습니다.

27.2 일반적인 현장 검사

27.2.1 지침

이후 단원에서 설명하겠지만 사용자가 건물 열화상 진단 검사를 수행할 때 주의해야 하는 여러 가지 일반 지침이 있습니다. 이 단원에서는 이러한 지침에 대해 간단히 설명합니다.

27.2.1.1 일반 지침

- 대다수 건물 소재의 방사율은 0.85 - 0.95 사이입니다. 처음에 카메라의 방사율 값을 0.90으로 설정하고 시작하는 것이 적절할 수 있습니다.
- 추가적인 작업을 결정하기 위해 적외선 검사만을 단독으로 사용해서는 절대로 안됩니다. 의심스러운 부분이나 발견된 사항은 건축 도면, 습도계, 습도 및 온도 데이터 기록, 트레이서 가스 테스트 등과 같은 다른 방법을 사용하여 반드시 검증하십시오.
- 레벨과 스팬을 변경하여 적외선 이미지를 열적으로 조정하고 더 자세히 표현하십시오. 아래 그림은 열적으로 조정되지 않은 적외선 이미지와 열적으로 조정된 적외선 이미지의 차이점을 나타냅니다.

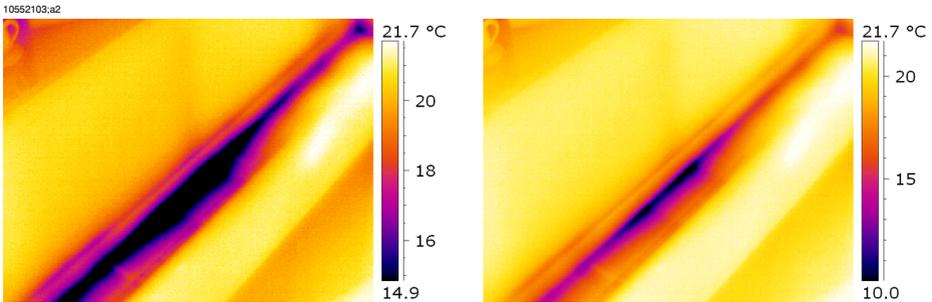


그림 27.1 왼쪽: 열적으로 조정되지 않은 적외선 이미지; 오른쪽: 레벨과 스팬을 변경한 후에 열적으로 조정된 적외선 이미지.

27.2.1.2 습기 감지, 곰팡이 감지 및 물로 인한 손상 감지를 위한 지침

- 습기 및 물로 인한 손상과 관련된 건물 결함은 표면에 열(예: 태양열)이 가해질 때만 나타날 수 있습니다.

- 수분이 있으면 건물 소재의 열 전도성과 열 질량이 변경됩니다. 또한 증발 냉각으로 인해 건물 소재의 표면 온도가 변경됩니다. 열 전도성은 열을 전도하는 소재의 특성인 반면 열 질량은 열을 저장하는 특성입니다.
- 적외선 검사는 곰팡이의 존재를 직접 탐지하는 것이 아니라 곰팡이가 발생할 가능성이 있거나 이미 발생한 장소를 찾아내는 데 사용될 수 있습니다. 곰팡이가 자라기 위해서는 $+4^{\circ}\text{C} \sim +38^{\circ}\text{C}$ 사이의 온도와 양분 및 습기가 필요합니다. 50% 이상의 습도 수준은 곰팡이를 자라게 하는 충분한 습도가 될 수 있습니다.

10556003.a1



그림 27.2 곰팡이 포자의 현미경 사진

27.2.1.3 공기 침투 및 단열 결함을 탐지하기 위한 지침

- 매우 정밀한 카메라 측정을 위해서는 온도를 측정하고 이 값을 카메라에 입력해야 합니다.
- 건물 구조의 내부 압력과 외부 압력에 차이가 있는 것이 좋습니다. 이렇게 하면 적외선 이미지의 분석이 쉬워지며 다른 경우에는 볼 수 없는 결함이 나타납니다. 압력은 10 - 50 Pa 사이의 음압이 바람직하지만 더 낮은 음압에서 검사를 수행할 수도 있습니다. 이를 위해 모든 창문과 방문 및 환기구를 닫은 다음 부엌 송풍기를 일정 시간 동안 틀어서 5-10 Pa 사이의 음압에 도달하도록 합니다(주거용 주택에만 해당).
- 내부와 외부의 온도차는 10-15°C가 바람직합니다. 낮은 온도차에서도 검사를 수행할 수 있지만 이 경우 적외선 이미지의 분석이 다소 어려워질 수 있습니다.
- 내부에서 검사해야 하는 건물 구조 부분, 예를 들어 파사드(façade)에는 직사광선이 닿지 않도록 하십시오. 직사광선으로 파사드가 가열되면 내부의 온도차가 균일하게 되어 건물 구조의 결함이 드러나지 않게 됩니다. 야간 온도가 낮고 ($\pm 0^{\circ}\text{C}$) 주간 온도가 높은($+14^{\circ}\text{C}$) 봄철에는 특히 위험합니다.

27.2.2 습기 탐지 정보

건물 구조의 습기는 다음과 같은 여러 가지 원인으로 발생할 수 있습니다.

- 홍수, 소화전 누수 등과 같은 외부 누수
- 상수관, 하수관 등과 같은 내부 누수
- 차가운 표면상의 응축으로 인해 대기 중의 습기가 액체로 바뀌어 떨어지는 응축 현상
- 건물 구조를 세우기 전에 건물 소재 내에 이미 존재하던 건물 습기
- 소방 활동 후에 남은 물

비파괴 검사의 한 방법인 적외선 카메라를 사용할 경우 다른 방법에 비해 다음과 같은 여러 이점과 몇 가지 단점이 있습니다.

이점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ■ 신속합니다. ■ 비파괴 검사 수단입니다. ■ 입주자를 이전시키지 않아도 됩니다. ■ 발견된 사항을 시각적으로 표시해 줍니다. ■ 장애가 발생한 지점과 습기 이동 경로를 확인해 줍니다. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표면 온도차만 탐지하고 벽을 투시할 수 없습니다. ■ 표면 아래의 손상, 즉 곰팡이나 구조적 손상을 탐지할 수 없습니다.

27.2.3 습기 탐지(1): 경사가 완만한 상업용 지붕

27.2.3.1 일반 정보

경사가 완만한 상업용 지붕은 산업용 건물(예: 창고, 산업 공장, 기계 공장 등)에 가장 일반적인 종류의 지붕입니다. 이 지붕의 이점은 물매 지붕에 비해 소재와 건축 비용이 저렴하다는 것입니다. 하지만 대부분의 물매 지붕과 마찬가지로 눈과 얼음이 저절로 떨어지지 않는 설계이기 때문에 지붕 구조 자체의 무게와 눈, 얼음, 비의 무게를 지탱할 수 있을 만큼 강하게 건축되어야 합니다.

열화상 진단 검사를 수행할 경우 경사가 완만한 상업용 지붕의 건축에 대한 기본적인 이해가 필요하지만 전문적인 지식은 필요 없습니다. 경사가 완만한 상업용 지붕의 설계 원리는 소재 및 설계 면에서 종류가 매우 다양하기 때문에 적외선 검사 전문가가 이 모든 원리를 이해하는 것은 불가능합니다. 특정 지붕에 대한 추가적인 정보가 필요하면 대개 건물의 건축가나 계약자로부터 관련 정보를 얻을 수 있습니다.

아래 표는 지붕 결함의 일반적인 원인을 나타냅니다(출처: SPIE Thermosense Proceedings Vol. 371(1982), 177페이지).

원인	%
잘못된 시공	47.6
사람들의 지붕 왕래	2.6
잘못된 설계	16.7

원인	%
고여 있는 습기	7.8
소재	8.0
노후 및 풍화	8.4

잠재적인 누수 위치는 다음과 같습니다.

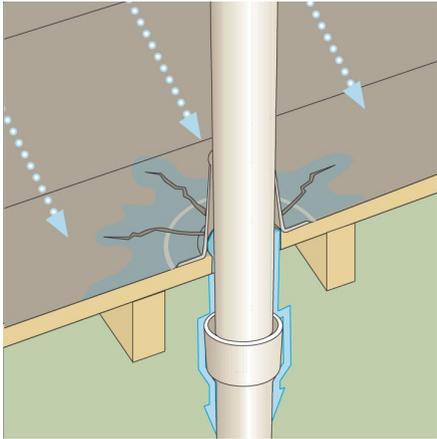
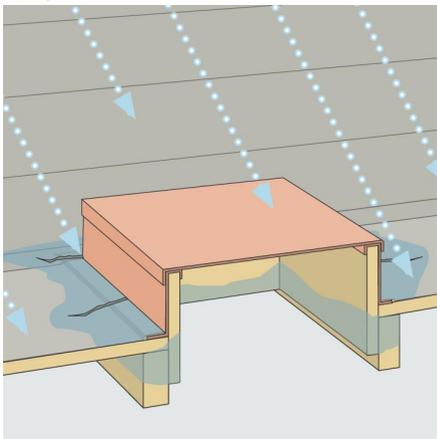
- 방수 부위
- 배수 부위
- 침투 부위
- 이음 부위
- 기포

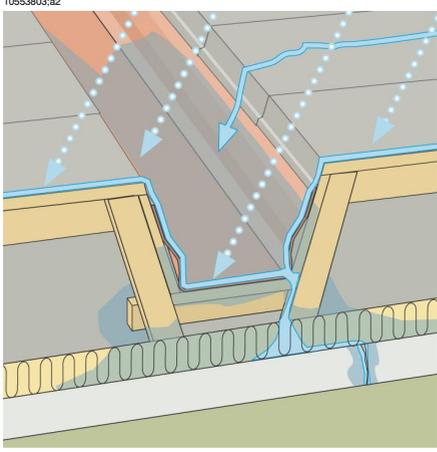
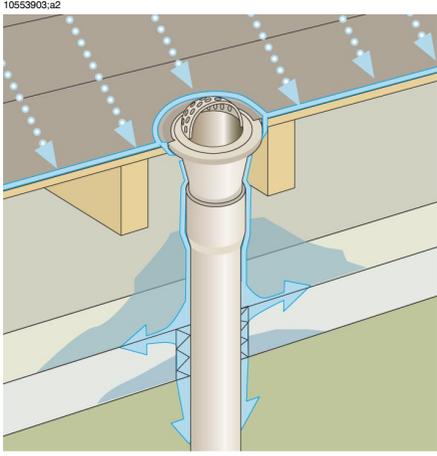
27.2.3.2 안전 유의 사항

- 지붕 위에서 작업할 경우 최소 두 명이 바람직하며 세 명 이상이면 더욱 좋습니다.
- 지붕 위를 걷기 전 지붕의 구조적 무결성을 확인하기 위해 지붕의 아래쪽을 검사합니다.
- 역청 지붕 및 자갈 지붕에 흔히 나타나는 기포를 밟지 않도록 조심합니다.
- 비상 시에 대비하여 휴대폰이나 라디오를 준비합니다.
- 야간 지붕 검사를 수행하기 전에 지역 경찰서와 공장 보안 담당자에게 알립니다.

27.2.3.3 설명이 있는 건물 구조

이 단원에는 경사가 완만한 상업용 지붕에서 발생하는 습기 문제의 몇몇 대표적인 예가 포함됩니다.

구조 도면	주석
<p>10553603.a2</p> 	<p>도관 및 환기구 주위의 지붕 막이 제대로 밀봉되지 않아서 도관 또는 환기구 주위에 부분적인 누수가 발생합니다.</p>
<p>10553703.a2</p> 	<p>지붕 접근 출입문 주위의 지붕 막이 제대로 밀봉되어 있지 않습니다.</p>

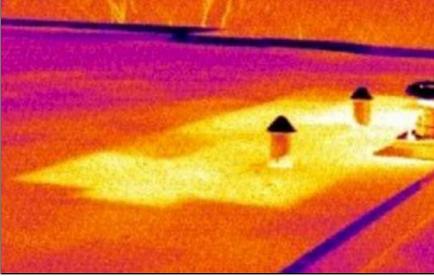
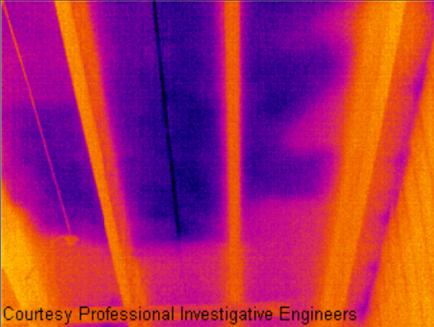
구조 도면	주석
 <p>10553803.a2</p>	<p>배수관이 너무 높고 경사가 너무 낮습니다. 비가 내린 후 배수관에 약간의 물이 남아 있어서 배수관 주위에 부분적인 누수가 발생할 수 있습니다.</p>
 <p>10553803.a2</p>	<p>지붕 막과 지붕 배출구 사이의 부적절한 밀봉으로 인해 지붕 배출구 주위에 부분적인 누수가 발생합니다.</p>

27.2.3.4 설명이 있는 적외선 이미지

지붕 표면 아래의 축축한 단열 부분을 어떻게 찾아 냅니까? 자갈이나 쇠석을 포함하는 지붕 표면이 마르면 햇살이 따뜻한 날에 지붕 전체가 따뜻하게 됩니다. 초저녁에 하늘이 맑으면 열 복사로 인해 지붕이 냉각되기 시작합니다. 높은 열 용량으로 인해 축축한 단열 부분이 건조한 부분보다 더 오래 열을 유지하므로 적외선 이미지에서 더 뚜렷이 보이게 됩니다(아래 사진 참조). 이 기술은 흡수성 단열재—예: 목질 섬유, 유리 섬유 및 펄라이트—가 있는 지붕에 특히 효과적입니다. 이러한 단열재의 경우 열 패턴과 습기가 거의 완벽하게 연관됩니다.

비흡수성 단열재가 있는 지붕을 적외선 검사하는 경우는 패턴이 더 확산되기 때문에 진단이 더 어려울 수 있습니다.

이 단원에는 경사가 완만한 상업용 지붕에서 발생하는 습기 문제의 몇몇 대표적인 적외선 이미지가 포함됩니다.

적외선 이미지	주석
<p>10554003.a1</p> 	<p>지붕 위의 습기 탐지(저녁 중에 기록). 습기의 영향을 받은 건물 소재는 열 질량이 더 높으므로 이 소재의 온도가 주위 공간보다 더 서서히 감소합니다.</p>
<p>10554103.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>지붕 아래쪽의 구조적 콘크리트 T 데크상에서 적외선 스캔을 통해 식별된 물에 의해 손상된 지붕 부분 및 단열재. 영향을 받은 공간은 전도 및 열 용량 효과로 인해 주위의 영향을 받지 않은 공간보다 온도가 더 낮습니다.</p>
<p>10554203.a1</p> 	<p>경사가 완만한 상업용 지붕에 대한 주간 검사. 영향을 받은 공간은 전도 및 열 용량 효과로 인해 주위의 건조한 공간보다 온도가 더 낮습니다.</p>

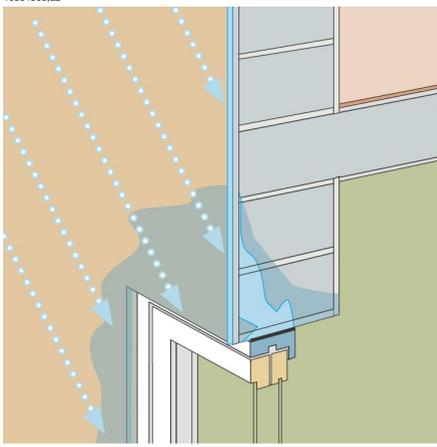
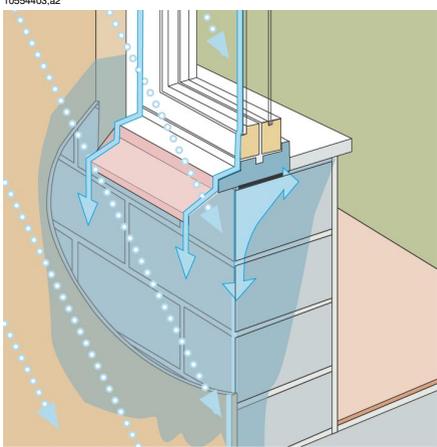
27.2.4 습기 탐지(2): 상업용 및 주거용 파사드

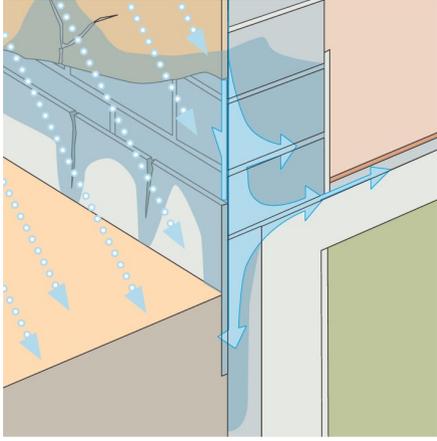
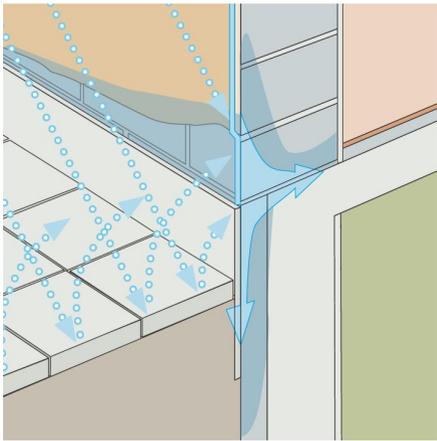
27.2.4.1 일반 정보

열화상 진단은 상업용 및 주거용 파사드에 대한 습기 침투를 평가하는 데 있어 매우 효과적인 것으로 입증되었습니다. 습기 이동 경로를 실제로 표현하는 것은 습도계 탐사침 위치를 추정하는 것보다 더 확실하고 경제적인 방법입니다.

27.2.4.2 설명이 있는 건물 구조

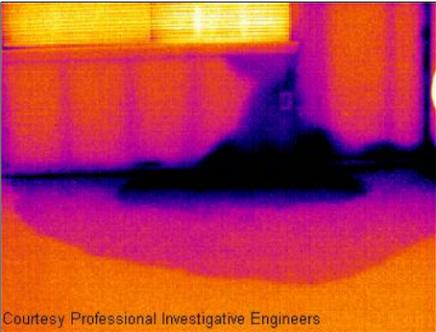
이 단원에는 상업용 및 주거용 파사드에서 발생하는 습기 문제의 몇몇 대표적인 예가 포함됩니다.

구조 도면	주석
<p>10554303.a2</p> 	<p>잘못 연결된 바닥으로 인해 내리는 빗물이 파사드에 침투합니다. 창 위의 벽돌부에 습기가 쌓입니다.</p>
<p>10554403.a2</p> 	<p>내리는 빗물이 비스듬히 창에 부딪칩니다. 대부분의 빗물은 창가 방수 장치를 따라 흘러내리지만, 방수 장치 아래쪽과 플라스틱이 만나는 벽돌부로 약간의 빗물이 스며듭니다.</p>

구조 도면	주석
<p>10554503.a2</p> 	<p>빗물이 비스듬히 파사드에 부딪치고 틈을 통해 플라스터에 침투합니다. 그런 다음 빗물이 플라스터의 안쪽을 따라 흘러서 결빙에 의한 부식을 유발합니다.</p>
<p>10554603.a2</p> 	<p>빗물이 파사드에 튀어서 플라스터와 벽돌부에 침투하고 결국은 결빙에 의한 부식을 유발합니다.</p>

27.2.4.3 설명이 있는 적외선 이미지

이 단원에는 상업용 및 주거용 파사드에서 발생하는 습기 문제의 몇몇 대표적인 적외선 이미지가 포함됩니다.

적외선 이미지	주석
<p>10554703.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>창틀의 석재 베니어가 제대로 마무리되지 않았고 밀봉되지 않았으며 방수 장치가 없기 때문에 벽 구멍과 실내 주거 공간으로 습기가 침투했습니다.</p>
<p>10554803.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>아파트 건물에서 비닐 판자 파사드의 부적절한 틈새 간격과 경사 때문에 모세관 현상에 의해 실내 마감재로부터 벽으로 습기가 옮겨갔습니다.</p>

27.2.5 습기 탐지(3): 데크 및 발코니

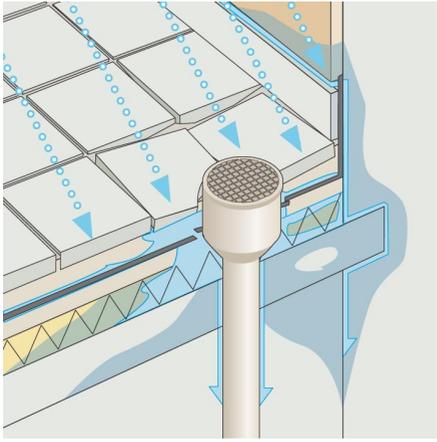
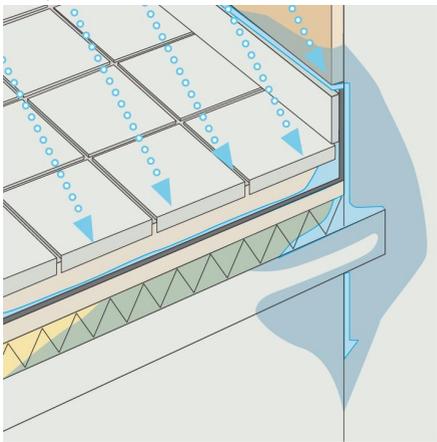
27.2.5.1 일반 정보

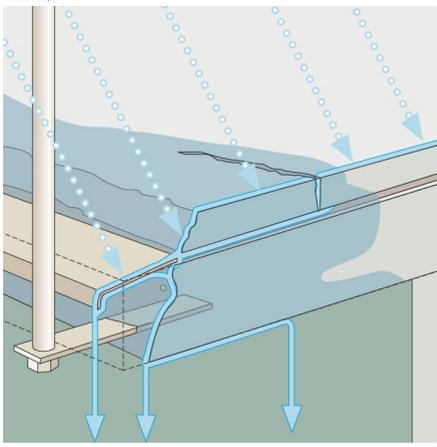
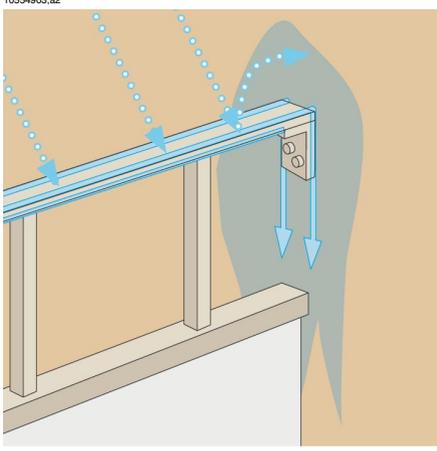
설계, 소재 및 구조가 다름에도 불구하고 데크(플라자 데크, 안마당 데크 등)에는 경사가 완만한 상업용 지붕과 동일한 습기 및 누수 문제가 발생합니다. 부적절한 방수 장치, 잘못된 밀봉막 및 불충분한 배수 장치로 인해 건물 구조에 상당한 손상이 발생할 수 있습니다.

발코니는 크기는 작지만 설계, 소재 선택 및 기술에서 다른 건물 구조와 마찬가지로 주의가 필요합니다. 일반적으로 발코니는 한쪽에서만 지탱되기 때문에 습기로 인해 버팀목과 콘크리트 강화제가 부식되어 문제가 발생하고 위험한 상황이 초래될 수 있습니다.

27.2.5.2 설명이 있는 건물 구조

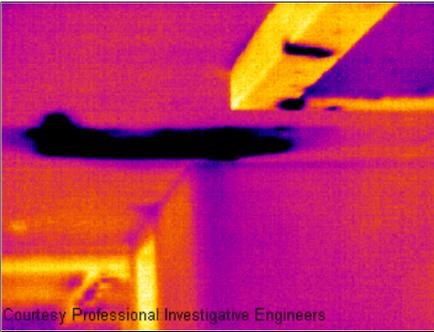
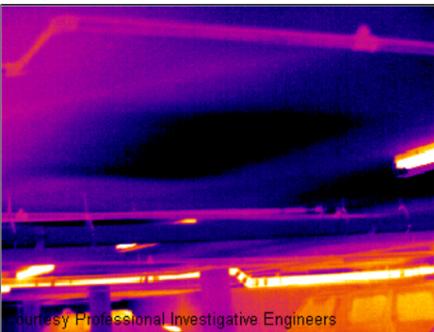
이 단원에는 데크 및 발코니에서 발생하는 습기 문제의 몇몇 대표적인 예가 포함됩니다.

구조 도면	주석
<p>10555203.a2</p> 	<p>지붕 배출구의 덮개와 막이 제대로 밀봉되지 않아 우천 시에 누수가 발생합니다.</p>
<p>10555103.a2</p> 	<p>데크-벽 연결부에 방수 장치가 없어서 콘크리트와 단열재에 빗물이 침투합니다.</p>

구조 도면	주석
<p>10555003.a2</p> 	<p>드롭 에이프런의 크기가 잘못되어서 콘크리트에 빗물이 침투하고 콘크리트 붕괴와 강화제 마모를 유발합니다.</p> <p>안전 위험!</p>
<p>10554903.a2</p> 	<p>난간이 벽에 고정되는 위치인 플라스터와 기초 벽돌부에 빗물이 침투합니다.</p> <p>안전 위험!</p>

27.2.5.3 설명이 있는 적외선 이미지

이 단원에는 데크 및 발코니에서 발생하는 습기 문제의 몇몇 대표적인 적외선 이미지가 포함됩니다.

적외선 이미지	주석
<p>10555303.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>발코니-벽 연결의 방수 장치가 부적절하고 주변 배수 장치가 없기 때문에 위층 실외 발코니의 목재 지지 구조물에 습기가 침투했습니다.</p>
<p>10555403.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>지하 주차장 플라자 데크 구조에 복합 배수 장치나 시설이 없어서 콘크리트 구조 데크와 플라자 표면 사이에 물이 고여 있습니다.</p>

27.2.6 습기 탐지(4): 배관 파손 및 누수

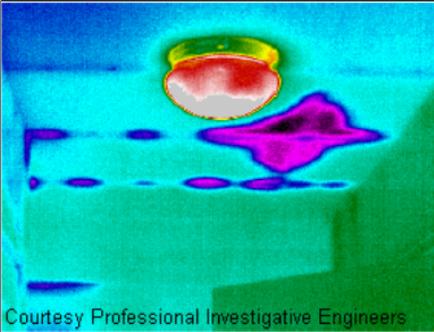
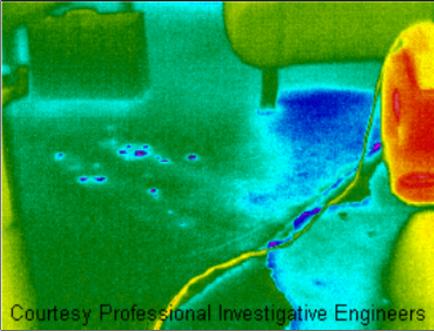
27.2.6.1 일반 정보

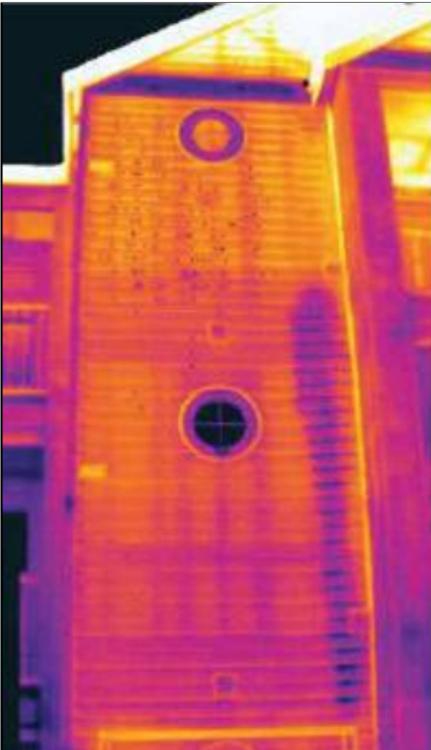
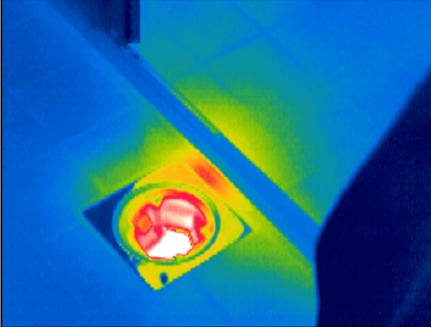
배관 누수로 인해 발생한 물이 건물 구조에 심각한 손상을 줄 수 있습니다. 미량의 누수는 탐지가 어려울 수 있지만 이 누수가 오랜 시간에 걸쳐 벽과 기반에 침투하여 회복이 어려울 정도로 건물 구조를 손상시킬 수 있습니다.

배관 파손이나 누수가 의심되는 초기 단계에 건물 열화상 진단을 사용하여 소재 비용과 인건비를 상당히 절감할 수 있습니다.

27.2.6.2 설명이 있는 적외선 이미지

이 단원에는 배관 파손 및 누수의 몇몇 대표적인 적외선 이미지가 포함됩니다.

적외선 이미지	주석
<p>1055503.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>배관이 파손된 가정의 천장 내부에서 철강 대들보를 따라 습기가 옮겨갔습니다.</p>
<p>1055503.a1</p>  <p>Courtesy Professional Investigative Engineers</p>	<p>배관 누수로 인해 발생한 물이 계약자가 카펫을 절단하고 제습기를 설치하는 수리 과정에서 원래 예상한 것보다 훨씬 더 옮겨갔습니다.</p>

적외선 이미지	주석
<p>10555703.a1</p> 	<p>비닐로 둘러 쌓인 이 3층 아파트의 적외선 이미지는 3층의 세탁기에서 발생한 심각한 누수 경로를 보여주지만, 이 누수는 벽 안에 완전히 숨겨져 있어 보이지 않습니다.</p>
<p>10555803.a1</p> 	<p>바닥 배수구와 타일 사이의 부적절한 밀봉으로 인해 누수가 발생합니다.</p>

27.2.7 공기 침투

27.2.7.1 일반 정보

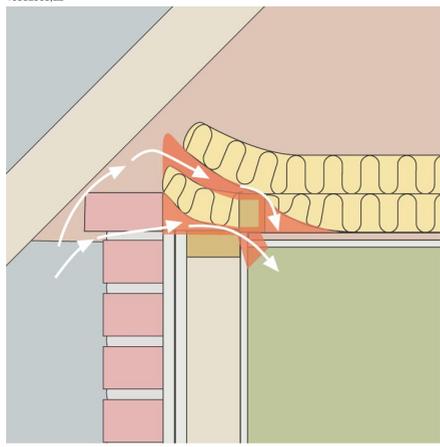
건물에 가해지는 풍압, 건물 내외부의 온도차 그리고 대부분의 건물에서 사용된 공기를 빼내기 위해 배기 터미널 장치를 사용한다는 사실에서 **2-5 Pa**의 음압을 예측할 수 있습니다. 이 음압 때문에 건물 단열 및 건물 밀봉의 결함으로 인해 찬 공기가 건물 구조에 유입될 수 있으며 이를 공기 침투라고 부릅니다. 공기 침투는 건물 구조의 연결부나 이음부에서 발생할 수 있습니다.

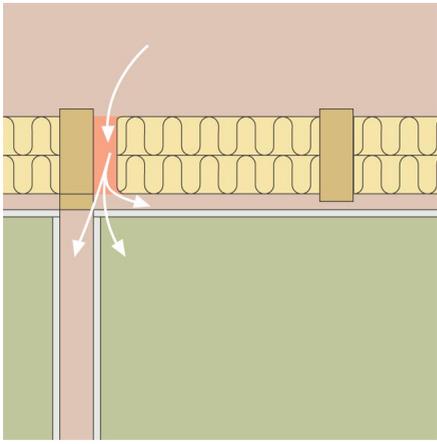
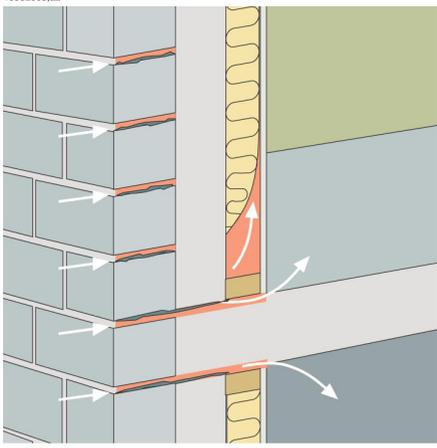
공기 침투는 실내에 찬 공기의 흐름을 유발하므로 실내 온도를 상당히 떨어뜨릴 수 있습니다. 일반적으로 **0.15 m/s**까지의 약한 공기 흐름은 거주자가 느낄 수 있지만 일반적인 측정 장치로는 이러한 공기 흐름을 탐지하기가 어려울 수 있습니다.

적외선 이미지상에서 일반적인 열선 패턴에 의해 공기 침투를 식별할 수 있으며, 이 열선 패턴은 건물 구조의 출구쪽(예: 가장자리 스트립의 뒤쪽)에서 방출됩니다. 또한 공기 침투 공간에서 탐지된 온도는 단열 결함이 한 곳만 있는 공간보다 일반적으로 더 낮습니다. 그 이유는 공기 흐름의 냉기 요인 때문입니다.

27.2.7.2 설명이 있는 건물 구조

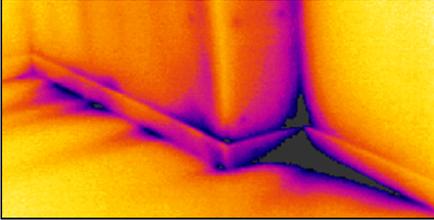
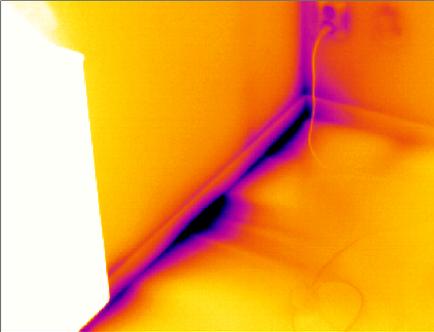
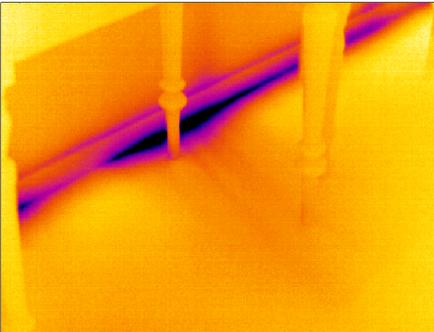
이 단원에는 공기 침투가 발생할 수 있는 건물 구조의 몇몇 대표적인 예가 포함됩니다.

구조 도면	주석
 <p>10552503.a2</p>	<p>유리 섬유 단열 솜이 제대로 설치되지 않아서 벽 돌집의 처마에 단열 결함이 있습니다.</p> <p>처마 뒤쪽으로부터 실내로 공기가 침투합니다.</p>

구조 도면	주석
<p>10552303.a2</p> 	<p>유리 섬유 단열 솜이 제대로 설치되지 않아서 중간 흐름에 단열 결함이 있습니다. 치마 뒤쪽으로부터 실내로 공기가 침투합니다.</p>
<p>10552603.a2</p> 	<p>벽돌벽 파사드의 틈새로 인해 지붕 밑 콘크리트 공간에 공기가 침투합니다. 가장자리 스트립 아래쪽에서 실내로 공기가 침투합니다.</p>

27.2.7.3 설명이 있는 적외선 이미지

이 단원에는 공기 침투가 발생할 수 있는 건물 구조의 몇몇 대표적인 적외선 이미지가 포함됩니다.

적외선 이미지	주석
<p>10552703.a1</p> 	<p>가장자리 스트립 뒤쪽으로부터 공기가 침투합니다. 일반적인 열선 패턴을 확인하십시오.</p>
<p>10552803.a1</p> 	<p>가장자리 스트립 뒤쪽으로부터 공기가 침투합니다. 일반적인 열선 패턴을 확인하십시오. 왼쪽의 흰색 공간은 라디에이터입니다.</p>
<p>10552903.a1</p> 	<p>가장자리 스트립 뒤쪽으로부터 공기가 침투합니다. 일반적인 열선 패턴을 확인하십시오.</p>

27.2.8 단열 결함

27.2.8.1 일반 정보

단열 결함이 반드시 공기 침투를 유발하는 것은 아닙니다. 유리 섬유 단열 솜이 제대로 설치되지 않으면 건물 구조에 공기 구멍이 형성됩니다. 이 공기 구멍의 열 전도성은 단열 솜이 제대로 설치되어 있는 공간의 열 전도성과 다르므로 건물 열화상 진단 검사 중에 공기 구멍을 탐지할 수 있습니다.

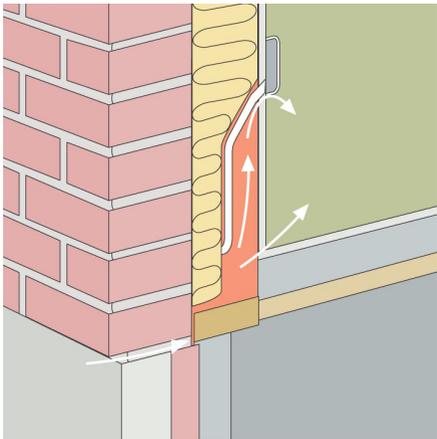
기본적으로 단열 결함이 있는 공간의 온도는 공기 침투만 있는 공간보다 더 높습니다.

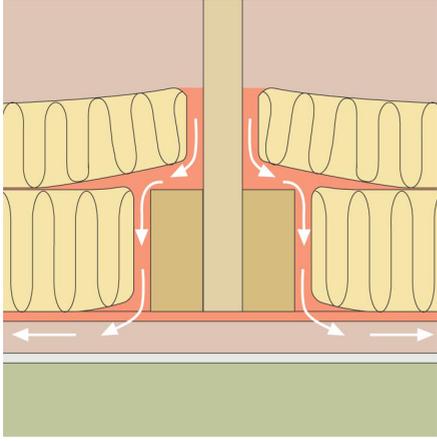
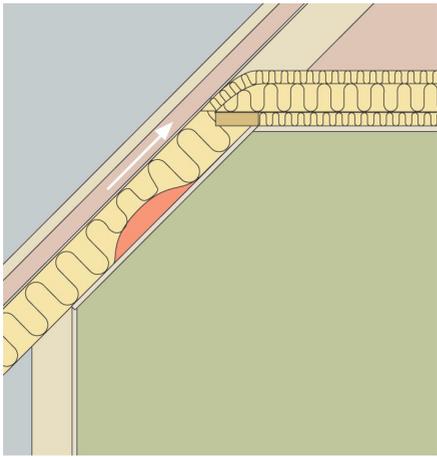
단열 결함을 탐지하기 위해 건물 열화상 진단 검사를 수행할 경우, 건물 구조의 다음과 같은 부분에 유의하십시오. 이 부분들은 적외선 이미지상에서 단열 결함처럼 보일 수 있습니다.

- 목재 대들보, 샛기둥, 서까래, 빔
- 철강 대들보 및 철강 빔
- 벽, 천장, 바닥 안쪽의 수도관
- 벽, 천장, 바닥 안쪽의 전기 설치(예: 도관, 배관 등)
- 목재 벽 안쪽의 콘크리트 기둥
- 환기구 및 송풍구

27.2.8.2 설명이 있는 건물 구조

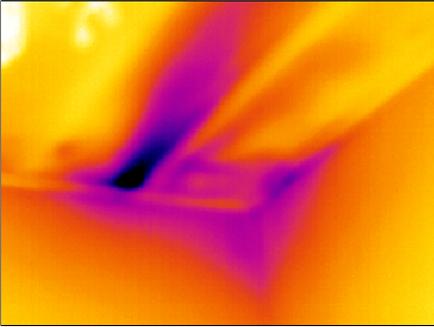
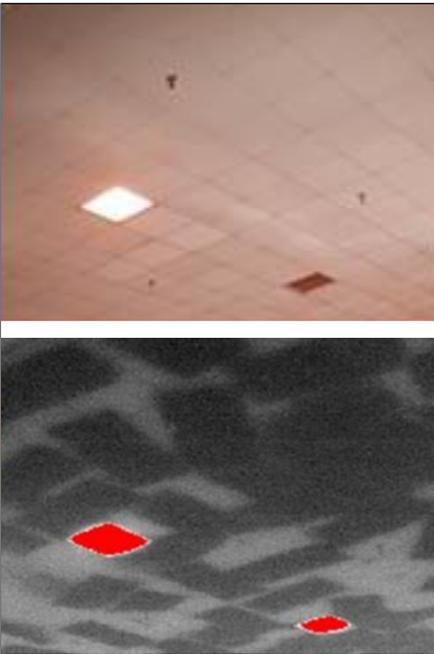
이 단원에는 단열 결함이 있는 건물 구조의 몇몇 대표적인 예가 포함됩니다.

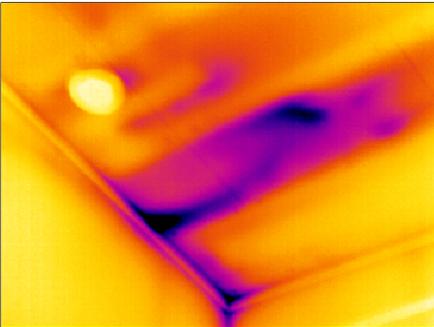
구조 도면	주석
	<p>전기 콘센트 주위에 단열 솜을 제대로 설치하지 않아 발생하는 단열 결함(및 공기 침투).</p> <p>이러한 유형의 단열 결함은 적외선 이미지에서 어두운 부분으로 나타납니다.</p>

구조 도면	주석
<p>10553103.a2</p> 	<p>다락방 바닥보에 단열 솜을 제대로 설치하지 않아 발생하는 단열 결함. 찬 공기가 구조물 내에 침투하여 천장 안쪽을 냉각시킵니다.</p> <p>이러한 유형의 단열 결함은 적외선 이미지에서 어두운 부분으로 나타납니다.</p>
<p>10553003.a2</p> 	<p>단열 솜을 제대로 설치하지 않아 경사진 천장 바깥에 공기 구멍이 형성되는 단열 결함.</p> <p>이러한 유형의 단열 결함은 적외선 이미지에서 어두운 부분으로 나타납니다.</p>

27.2.8.3 설명이 있는 적외선 이미지

이 단원에는 단열 결함의 몇몇 대표적인 적외선 이미지가 포함됩니다.

적외선 이미지	주석
<p>10553303.a1</p> 	<p>중간 바닥 구조에 있는 단열 결함. 이 단열 결함의 원인은 단열 솜이 없거나 단열 솜이 제대로 설치되지 않은 경우일 수 있습니다(공기 구멍).</p>
<p>10553403.a1</p> 	<p>달천장에 유리 섬유 솜이 제대로 설치되지 않음.</p>

적외선 이미지	주석
<p>10553503.a1</p> 	<p>중간 바닥 구조에 있는 단열 결함. 이 단열 결함의 원인은 단열 솜이 없거나 단열 솜이 제대로 설치되지 않은 경우일 수 있습니다(공기 구멍).</p>

27.3 건물 과학의 이론

27.3.1 일반 정보

최근 에너지 효율이 뛰어난 건축에 대한 요구가 상당히 높아졌습니다. 에너지 분야의 발전과 더불어 쾌적한 실내 환경에 대한 수요가 늘어남에 따라 건물의 단열성 및 공기 밀폐성과 난방 및 환기 시스템에 대한 중요성이 더욱 커졌습니다.

단열성과 공기 밀폐성이 매우 높은 구조에서 단열성 및 밀폐성의 결함은 에너지 손실에 막대한 영향을 미칠 수 있습니다. 건물 단열성과 공기 밀폐성의 결함은 난방 및 유지 관리 비용을 과도하게 만들 뿐만 아니라 실내 온도를 떨어뜨리게 됩니다.

건물의 단열 정도는 다양한 건물 부분에 대한 열 저항 또는 열 전달 계수(U 값)의 형태로 규정됩니다. 하지만 이 규정된 열 저항 값은 건물의 실제적인 에너지 손실에 대해서는 측정값을 제공하지 않습니다. 밀폐되지 않거나 단열재로 충분히 채워지지 않아서 이음부나 연결부에서 발생하는 공기 누출은 실제로 예상되는 설계 값과는 상당히 다른 편차를 생성합니다.

개별 소재와 건물 요소가 예상 특성을 가지는지 확인하기 위해서는 실험실 테스트를 수행합니다. 건물의 예상 단열성 및 공기 밀폐성을 실제로 실현하기 위해서는 전체 건물을 확인하고 검사해야 합니다.

구조적 엔지니어링 응용 측면에서 열화상 진단은 구조물 표면의 온도 변화를 연구하는 데 사용됩니다. 구조물의 열 저항이 변하면 특정 조건 하에서 표면의 온도가 변할 수 있습니다. 또한 구조물에서 발생하는 누수나 찬 공기가 표면 온도에 영향을 줄 수도 있습니다. 즉, 건물을 둘러싸는 구조 부분에서 단열 결함, 열 브리지 및 공기 누출 부분을 찾아 검사할 수 있습니다.

열화상 진단 자체는 구조물의 열 저항이나 공기 밀폐성을 직접 보여주지 않습니다. 열 저항이나 공기 밀폐성을 정량화해야 하는 경우는 추가적인 측정을 해야 합니다. 건물의 열화상 진단 분석에서는 구조물상의 온도 및 압력 조건에 따라 특정한 전제 조건을 사용합니다.

열 이미지의 세부 사항, 모양 및 대비는 이러한 매개 변수에 따라 상당히 달라질 수 있습니다. 따라서 열 이미지의 정밀한 분석과 해석을 위해서는 소재 및 구조적 특성, 온도의 영향 그리고 최신 측정 기술과 같은 여러 측면을 완벽하게 이해해야 합니다. 측정 결과를 평가하기 위해서는 측정자의 기량과 경험 측면에서 특별한 요구 사항이 있습니다(예: 국가 또는 지역별 표준화 기관에 의한 인증).

27.3.2 테스트 및 검사의 효과

전체 건물의 단열성 및 공기 밀폐성이 제대로 작동하는지 예상하는 것은 어려울 수 있습니다. 다양한 구성 요소를 조립하여 건물을 세우는 과정에서 최종 결과에 상당한 영향을 미칠 수 있는 요소들이 있습니다. 현장에서 운송, 처리 및 보관이

미치는 영향과 작업이 수행되는 방식을 미리 추정할 수는 없습니다. 원하는 기능을 실제로 실현하기 위해서는 전체 건물을 테스트하고 검사하여 확인하는 것이 필요합니다.

현대의 단열 기술로 인해 이론적인 열 요구 사항이 줄었습니다. 하지만 이것은 사소하더라도 중요한 위치에 결함이 있는 경우(이음부의 누수 또는 잘못 설치된 단열재 등) 난방 및 쾌적함 측면에서 중대한 결과를 초래할 수 있음을 의미합니다. 열화상 진단을 통한 확인 테스트는 설계자, 계약자, 개발자, 자산 관리자 및 사용자의 입장에서 가치가 입증되었습니다.

- 설계자에게 중요한 것은 다양한 구조의 기능을 찾아낸 후 작업 방식과 기능 요구 사항을 고려하여 해당 기능을 설계하는 것입니다. 설계자는 또한 여러 가지 소재와 소재의 조합이 실제로 어떻게 작용하는지를 이해해야 합니다. 경험적인 피드백과 함께 효과적인 테스트와 검사를 통해 이 분야에서 필요한 개발을 실현할 수 있습니다.
- 계약자는 기관에서 발급된 규정이나 계약서에 지정된 요구 사항에 맞게 구조물의 기능이 유지될 수 있도록 테스트와 검사에 신경을 써야 합니다. 구조적 결함을 예방하기 위해 계약자는 초기 건축 단계에서 어떤 변경이 필요한지를 알아야 합니다. 건축 중에는 대량 생산 프로젝트에서 완성된 최초의 아파트에서 검사를 수행해야 합니다. 생산이 계속됨에 따라 유사한 검사가 이어집니다. 이러한 방식으로 구조적인 결함을 예방하고 불필요한 비용과 이후의 문제를 줄일 수 있습니다. 이 검사는 제조업체와 사용자 모두에게 이익이 됩니다.
- 개발자와 자산 관리자의 경우는 난방, 유지 관리(습기 또는 습기 침투로 인한 손상) 및 입주자의 쾌적성(임대된 지역의 냉각된 표면 및 공기 흐름) 측면에서 건물을 검사하는 것이 필수적입니다.
- 사용자에게 중요한 것은 완료된 제품이 건물의 단열성 및 공기 밀폐성 측면에서 예상 요구 사항을 충족시키는지 확인하는 것입니다. 재정적 부담이 상당한 주택을 구매하는 개인과 구매자의 경우 건물의 결함으로 인해 발생할 수 있는 심각한 재정적 결과나 위생 문제에 대해 알아야 합니다.

건물의 단열성 및 공기 밀폐성을 테스트하고 검사하는 것은 한편으로 심리적인 면이 있으며 다른 한편으로 재정적인 면이 있습니다.

실내 온도 환경의 심리적인 경험은 매우 주관적이며 개인의 열 균형과 온도 경험 방식에 따라 다양합니다. 기후 경험은 실내 기온과 주위 표면 온도에 따라 다릅니다. 또한 실내 공기의 이동 속도와 습기 함유량도 어느 정도 중요합니다. 심리적으로 볼 때 다음과 같은 원인에 의해 발생한 통풍은 피부가 부분적으로 냉각되는 느낌을 유발합니다.

- 기온이 정상적인 점유 공간에서 과도한 공기 이동이 발생하는 경우
- 점유 공간의 공기 이동은 정상이지만 실내 온도가 너무 낮은 경우
- 냉각된 표면과 상당한 복사열 교환이 이루어지는 경우

건물의 단열성 테스트 및 검사의 효과를 정확히 평가하는 것은 어렵습니다.

연구에 의하면 건물의 단열성과 공기 밀폐성의 결합으로 인해 예상보다 20~30% 이상의 열 손실이 발생했습니다. 비교적 대규모의 소형 주택 단지와 집단 거주 단지에서 개선 조치 이전과 이후의 에너지 소모량을 모니터링한 결과도 이 사실을 입증했습니다. 이 인용된 수치는 일반적인 건물을 대표하는 것은 아니며 이 연구 데이터가 전체 건물에 대해 적용된다고는 말할 수 없습니다. 하지만 신중한 평가를 통해 건물의 단열성 및 공기 밀폐성을 효과적으로 테스트하고 검사함으로써 에너지 소모량을 약 10% 줄일 수 있습니다.

연구에서는 또한 입주자가 차가워진 실내를 쾌적하게 만들고 공기 흐름을 원활히 하기 위해 정상보다 실내 온도를 1도 이상 올릴 경우, 결합과 관련된 에너지 소모량이 증가하는 것을 보여줍니다.

27.3.3 열화상 진단의 장애 요인

열화상 진단을 수행하는 중에, 단열 결합에 의해 발생하는 온도 변화와 U 값의 자연적인 변화를 혼동할 수 있는 위험은 정상 조건 하에서 사소한 것으로 간주됩니다.

U 값의 편차와 관련된 온도 변화는 일반적으로 점진적이며 표면상에서 대칭적으로 분포됩니다. 물론 이러한 종류의 편차는 지붕과 바닥의 각진 부분과 벽 모서리에서 발생할 수 있습니다.

공기 누출 또는 단열 결합과 관련된 온도 변화는 대개 그 윤곽이 날카로운 것이 특징입니다. 일반적으로 온도 패턴은 비대칭적입니다.

열화상 진단 중이나 적외선 이미지를 해석할 경우, 비교 적외선 이미지는 평가에 필요한 중요한 정보가 될 수 있습니다.

실제로 열화상 진단에서 가장 일반적으로 발생하는 장애 요인은 다음과 같습니다.

- 열화상 진단을 수행 중인 표면에 미치는 태양의 영향(창문을 통해 비치는 태양 광선)
- 파이프가 있는 뜨거운 라디에이터
- 측정 중인 표면이나 그 주변에 비치는 직사 광선
- 표면에서 진행되는 공기 흡입구 등으로부터의 공기 흐름
- 표면에 쌓인 습기의 영향

햇빛이 비치는 표면에는 열화상 진단을 수행하면 안됩니다. 햇빛이 영향을 미칠 위험이 있으면 블라인드를 닫아서 창문을 가려야 합니다. 하지만 표면에 열(예: 태양열)이 가해질 때만 나타나는 건물 결합이나 문제(일반적으로 습기 문제)가 있을 수 있습니다.

습기 탐지에 대한 자세한 내용은 단원 27.2.2 - 습기 탐지 정보 페이지 135를 참조하십시오.

뜨거운 라디에이터는 적외선 이미지에서 밝은 표면으로 나타납니다. 라디에이터 옆에 있는 벽의 표면 온도가 상승하며 이로 인해 존재하는 결함이 드러나지 않을 수 있습니다.

뜨거운 라디에이터의 장애 요인을 최대한 예방하기 위해서는 라디에이터를 잠시 차단한 후에 측정을 수행할 수 있습니다. 하지만 건물 구조에 따라서는 열화상 진단 검사를 수행하기 전에 라디에이터를 여러 시간 차단해야 할 수도 있습니다. 구조물 표면상의 표면 온도 분포에 영향을 미칠 만큼 실내 기온이 떨어져서는 안 됩니다. 전기 라디에이터에는 시간 지연이 거의 없으므로 스위치를 끄면 비교적 빨리 냉각됩니다(20-30분).

적외선 이미지를 찍을 때에는 벽을 비추는 조명을 꺼야 합니다.

열화상 진단 중에 지장을 초래하는 공기 흐름(예: 열린 창문, 열린 밸브, 측정 중에 표면을 향하는 팬)이 없어야 합니다. 이러한 공기 흐름은 열화상 진단 중인 표면에 영향을 미칠 수 있습니다.

표면 응축의 결과로 발생하는 축축한 표면은 열 전달과 표면 온도에 확실한 영향을 미칩니다. 표면에 습기가 있는 곳에는 대개 약간의 증발이 발생하며, 이 증발에 의해 열이 빼앗기므로 표면의 온도가 몇 도 가량 낮아집니다. 주요 열 브리지와 단열 결함에는 표면 응축의 위험이 있습니다.

여기에 설명된 종류의 심각한 장애는 측정 전에 미리 탐지되고 제거될 수 있습니다.

열화상 진단 중에는 측정 중인 표면을 장애 요인으로부터 차단할 수 없으므로, 결과를 해석하고 평가할 때 이러한 요인을 고려해야 합니다. 각 측정 때마다 열화상 진단이 수행되었던 조건을 자세히 기록해야 합니다.

27.3.4 표면 온도 및 공기 누출

구조물의 작은 틈새로 인해 건물의 공기 밀폐성에 결함이 있는 경우 표면 온도를 측정하여 이 결함을 탐지할 수 있습니다. 검사 중인 건물에 음압이 있는 경우는 건물의 누출부를 통해 공간에 공기가 흐릅니다. 벽의 작은 틈새를 통해 찬 공기가 흐르면 일반적으로 벽에 인접한 공간의 온도가 낮아집니다. 이 결과 특정한 모양의 냉각된 표면 공간이 벽 안쪽면을 따라 확장합니다. 열화상 진단을 사용하여 냉각된 표면 공간을 탐지할 수 있습니다. 벽 표면의 공기 이동은 풍속 표시기를 사용하여 측정할 수 있습니다. 검사 중인 건물 내부에 양압이 있는 경우는 따뜻한 실내 공기가 벽의 틈새를 통해 누출되므로, 누출된 위치의 주변 표면이 부분적으로 따뜻하게 됩니다.

누출의 규모는 한편으로 틈새의 크기에 따라 다르며 다른 한편으로 구조물의 압력 차이에 따라 다릅니다.

27.3.4.1 건물의 압력 조건

건물 구조물의 압력 차이를 유발하는 가장 중요한 원인은 다음과 같습니다.

- 건물 주변의 바람 조건
- 환기 시스템의 영향
- 내부 공기와 외부 공기의 온도차(열 차압)

건물 내부의 실제적인 압력 조건은 이들 요소가 서로 조합되어 발생합니다.

다양한 구조물 요소에 대한 실질적인 압력 기울기는 160 페이지의 그림으로 표현될 수 있습니다. 건물에 미치는 바람의 불규칙적인 영향은 실제로 압력 조건이 가변적이고 복잡하다는 것을 의미합니다.

안정된 상태의 바람 흐름에서는 베르누이의 법칙이 적용됩니다.

$$\frac{\rho v^2}{2} + p = \text{constant}$$

여기서:

ρ	kg/m ³ 단위의 공기 밀도
v	m/s 단위의 풍속
p	Pa 단위의 정적 압력

여기서:

$$\frac{\rho v^2}{2}$$

는 동적 압력과 정적 압력 p 를 나타냅니다. 이 압력의 합이 전체 압력이 됩니다.

표면에 대한 풍하중으로 인해 동적 압력이 표면에 대한 정적 압력이 됩니다. 이 정적 압력의 크기는 표면의 모양과 풍향과의 각도에 의해 주로 결정됩니다.

표면에 대한 정적 압력(p_{stat})이 되는 동적 압력의 일부는 이른바 응력 집중 계수에 의해 결정됩니다.

$$C = \frac{p_{stat}}{\frac{\rho v^2}{2}}$$

ρ 가 1.23 kg/m³(+15°C에서 공기 밀도)이면 풍속에 다음과 같은 부분적인 압력이 가해집니다.

$$p_{stat} = C \times \frac{\rho v^2}{2} = C \times \frac{v^2}{1.63} \text{ Pa}$$

10551903.a1

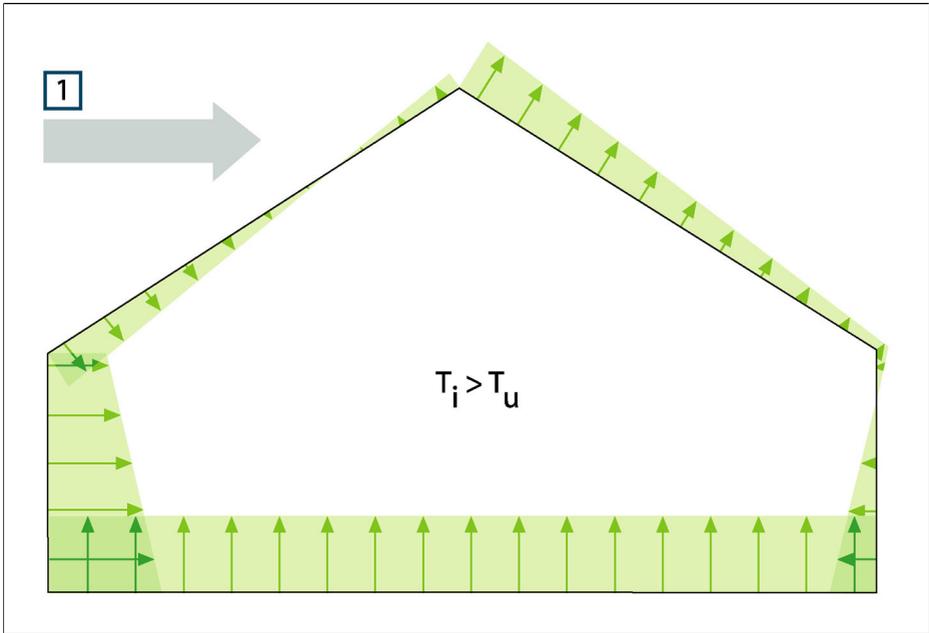


그림 27.3 바람의 영향, 환기 및 내부/외부 온도차에 따라 건물의 주위 표면에 분포되는 실제 압력.
 1: 풍향; T_u : K 단위의 열역학 실외 기온; T_i : K 단위의 열역학 실내 기온.

동적 압력의 전부가 정적 압력이 되는 경우는 $C = 1$ 이 됩니다. 161 페이지의 그림은 다양한 풍향에서 건물의 응력 집중 계수 분포를 보여줍니다.

따라서 바람이 불어오는 방향으로 내부 음압이 발생하고 바람이 불어가는 방향으로 내부 양압이 발생합니다. 실내 기압은 바람 조건, 건물의 누출 그리고 풍향과 관련하여 이러한 누출이 분포되는 방식에 따라 달라집니다. 건물의 누출이 균일하게 분포되면 내부 압력이 $\pm 0.2 p_{stat}$ 만큼 변할 수 있습니다. 대부분의 누출이 바람이 불어오는 방향에 있으면 내부 압력이 약간 증가합니다. 반대로 대부분의 누출이 바람이 불어가는 방향에 있는 경우 내부 압력이 떨어집니다.

10551903.a1

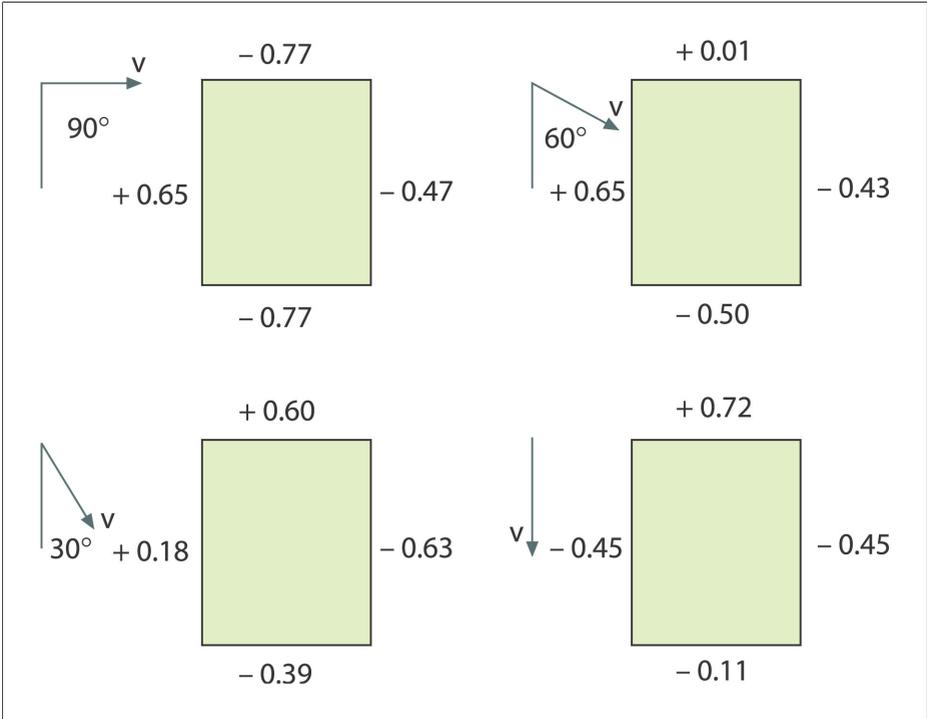


그림 27.4 건물에 상대적인 다양한 풍향과 풍속(v)에 대한 응력 집중 계수(C) 분포.

바람 조건은 시간에 따라 비교적 가까운 두 위치 사이에서 상당히 다를 수 있습니다. 열화상 진단에서 이러한 편차는 측정 결과에 확실한 영향을 미칠 수 있습니다.

약 5 m/s의 평균 풍속에 노출된 파사드에 가해지는 차압은 약 10 Pa라는 사실이 실험적으로 입증되었습니다.

기계적 환기는 환기 방향에 따라 일정한 내부 음압 또는 양압을 생성합니다. 연구에 따르면 소형 주택의 기계적 환기(부엌 팬)에 의해 발생한 음압은 대개 5 - 10 Pa 사이입니다. 집단 주거 단지에 기계적 환기가 있는 경우 음압은 10-50 Pa로 약간 더 큼니다. 이른바 균형적 환기(공기 공급과 추출이 기계적으로 제어됨)가 있는 경우는 약간의 내부 음압(3-5 Pa)을 생성하도록 이 환기가 조정됩니다.

온도차에 의해 발생하는 차압인 이른바 굴뚝 효과(다른 온도에서 공기 밀폐성의 차이)는 건물의 저층에 음압이 존재하고 고층에 양압이 존재함을 의미합니다. 일정한 높이에는 중립 지역이 있어서 이 지역에서는 내부와 외부의 압력이 동일하게 됩니다. 163페이지의 그림을 참조하십시오. 이 차압은 다음과 같은 관계로 표현될 수 있습니다.

$$\Delta p = g \times \rho_u \times h \left(1 - \frac{T_u}{T_i} \right) \text{ Pa}$$

Δp	구조물 내의 차등 기압(Pa 단위)
g	9.81 m/s ²
ρ_u	kg/m ³ 단위의 공기 밀도
T_u	열역학 실외 기온(K 단위)
T_i	열역학 실내 기온(K 단위)
h	층립 지역에서의 거리(m 단위)

$\rho_u = 1.29 \text{ kg/m}^3$ (273 K 온도 및 $\approx 100 \text{ kPa}$ 에서의 공기 밀도)이면 다음과 같이 됩니다.

$$\Delta p \approx 13 \times h \left(1 - \frac{T_u}{T_i} \right)$$

주변 내부 온도와 외부 온도 사이의 차이가 +25°C인 경우 그 결과는 약 1 Pa/m(= 3.28 Pa/ft.) 높이 차이에서의 차압 차이가 됩니다.

10552003.a1

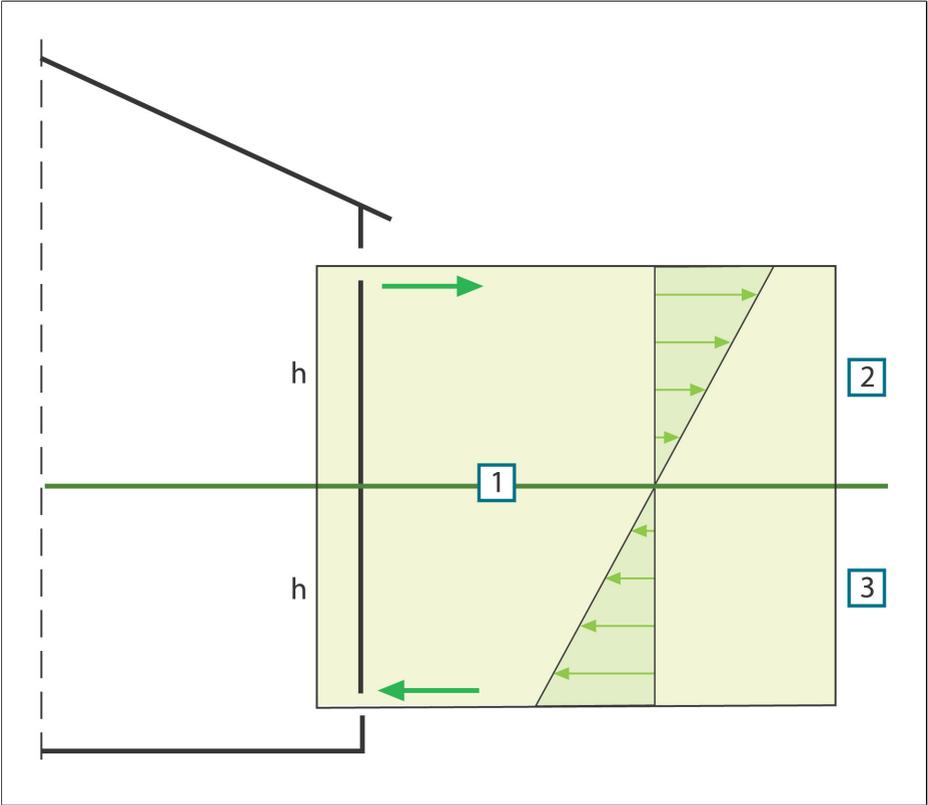


그림 27.5 2개의 공기 구멍이 있고 외부 온도가 내부 온도보다 더 낮은 건물의 압력 분포. 1: 중립 지역; 2: 양압; 3: 음압; h: 중립 지역에서 거리.

중립 지역의 위치는 건물의 누출 정도에 따라 다를 수 있습니다. 누출이 수직으로 균일하게 분포되어 있으면 건물의 위쪽으로 중간쯤에 중립 지역이 있습니다. 건물의 저층에 누출이 더 많이 있으면 중립 지역이 아래로 이동합니다. 건물의 고층에 누출이 더 많이 있으면 중립 지역이 위로 이동합니다. 지붕에 굴뚝이 있는 경우는 중립 지역의 위치에 상당한 영향을 미치며 이 결과로 건물 전체에 음압이 발생할 수 있습니다. 이런 경우는 작은 건물에서 가장 흔히 발생합니다.

상업용 고층 건물과 같은 더 큰 건물에서 건물 저층의 문과 창문에 누출이 되는 경우는 건물의 위쪽으로 1/3 지점에 중립 지역이 있습니다.

27.3.5 측정 조건 및 측정 계절

건물의 열화상 진단을 수행할 경우 측정 조건에 대한 요구 사항은 다음과 같이 요약될 수 있습니다.

열화상 진단은 외부 기후 요소가 미치는 장애 요인을 최소화하는 방식으로 수행됩니다. 따라서 측정 프로세스는 건물의 난방이 되는 실내에서 수행되며 구조물의 따뜻한 표면이 검사됩니다.

실외 열화상 진단은 더 넓은 파사드 표면의 참조 측정값을 구하는 데만 사용됩니다. 단열성이 매우 불량하거나 내부 양압이 존재하는 일부 경우에는 실외 측정이 유용할 수도 있습니다. 건물의 기후 포락선 내에 위치하는 설치물의 영향을 검사하는 경우라도 건물 외부에서의 열화상 진단이 적용될 수 있습니다.

권장되는 조건은 다음과 같습니다.

- 건물 관련부 내의 기온차는 열화상 진단을 수행하기 여러 시간 전과 열화상 진단 절차가 수행되는 동안에 최소 +10°C가 되어야 합니다. 또한 이와 동일한 기간에 주위 온도차는 열화상 진단이 시작될 때의 온도차의 $\pm 30\%$ 이상 변해서는 안됩니다. 열화상 진단이 수행되는 중에 실내 주위 온도는 $\pm 2^\circ\text{C}$ 이상 변해서는 안됩니다.
- 열화상 진단이 수행되기 전의 여러 시간 동안과 열화상 진단이 계속되는 동안에는 영향을 미치는 태양광선이 건물의 관련부를 비추어서는 안됩니다.
- 구조물 내의 음압은 $\approx 10\text{--}50\text{ Pa}$ 입니다.
- 건물을 둘러싸는 단면에서 공기 누출만을 찾기 위해 열화상 진단을 수행하는 경우는 측정 조건에 대한 요구 사항이 낮아질 수 있습니다. 이러한 결함을 탐지하기 위해서는 내부 및 외부 주위 온도의 차이가 5°C 가 되어야 충분합니다. 하지만 공기 누출을 탐지할 수 있으려면 차압에 대한 특정한 요구 사항이 있어야 합니다. 약 10 Pa 의 차압이면 충분합니다.

27.3.6 적외선 이미지 해석

열화상 진단의 주요한 용도는 외부 벽과 바닥 구조물에서 단열재의 오류와 결함을 찾아내고 이 오류와 결함의 특성과 범위를 결정하는 것입니다. 또한 열화상 진단의 목적은 검사되는 벽이 예상 단열성 및 공기 밀폐성을 가지는지 여부를 확인하는 것이며 이러한 방식으로 측정 작업을 공식화할 수 있습니다. 측정할 당시의 측정 조건이 알려져 있다면, 설계에 따른 벽의 '예상 단열 특성'을 검사 표면의 예상 표면 온도 분포로 변환할 수 있습니다.

실제로 다음과 같은 방법이 관련됩니다.

실험실 또는 현장 테스트는 일반적인 벽 구조(결함이 없는 구조 및 고유한 결함이 있는 구조)에 대해 적외선 이미지(일반용 또는 비교용 적외선 이미지) 형태의 예상 온도 분포를 생성하는 데 사용됩니다.

일반 적외선 이미지의 예는 133 페이지의 27.2 - 일반적인 현장 검사 단원을 참조하십시오.

현장 측정 중에 찍은 구조적 단면의 적외선 이미지는 비교용 적외선 이미지로 사용되며 구조물의 구성 상태, 구조물이 건축된 방식 그리고 적외선 이미지를 찍을 당시의 측정 조건을 자세히 알고 기록해야 합니다.

열화상 진단 중에 예상 결과를 벗어나는 편차의 원인을 설명할 수 있으려면 물리적, 계량적 및 구조적인 엔지니어링 전제 조건을 알고 있어야 합니다.

현장 측정 중에 찍은 적외선 이미지를 해석하는 방법에 대해서는 아래에서 간략히 설명합니다.

결합이 없는 구조물을 위한 비교용 적외선 이미지는 검사 중인 벽 구조물과 현장 측정에 사용되었던 조건을 기준으로 선택됩니다. 그런 다음 검사 중인 건물 요소의 적외선 이미지가 선택된 적외선 이미지와 비교됩니다. 이 비교 결과의 편차가 구조물의 설계나 측정 조건에 의해 설명될 수 없는 경우는 의심되는 단열 결함으로 기록됩니다. 다양한 결함을 보여주는 비교용 적외선 이미지를 사용하여 일반적으로 결함의 특성과 범위가 결정됩니다.

적절한 비교용 적외선 이미지를 구할 수 없는 경우는 경험에 따라 평가가 수행됩니다. 이 경우는 분석 중에 보다 정밀한 추론이 요구됩니다.

적외선 이미지를 평가할 때 다음과 같은 사항을 검토해야 합니다.

- 열 브리지가 없는 표면 공간의 적외선 이미지에서 밝기가 균일한지 여부
- 냉각된 표면 공간(예: 샷기둥 및 모서리)의 규칙성 및 발생 여부
- 냉각된 표면 공간에서의 윤곽 및 특성 모양
- 구조물의 정상 표면 온도와 선택된 냉각 표면 공간 사이에 측정된 온도차
- 구조물의 표면에서 등온선의 연속성 및 균일성. 카메라 소프트웨어에서는 카메라 모델에 따라 등온선 기능을 등온선 또는 색 경보라고 부릅니다.

적외선 이미지에 나타나는 편차와 불규칙성은 대개 단열 결함을 나타냅니다. 단열 결함이 있는 구조물의 적외선 이미지는 상당한 편차가 존재할 수 있습니다. 특정한 형태의 단열 결함은 적외선 이미지에서 특정한 모양으로 나타납니다.

133 페이지의 27.2 - 일반적인 현장 검사 단원은 적외선 이미지를 해석하는 예를 보여줍니다.

동일한 건물의 적외선 이미지를 찍을 경우, 다른 공간의 적외선 이미지를 찍을 때도 적외선 카메라의 동일한 설정으로 찍어야 합니다. 이렇게 해야 다양한 표면에 대한 비교가 쉬워집니다.

27.3.7 습도 및 이슬점

27.3.7.1 상대 습도 및 절대 습도

습도는 상대 습도와 절대 습도의 두 가지 방식으로 표현될 수 있습니다. 상대 습도는 특정 온도에서 일정 양의 공기에 포함될 수 있는 수분의 양을 백분율로 표현한 것이며, 절대 습도는 소재의 무게에 따른 수분의 양을 백분율로 표현한 것입니다. 목재와 기타 건물 소재의 습도를 측정할 때는 후자의 습도 표현 방식이 흔히 사용됩니다.

공기의 온도가 높을수록 이 공기가 포함할 수 있는 수분의 양이 많습니다. 다음 표는 다른 온도에서 공기에 포함되는 수분의 최대 양을 지정합니다.

그림 27.6 A: 섭씨 단위의 온도; B: g/m³ 단위로 표현되는 수분의 최대 양(해수면 기준)

A	B	A	B	A	B	A	B
30.0	30.44	20.0	17.33	10.0	9.42	0.0	4.86
29.0	28.83	19.0	16.34	9.0	8.84	-1.0	4.49
28.0	27.29	18.0	15.40	8.0	8.29	-2.0	4.15
27.0	25.83	17.0	14.51	7.0	7.77	-3.0	3.83
26.0	24.43	16.0	13.66	6.0	7.28	-4.0	3.53
25.0	23.10	15.0	12.86	5.0	6.81	-5.0	3.26
24.0	21.83	14.0	12.09	4.0	6.38	-6.0	3.00
23.0	20.62	13.0	11.37	3.0	5.96	-7.0	2.76
22.0	19.47	12.0	10.69	2.0	5.57	-8.0	2.54
21.0	18.38	11.0	10.04	1.0	5.21	-9.0	2.34

그림 27.7 A: 화씨 단위의 온도; B: gr/ft³ 단위로 표현되는 수분의 최대 양(해수면 기준)

A	B	A	B	A	B	A	B
86.0	13.30	68.0	7.58	50.0	4.12	32.0	2.12
84.2	12.60	66.2	7.14	48.2	3.86	30.2	1.96
82.4	11.93	64.4	6.73	46.4	3.62	28.4	1.81
80.6	11.29	62.6	6.34	44.6	3.40	26.6	1.67
78.8	10.68	60.8	5.97	42.8	3.18	24.8	1.54
77.0	10.10	59.0	5.62	41.0	2.98	23.0	1.42
75.2	9.54	57.2	5.29	39.2	2.79	21.2	1.31
73.4	9.01	55.4	4.97	37.4	2.61	19.4	1.21
71.6	8.51	53.6	4.67	35.6	2.44	17.6	1.11
69.8	8.03	51.8	4.39	33.8	2.28	15.8	1.02

예:

+30°C의 온도에서 일정 양의 공기에 대한 상대 습도는 40 % RH입니다. +30°C에서 1 m³의 공기에 있는 수분의 양 = 30.44 × 상대 습도 = 30.44 × 0.40 = 12.18 g(187.96 gr).

27.3.7.2 이슬점의 정의

이슬점은 일정 양의 공기 중에 있는 습기가 액체로 응축되는 온도입니다.

예:

+30°C의 온도에서 일정 양의 공기에 대한 상대 습도는 40 % RH입니다. +30°C에서 1 m³의 공기에 있는 수분의 양 = 30.44 × 상대 습도 = 30.44 × 0.40 = 12.18 g(187.96 gr). 위의 표에서 공기 중의 수분량이 12.18 g에 가장 가까운 온도를 찾아 보십시오. 이 온도는 +14.0°C이며 이 온도가 대략적인 이슬점이 됩니다.

27.3.8 기술 자료 ‘열교 현상과 단열 연속성 평가하기’(영국 예시 자료)에서 발췌

27.3.8.1 감사의 글

이 기술 자료는 열화상 전문가와 연구 컨설턴트를 포함한 워킹 그룹이 작성했다. 그밖의 전문가와 단체의 추가적인 검토를 거쳐 전반적인 산업계에 널리 적용될 수 있도록 개선되었습니다.

이 기술 자료의 내용은 영국열화상협회(United Kingdom Thermography Association, UKTA)의 허가를 받아 편찬되었으며, 저작권은 UKTA에게 있습니다.

UK Thermography Association
c/o British Institute of Nondestructive Testing
1 Spencer Parade
Northampton NN1 5AA
United Kingdom

전화: +44 (0)1604 630124

팩스: +44 (0)1604 231489

27.3.8.2 머리말

지난 몇 년 동안 열화상과 관련된 장비, 응용 기술, 소프트웨어, 관련 지식이 놀라운 속도로 발전했습니다. 기술이 점차 주요 분야에 적용되면서 응용 가이드, 규격, 열화상 교육에 대한 수요가 늘어나고 있습니다.

UKTA는 ‘단열 연속성(Continuity of Thermal Insulation)’ 조사 결과를 평가하기 위한 지속적인 접근법을 마련하기 위해 이 기술 자료를 발행합니다. 이 자료는 건축물 규정(Building Regulations) 요구조건을 충족시키기 위한 가이드로서 참고하고 이를 바탕으로 자격을 갖춘 열화상 측정자가 합격/불합격 보고서를 작성할 수 있도록 제작되었습니다.

27.3.8.3 배경 정보

열화상(Thermography)은 0.1 K 정도의 낮은 표면 온도 변화를 검출할 수 있으며, 이처럼 시각적으로 만들어진 열화상 이미지는 건물 표면의 온도 분포를 보여줍니다.

단열이 제대로 되지 않는 곳이 생기는 등 건물 구조물의 열 특성이 바뀌게 되면 구조물 양쪽의 표면 온도가 변하게 됩니다. 따라서 이러한 부분을 열화상 측정기로 볼 수 있습니다. 하지만 국부적인 열 발생원, 반사, 공기 누출과 같은 여러 가지 요인에 의해 의해서도 표면 온도가 변할 수 있습니다.

실제 결함이 있는지 다른 온도 변화 요인이 있는지 결정하려면 일반적으로 열화상 기술자의 판단이 필요합니다. 점점 많은 열화상 측정자들이 건축물 평가 의뢰를 받고 있지만, 적절한 가이드가 없으면 온도 변화의 적절한 허용 범위를 정하는데 어려움이 있을 수 있습니다.

현재 건물 벽의 열화상 측정에 관한 영국 규격은 BS EN 13187:1999(BS EN 13187:1999, Thermal Performance of Buildings—Qualitative detection of thermal properties in building envelopes—Infrared method, ISO 6781:1983 modified)입니다. 하지만 이 규격에서는 열화상 해석을 열화상 측정자의 전문 지식에 의존하고 있으며, 온도 변화의 허용 범위를 명확히 정하기 위한 가이드라인을 거의 제공하지 못하고 있습니다. 열적 비정상 범위의 형상에 대한 가이드라인을 BINDT Guides to thermal imaging (Infrared Thermography Handbook; Volume 1, Principles and Practise, Norman Walker, ISBN 0903132338, Volume 2, Applications, A. N. Nowicki, ISBN 090313232X, BINDT, 2005)에서 찾아볼 수 있습니다.

27.3.8.3.1 요구조건

단열 연속성, 열교 현상 발생, 건축물 규정 준수를 확인하기 위한 열화상 검사에는 다음이 포함되어야 합니다.

- 비정상 열 분포
- 실제 단열 결함에 의해 열 차이가 발생하는 열적 비정상과 국부적 기류 차이, 반사, 방사율의 국부적 차이와 같은 혼동되는 요인에 의해 발생하는 열적 비정상과의 차이를 구별
- 전체 단열 면적에 대한 영향 면적을 정량적으로 측정
- 열적 비정상과 건축물 단열이 전체적으로 허용 가능한지 파악

27.3.8.4 열적 비정상의 정량적 평가

열화상 측정을 하면 시야 내에 있는 부분의 겉보기 온도 차이를 볼 수 있습니다. 하지만 이를 유용하게 이용하려면 체계적으로 모든 표면 결함을 검출하고, 이를 미리 정해진 기준에 따라 평가하고, 실제 결함이 아닌 열적 비정상을 믿을 수 있는 방법으로 제외시키고, 실제 결함인 것만 평가하고, 그 결과를 의뢰인에게 보고해야 합니다.

27.3.8.4.1 중요한 온도 매개변수의 선택

BRE Information Paper IP17/01 (Information Paper IP17/01, Assessing the Effects of Thermal Bridging at Junctions and Around Openings. Tim Ward, BRE, 2001)에는 내부 표면 온도의 최소 허용값과 임계 표면 온도 계수 f_{CRsi} 의 적절한 값에 대한 유용

한 가이드라인이 제시되어 있습니다. 표면 온도 계수를 이용하면 어떤 열 조건에서 위험한 수준의 응축 또는 곰팡이 성장을 나타내는 부분을 파악하는 시험을 할 수 있습니다.

실제 표면 온도는 그 시험 시간에서 내부와 외부의 온도에 크게 영향을 받을 것입니다. 하지만 '표면 온도 계수'(f_{RSi})는 절대적인 조건과 무관하도록 고안되었습니다. 이 계수는 건물 벽 양쪽에 걸쳐 형성되는 온도 저하 대 내부/외부 공기간 총 온도 저하의 비입니다.

내부 측정의 경우: $f_{RSi} = (T_{si} - T_e)/(T_i - T_e)$

T_{si} = 내부 표면 온도

T_i = 내부 공기 온도

T_e = 외부 공기 온도

f_{CRSi} 값이 0.75라면 신축 건물에는 적합한 것으로 간주되는데, 이는 그 이상은 '단열 연속성' 또는 '열교 현상'에 대한 시험에서는 고려되지 않기 때문입니다. 하지만 수영장을 예로 들면 보수 또는 확장된 경우에는 내부 측정시 예외적인 환경을 고려할 필요가 있을 것입니다.

27.3.8.4.2 표면 온도만 사용하는 방법

공기 온도를 측정할 필요가 없이 표면 온도만을 대상으로 하는 열화상 측정에 대해서는 논란이 많이 있습니다.

- 건축물 내의 층상 배열 때문에 내부 공기 온도의 기준을 정하기가 매우 어렵습니다. 평균 공기 온도인지, 낮은 값인지 높은 값인지, 아니면 비정상 온도인지 정하기 어렵습니다. 또한 벽에서 얼마나 떨어진 지점에서 측정해야 할지도 정하기 어렵습니다.
- 야간 하늘로 향한 방사와 같은 방사 효과 때문에 외부 공기 온도를 이용하기 어렵습니다. 온도가 -50°C 정도로 낮을 수 있는 하늘로 향한 방사 때문에 건물 벽 외면이 공기 온도보다 낮은 경우가 흔히 있습니다. 공기 온도가 이슬점 밑으로 떨어지지 않아도 종종 건물 표면에 이슬이나 서리가 생기는 경우처럼 이러한 현상을 눈으로도 확인할 수 있습니다.
- U 값의 개념은 구조물 양면의 '환경 온도'를 기준으로 한다는 점을 이해하고 있어야 합니다. 경험이 부족한 많은 분석 작업자들은 이 점을 간과합니다.
- 건물 벽(및 고체)을 통한 열 전달과 확실히 관련이 있는 두 가지 온도는 양면 각각의 표면 온도입니다.
- 따라서 이러한 두 가지 표면 온도를 보면 측정 재현성이 높아집니다.
- 사용하는 표면 온도는 벽 내부 및 외부의 비정상 부분 근처의 같은 재료로 된 지점의 표면 온도의 평균값입니다. 비정상 부분의 온도와 더불어, 임계 온도는 임계 표면 온도 계수를 사용하는 이러한 온도에 따라 결정될 수 있습니다.
- 이러한 논쟁에도 불구하고 열화상 측정자는 건물 벽 표면을 향하는 배경에서 비정상 온도에 있는 물체의 반사를 알아야 할 필요가 여전히 있습니다.
- 열화상 측정자는 또한 서로 다른 방향을 향하고 있는 외면을 서로 비교해서 외면에 영향을 미치는 태양에 의한 잔류열이 있는지 파악해야 합니다.

- 그 면의 $T_{si} - T_{so}$ 가 북쪽에 있거나 북쪽과 가장 가까운 면의 $T_{si} - T_{so}$ 보다 10% 높은 경우에는 그 표면에 대해서는 외부 측정을 하지 않습니다.
- IP17/01의 0.75 조건이 만족되지 못하게 만드는 결함의 경우, 임계 표면 계수는 내부 표면에서 0.78이고 외부 표면에서 0.93입니다.

아래 표에는 IP17/01 조건이 만족되지 못하게 만드는 비정상 부분의 내부 및 외부 표면 온도를 나타냈습니다. 또한 이러한 부적합을 일으키는 데 필요한 단열 손상도 나타냈습니다.

단열 결함이 있는 가벼운 건축 외장의 예	적합한 부분	부적합한 부분
외부 온도(°C)	0	0
내부 표면 온도(°C)	19.1	15.0
외부 표면 온도(°C)	0.3	1.5
IP17/01에서 구해진 표면 계수	0.95	0.75
IP17/01에서 구해진 임계 외부 표면온도 계수		0.92
이러한 성능을 나타내기 위한 단열 두께(mm)	80	5.1
극부적 U값(W/m²K)	0.35	1.92
UKTA TN1 안전계수		0.78
UKTA TN1 안전계수 외부		0.93

이 표에 대한 설명

1 ADL2 2001에서 구한 표면 저항값은:

- 내부 표면 0.13 m²K/W
- 외부 표면 0.04 m²K/W

이들 값은 BS EN ISO 6946 (BN EN ISO 6946:1997 Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method)에서 인용되었습니다.

- 2 여기서 사용된 단열은 전도도가 0.03 W/m K인 것으로 가정했습니다.
- 3 비정상 부분과 적합한 부분의 온도 차이는 외부에서 1.2도이고 내부에서 4.1도입니다.
- 4 내부 측정을 위한 UKTA TN1 표면 온도 계수는:

$$F_{si} = (T_{sia} - T_{so}) / (T_{si} - T_{so})$$

여기서:

T_{sia} = 비정상 부분에서 내부 표면 온도

T_{so} = 외부 표면 온도(적합한 부분)

T_{si} = 내부 표면 온도(적합한 부분)

- 5 외부 측정을 위한 UKTA TN1 표면 온도 계수는:

$$F_{so} = (T_{soa} - T_{si}) / (T_{so} - T_{si})$$

여기서 T_{soa} = 비정상 부분의 외부 표면 온도

27.3.8.4.3 결함의 최대 허용 범위의 선택

결함의 허용 범위는 중요한 문제입니다. 응축, 곰팡이 성장, 단열 결함이 발생할 수 있는 곳이 없어야 하고 그러한 비정상 부분이 있다면 보고서에 명시해야 한다고 주장할 수도 있을 것입니다. 하지만 건물의 노출면 면적의 0.1%가 일반적으로 건축물 규정을 준수할 수 있는 최대 허용 가능한 총 결함 면적으로 받아들여지고 있습니다. 이는 1000 m²당 1 m²에 해당됩니다.

27.3.8.4.4 표면 온도의 측정

표면 온도의 측정은 적외선 열화상 시스템의 기능입니다. 능숙한 열화상 측정자는 해당 표면의 방사율과 반사율의 변화를 파악하고 고려하고 보고서에 명시할 것입니다.

27.3.8.4.5 결함 면적의 측정

결함 면적의 측정은 다음의 조건이 성립된다면 대부분의 스프레드시트 패키지 또는 열 분석 소프트웨어의 픽셀 카운팅에 의해 실시됩니다.

- 카메라와 피사체와 거리가 레이저 측정 시스템으로 거의 정확하게 측정
- 목표물 거리에 열화상 시스템의 IFOV를 고려
- 카메라와 피사체 표면의 각도가 수직에서 벗어난 정도를 고려

건물에는 창문, 지붕창, 조명등, 난방기, 냉방기, 수도 배관, 전선 등과 같이 정량적 측정을 어렵게 만드는 다양한 건축 요소가 있습니다. 하지만 이러한 물체와 건물 외면 사이의 결함부와 연결부는 측정의 일부로 고려해야 합니다.

27.3.8.5 조건 및 장비

단열 측정에서 최고의 결과를 얻기 위해서는 환경 조건을 고려하고 작업에 가장 적합한 열화상 기술을 이용하는 것이 중요합니다.

열적 비정상 부분은 온도 차이가 존재하고 환경적 현상을 고려하는 경우에만 파악할 수 있습니다. 최소한 다음의 조건이 만족되어야 합니다.

- 건물 벽 양쪽의 온도 차이가 10°C 보다 크다.
- 측정 직전 24시간 동안 내부 공기와 주위 공기의 온도 차이가 5°C 보다 크다.
- 측정하는 동안과 그 이전 한 시간 동안 외부 공기 온도가 $\pm 3^\circ\text{C}$ 이내여야 한다.
- 이전 24시간 동안의 외부 공기 온도가 $\pm 10^\circ\text{C}$ 여야 한다.

또한 외부 측정을 할 때 다음의 조건이 만족되어야 합니다.

- 측정 표면에 직접적인 태양광 복사와 이전 태양광 복사의 잔류열이 없어야 한다. 건물의 반대편의 표면 온도를 비교하면 이를 확인할 수 있다.
- 조사 이전에 또는 그 동안에 강수가 없어야 한다.
- 측정하는 건물의 모든 표면이 건조된 상태여야 한다.
- 풍속이 10 m/s 미만이어야 한다.

건물의 열화상 측정을 계획할 때는 온도 뿐만 아니라 그밖에 다른 환경 조건도 고려해야 합니다. 예를 들어 외부 검사는 인근 건물 또는 저온의 맑은 하늘로 인한 방사 또는 반사에 영향을 받을 수 있으며, 심지어 태양이 그 표면에 미칠 수 있는 가열 효과에도 상당히 영향을 받을 수 있습니다.

또한 배경 온도가 공기 온도와 내부에서 또는 외부에서 5 K보다 크게 차이가 날 경우, 표면 온도의 측정 정확도를 충분히 높이기 위해서는 배경 온도를 모든 영향을 받은 표면에서 측정해야 합니다.

27.3.8.6 측정 및 분석

아래에는 열화상 측정자를 위한 몇 가지 운용 가이드라인을 설명했습니다.

모든 표면을 충분히 측정하여 모든 열적 비정상 부분이 평가되고 보고될 수 있도록 충분한 열화상 정보를 수집해야 합니다.

처음에는 다음과 같이 열화상 측정과 관련된 환경 데이터를 수집합니다.

- 비정상 부분의 내부 온도.
- 비정상 부분의 외부 온도
- 표면 방사율
- 배경 온도
- 표면과의 거리

내삽 원리를 적용하여 사용할 임계 온도를 정합니다.

- 내부 측정의 경우, 임계 표면 온도(T_{sia})는 $T_{sia} = f_{si}(T_{si} - T_{so}) + T_{so}$ 입니다. 열화상 측정자는 이 임계값보다 낮은 표면 온도가 있는지 찾을 것입니다.
- 외부 측정의 경우, 임계 온도(T_{soa})는 $T_{soa} = f_{so}(T_{so} - T_{si}) + T_{si}$ 입니다. 열화상 측정자는 이 임계값보다 높은 온도가 있는지 찾을 것입니다.

비정상 부분의 영상은 다음과 같이 분석에 적합한 방법으로 캡처해야 합니다.

- 이미지가 벽 또는 지붕의 사각형 구역을 보여주어야 합니다.
- 바라보는 각도는 이미지 표면과 거의 수직이어야 합니다. 빛, 난방기, 전기 도체, 반사체와 같이 방해되는 적외선 방사 발생원은 최소화되어야 합니다.

분석 방법은 사용하는 소프트웨어에 따라 다소 달라지지만, 중요한 단계는 다음과 같습니다.

비정상 부분 각각 또는 무리의 이미지를 만듭니다.

- 소프트웨어 분석 도구를 이용해 비정상 부분을 이미지 안에 넣습니다. 이때 제외시켜야 하는 건축 요소가 들어가지 않도록 주의합니다.
- 내부 측정을 위한 임계 온도 또는 외부 측정을 위한 임계 온도보다 낮은 부분의 면적을 계산합니다. 이렇게 구한 값이 결합 면적이 됩니다. 측정할 때는 결합처럼 보였던 몇몇 비정상 부분들이 이 과정에서 결합 면적을 나타내지 않을 수도 있습니다.
- 모든 이미지의 결합 면적을 합산합니다($\sum A_d$).

- 노출된 건물 벽의 총 면적을 계산합니다. 그러면 벽과 지붕의 표면 면적이 구해 집니다. 일반적으로 외부 표면 면적을 이용합니다. 단순한 형태의 건물일 경우 전체 폭, 길이, 높이를 곱해 구합니다.

$$A_t = (2h(L + w)) + (Lw)$$

- 임계 결함 면적 A_c 을 구합니다. 조건부로 이 값은 총 표면 면적의 1/1000 또는 0.1%로 정합니다.

$$A_c = A_t/1000$$

- 만약 $\sum A_d < A_c$ 이라면, 전체적으로 그 건물에 대해 '단열 연속성이 충분하다'고 볼 수 있습니다.

27.3.8.7 보고

보고서에는 합격/불합격 결과를 명시하고, 고객 요구조건을 준수해야 하고, 최소한 BS EN 13187에서 요구하는 정보가 들어가야 합니다. 개선 조치 이후에 측정을 반복할 수 있으려면 보통 다음과 같은 데이터가 요구됩니다.

- 시험의 목적과 원리에 대한 배경 정보
- 측정 위치, 방향, 날짜와 시간
- 고유한 식별 레퍼런스
- 열화상 측정자의 이름과 자격조건
- 건축물 종류
- 기상 상태, 풍속, 풍향, 최근 강수, 햇빛, 구름량
- 측정을 시작하기 전과 시작할 때, 각각의 이미지를 찍은 시간의 내부 및 외부 주위 온도
- 관련된 시험 요구조건에서 벗어난 조건에 대한 설명
- 사용한 장비, 최근 교정일, 어떤 알려진 결함
- 시험자의 이름, 소속, 자격조건
- 관찰된 각 결함의 형식, 정도, 위치
- 보충 측정 및 조사의 결과
- 보고서는 열화상 측정자가 유지하고 보관해야 한다.

27.3.8.7.1 고려사항 및 제약조건

내부 측정과 외부 측정 사이의 선택은 다음에 따라 결정됩니다.

- 건물에 대한 접근성. 예를 들어 천장에 선반이 있거나 벽에 자재가 쌓여있는 경우 우처럼 내부면과 외부면이 모두 불분명한 경우 이러한 형식의 측정을 할 수 없을 것입니다.
- 단열 지점. 일반적으로 측정 위치가 단열 조건과 가까울수록 더 효과적입니다.
- 무거운 재료 지점. 일반적으로 측정 위치가 무거운 재료와 가까울수록 효과는 떨어집니다.
- 측정 목적. 응축 및 곰팡이 성장의 위험을 확인하기 위해 측정하는 경우라면 내부 측정이어야 합니다.
- 유리, 드러난 금속, 기타 재료가 있는 곳은 반사율이 매우 높을 수 있습니다. 일반적으로 측정면의 반사율이 높을수록 측정 효과는 떨어집니다.

- 결함이 있으면 일반적으로 외부 공기 흐름에 노출된 벽 외부의 온도 차이가 낮아집니다. 하지만 외면 근처에 있는 단열 손실 또는 결함은 종종 외부에서 더 쉽게 측정될 수 있습니다.

27.4 법적 고지 사항

27.4.1 저작권 알립

이 장에 나타나는 일부 단원 및/또는 이미지의 저작권은 아래의 조직과 회사에 있습니다.

- FORMAS—The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning, Stockholm, Sweden
- ITC—Infrared Training Center, Boston, MA, United States
- Stockton Infrared Thermographic Services, Inc., Randleman, NC, United States
- Professional Investigative Engineers, Westminster, CO, United States
- United Kingdom Thermography Association (UKTA)

27.4.2 교육 및 인증

건물 열화상 진단 검사를 수행하려면 상당한 교육과 경험이 필요하며, 국가 또는 지역별 표준화 기관의 인증이 필요할 수도 있습니다. 이 단원은 건물 열화상 진단을 소개하기 위해서만 제공됩니다. 사용자가 관련 교육 코스에 참가하도록 적극 권장합니다.

적외선 교육에 대한 자세한 내용은 다음 웹 사이트를 참조하십시오.

<http://www.infraredtraining.com>

27.4.3 국가 또는 지역별 건물 코드

설명이 붙어 있는 이 장의 건물 구조는 건축 시에 국가마다 다를 수 있습니다. 건축 세부 사항과 표준 절차에 대한 자세한 내용은 국가 또는 지역별 건물 코드를 반드시 참조하십시오.

28.1 중요한 참고 사항

이 단원에 설명되어 있는 카메라 기능 및 특징 중 일부는 특정 카메라 구성에서 지원되지 않을 수도 있습니다.

전기 관련 규정은 국가마다 다릅니다. 이런 이유로 이 단원에 설명된 전기 관련 절차는 특정 국가에서는 표준 절차가 아닐 수도 있습니다. 또한 전기 점검을 수행하는 대부분의 국가에서는 전기 점검 시 정식 인증을 받아야 합니다. 항상 국가 또는 각 지역 전기 관련 규정을 참고하십시오.

28.2 일반 정보

28.2.1 머리말

현재 열화상 측정은 전기 설비의 검사 기법으로 확고하게 자리잡았습니다. 이 분야는 열화상 측정 기법이 처음 시도된 분야인 동시에 열화상 측정의 최대 활용 분야이기도 합니다. 적외선 카메라는 1964년 처음 등장한 이후로 40년 이상을 폭발적인 속도로 발전해왔고 현재 열화상 측정 시스템의 제 8세대가 보급되는 상황에 이르렀습니다. 이 기술은 현재 전세계적으로 확산되어 있으며 선진국은 물론 개발도상국에도 도입된 상태입니다.

진동 공학과 함께 열화상 측정은 예방 유지보수 프로그램의 일환으로서 최근 수십년간 업계 주요 결합 진단 방법으로 통용되고 있습니다. 이러한 방법의 최대 장점은 운영 중에 설비 검사를 수행할 수 있다는 것이며, 사실상 정상적인 작업 상태가 정확한 측정 결과를 도출하는 데 요구되는 전제조건이기도 합니다. 따라서 아무런 방해도 받지 않고 운영과 검사를 병행할 수 있습니다. 전기 설비의 열화상 측정 검사는 다음 3가지 주요 분야에서 사용되고 있습니다.

- 발전
- 송전
- 배전, 즉 전기 에너지의 산업적 사용

이러한 검사가 정상적인 운영 조건에서 수행된다는 사실이 이러한 그룹 간에 자연스러운 분화를 초래했습니다. 발전소를 운영하는 기업들은 부하가 최고조에 달하는 기간에 검사를 수행합니다. 이 기간은 국가별, 기후대별로 차이가 있습니다. 또 검사 기간은 수력, 원자력 또는 화력(석탄 또는 석유)발전소에 따라 다릅니다.

특히 계절이 확연히 구분되는 북유럽 국가에서는 봄이나 가을 또는 장기 운휴에 들어가기 전에 검사가 수행되고 따라서 보수 작업도 운영이 중단되는 시기에 이루어집니다. 하지만 이런 규칙은 점차 약화되고 있는 추세로 다양한 부하와 운영 조건 하에서 발전소에 대한 검사가 이루어지고 있습니다.

28.2.2 일반 장비 데이터

검사 대상 장비에는 특정 온도 반응이 있을 수 있으며 검사 수행자는 검사를 실시하기 전에 이를 주지하고 있어야 합니다. 특히 전기 장비의 경우 결함에 따라 저항 또는 전류 증가로 인한 상이한 온도 패턴을 보이는 이유에 대한 물리적 원리가 잘 알려져 있습니다.

하지만 일부 경우에 예를 들면 솔레노이드의 경우 '과열'은 당연한 것이며 심각한 결함으로 간주되지는 않습니다. 또 다른 경우 전기 모터의 접합 부위에서 발생하는 과열은 정상적인 부분의 부하가 최고조에 달했을 때 그로 인한 과열 반응이라 할 수 있습니다.

유사한 예가 192 페이지의 28.5.7 - 결함 부위에 의해 야기된 정상 부위의 과열 단원에서 제시됩니다.

전기 장비의 결함 부위에서는 과열이 나타나며 일반적인 '정상' 부품보다 냉각이 더욱 필요합니다. 검사에 앞서 해당 장비에 대해 최대한 많은 정보를 입수하여 다양한 상황을 예측해 보는 것이 좋습니다.

그러나 일반적인 규칙은 예측 가능한 결함에 의해 과열 부위가 발생한다는 사실입니다. 온도와 검사 중 특정 부품의 부하는 결함이 얼마나 심각한지, 그리고 다른 조건에서 얼마나 더 심각해질지를 알려줍니다.

각 특정 경우에 대해서 정확히 평가하려면 해당 부품의 온도 반응에 대한 자세한 정보가 필요합니다. 즉, 허용 가능한 최고 온도와 시스템에서 해당 부품의 역할을 알아야 합니다.

예를 들어 절연 케이블은 특정 온도 이상에서 절연 속성을 상실하므로 화재의 위험이 커집니다.

차단기의 경우 온도가 너무 높으면 부품이 녹아버려 차단기를 열 수 없기 때문에 제 기능을 하지 못하게 됩니다.

적외선 카메라 장비에 대해 많이 알수록 검사의 질이 높아지게 마련입니다. 그러나 적외선 검사 수행자가 검사할 모든 종류의 장비에 대한 상세한 지식을 갖추기란 거의 불가능하기 때문에 장비 책임자가 검사 과정에 참여하는 것이 일반적인 관례입니다.

28.2.3 검사

적절한 형식의 보고서를 선택하는 것도 검사 준비의 일부에 해당합니다. 종종 결함이 발생한 회로의 전류를 측정하기 위해 전류계와 같은 보조 장비를 사용해야 할 필요도 있습니다. 실외 장비를 검사할 경우 풍속을 측정하기 위한 풍속계도 필요합니다.

자동 기능을 사용하면 적절한 대조를 통해 결함 부위나 과열 부위가 명확히 드러나도록 해당 부품의 적외선 이미지를 가시화할 수 있습니다. 스캐닝된 부품에서 과열 부위를 놓치는 일은 거의 없습니다. 측정 기능은 또한 이미지의 영역 안에 최고 과열 지점을 자동으로 표시하거나 선택된 영역의 최고 온도와 조작자가 선택한 참조 지점의 온도(예: 주변 온도) 간의 차이를 표시합니다.

10712703.a3

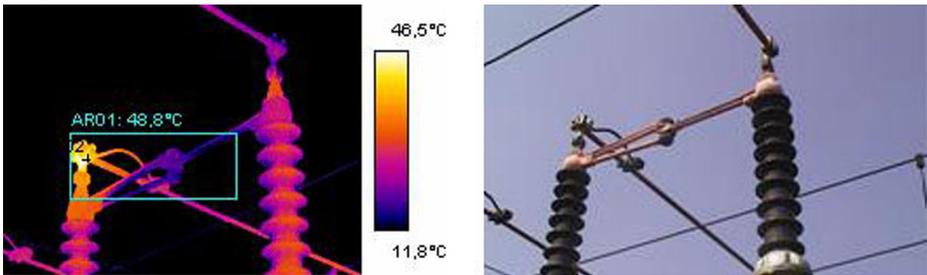


그림 28.1 전선 절연체의 적외선 이미지와 실영상

결함이 명확히 규명되고 적외선 검사 수행자가 해당 결함이 반사나 자연스럽게 발생한 과열 부위가 아니라는 사실을 확인하면 정확한 결함 보고를 위한 데이터 수집이 시작됩니다. 방사율, 해당 부품의 역할 확인 및 실제 작업 조건 그리고 측정된 온도가 모두 보고서에 반영됩니다. 부품을 보다 쉽게 식별할 수 있도록 하기 위해 해당 결함의 사진도 촬영합니다.

28.2.4 분류 및 보고

보고는 일반적으로 적외선 검사 중 가장 많은 시간이 소요되는 작업입니다. 1일간의 검사에 대해 보고서를 작성하고 발견된 결점을 분류하는 데 보통 하루나 이틀이 소요됩니다. 적외선 상태 모니터링 작업에 컴퓨터와 현대 리포팅 소프트웨어의 혜택을 활용하지 못하는 많은 검사 수행자들이 여전히 이런 과정을 거치고 있습니다.

결함 분류를 통해 검사 시점의 상황을 고려하면서 보다 자세하게 파악할 수 있을 뿐 아니라 온도 과열 상태를 표준 부하와 주변 온도 조건으로 정상화할 수 있습니다.

+30°C(+86°F)의 과열 온도는 확실히 중요한 결함에 해당합니다. 그러나 100% 부하에서 작동하는 부품과 50% 부하에서 작동하는 다른 부품에서 같은 과열 온도를 보이고 있다면 후자의 경우 50%에서 100%로 부하가 증가할 경우 온도가 훨씬

더 상승할 것입니다. 이러한 표준이 발전소의 환경에 따라 선택될 수 있습니다. 그러나 대체로 온도는 100% 부하에서 예측됩니다. 시간이 경과함에 따라 표준에 의한 결함의 비교가 더 용이해지기 때문에 더욱 완벽한 분류가 가능해집니다.

28.2.5 우선 순위

결함의 분류를 바탕으로 유지보수 관리자는 각 결함에 보수 우선순위를 지정합니다. 종종 적외선 검사 중에 수집된 정보가 진동 모니터링, 초음파 또는 예정된 예방 유지보수와 같은 다른 방법에 의해 수집된 보완적인 장비 정보와 함께 사용됩니다.

적외선 검사가 정상 작동 상태의 전기 부품에 대한 정보를 안전하게 수집하는 방법으로 각광받고 있지만, 그 외에도 유지보수 또는 운영 관리자가 고려해야 할 많은 다른 정보 소스들이 있습니다.

일반적인 경우에 보수 우선순위 지정은 적외선 카메라 조작자가 해야 할 작업이 아닙니다. 검사 중 또는 결함 분류 중에 중요한 상황이 탐지되면 유지보수 관리자가 주의를 기울이게 되지만, 해당 상황의 긴급도를 결정하는 것은 유지보수 관리자의 책임이 아닙니다.

28.2.6 보수

알려진 결함을 보수하는 것이 예방 유지보수의 가장 중요한 기능입니다. 그러나 적시에 적절한 비용으로 원활하게 운영되도록 하는 것도 유지보수 팀의 중요한 목표에 해당합니다. 적외선 검사를 통해 제공된 정보는 보수의 효율성을 높이는 데 사용할 수 있는 것은 물론이고 위험을 예측함으로써 다른 목표의 달성에도 유용하게 사용될 수 있습니다.

예를 들어 예비 부품이 부족하여 즉시 수리할 수 없는 경우와 같이 알려진 결함의 온도를 모니터링하는 데 막대한 검사 비용이 소요될 수 있으며 때로 적외선 카메라의 사용에도 비용이 발생할 수 있습니다. 유지보수 비용을 절약하고 불필요한 운영 중단을 피하기 위해 알려진 결함을 수리하지 않기로 결정한다면, 그것 또한 적외선 검사를 통해 입수된 정보를 생산적인 방법으로 사용하는 또 다른 예라 할 수 있습니다.

하지만 대체로 탐지된 결함을 식별하고 분류한 후에는 즉시 또는 현실적으로 가능한 상황에서 가장 신속하게 수리할 것을 권장합니다. 무엇보다 보수 요원이 결함 식별에 대한 실제적인 원리를 인식하고 있는 것이 중요합니다. 결함 부위가 높은 온도를 보이며 매우 심각한 상태라면 보수 요원이 결함 부위를 쉽게 찾아낼 수 있습니다. 또한 정상적인 접합인 경우에도 접합이 느슨해지면 결함 부위와 같은 높은 온도를 보이는 경우가 있으며 이는 그리 놀라운 일이 아닙니다. 이러한 잘못된 진단은 흔히 발생하며 이 때문에 적외선 검사의 신뢰성을 의심받게 될 위험이 있습니다.

28.2.7 검사

수리가 완료된 부품에 대해서는 수리 직후 최대한 빨리 검사를 실시해야 합니다. 수리한 결함에 대한 검사와 새로운 검사 결과를 조합하기 위해 다음에 예정된 적외선 검사를 기다리는 것은 비효율적인 일입니다. 보수 효과 관련 통계에 따르면 보수가 끝난 결함 부위의 1/3이 여전히 과열 현상을 보입니다. 이는 그 결점이 잠재적인 고장의 위험성을 내포하고 있음을 의미합니다.

다음에 예정된 적외선 검사를 기다리는 것은 발전소에 불필요한 위험을 초래하는 것과 같습니다.

보수 작업 후에 즉각적으로 검사를 실시함으로써 유지보수 주기의 효율성을 높일 수 있을 뿐 아니라(발전소의 위험 감소) 보수 요원의 작업에 능률을 기할 수 있습니다.

보수 후에도 결함 부위에서 여전히 과열 현상이 나타난다면 과열의 원인을 파악해야만 보수 절차를 개선할 수 있으며 최상의 부품 공급업체를 선택하고 전기 설비에 대한 설계 결함을 찾아낼 수도 있습니다. 이를 통해 보수 요원도 신속하게 작업의 결과를 확인하고 성공이든 실패든 간에 그 결과로부터 배울점을 얻게 될 것입니다.

보수 요원이 적외선 장비를 사용해야 하는 또 다른 이유는 적외선 검사를 실시함으로써 결함이 심각한 수준으로 발전하기 전에 조기에 발견할 수 있다는 것입니다. 이를 통해 결함을 수리하고 유지보수 및 운영 시간을 소모하는 대신에 지속적으로 제어 및 관리할 수 있으므로 유지보수 요원은 자체 적외선 장비를 사용할 수 있어야 합니다.

수리는 물론 대응 조치가 취해지는 동안에도 관찰된 장애 유형에 대해 보고서를 작성하는 것이 일반적인 관행입니다. 이러한 관찰 내용은 중요한 경험의 보고서 재고를 줄이거나 최상급 공급업체를 선택하거나 또는 신입 유지보수 요원을 교육하는 데에도 유용하게 사용됩니다.

28.3 전기 설비의 열화상 측정 검사를 위한 측정 기법

28.3.1 정확한 장비 설치 방법

열영상 이미지는 다음과 같이 폭넓은 온도 변화를 감지합니다.

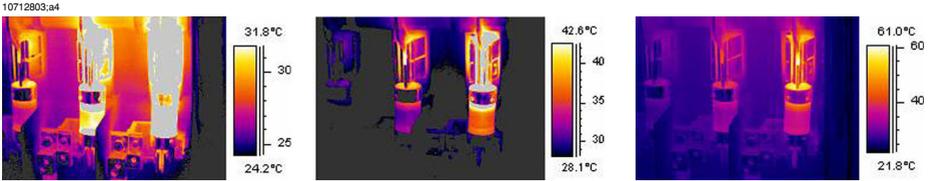


그림 28.2 퓨즈 상자의 온도 변화

위의 이미지에서 오른쪽 퓨즈는 $+61^{\circ}\text{C}$ 의 최고 온도를 보이며, 왼쪽 퓨즈는 최고 $+32^{\circ}\text{C}$, 가운데 퓨즈는 그 중간 온도에 해당합니다. 3개의 퓨즈 중 하나에 온도 눈금을 고정시켰을 때 위와 같이 서로 다른 3개의 이미지가 생겨납니다. 그러나 이것은 같은 이미지이며 3개의 퓨즈에 대한 모든 정보가 포함되어 있습니다. 이는 단지 온도 눈금 값의 설정에 따라 다르게 보일 뿐입니다.

28.3.2 온도 측정

현재 일부 카메라는 이미지에서 가장 높은 온도를 자동으로 찾아낼 수 있으며 조작자에게는 아래와 같은 이미지로 보입니다.

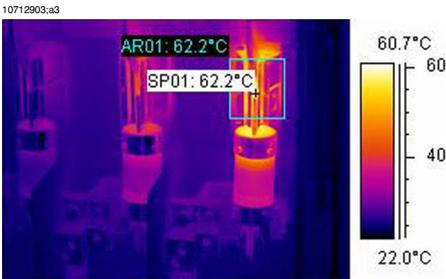


그림 28.3 최고 온도가 표시되는 퓨즈 상자의 적외선 이미지

이 부분의 최고 온도는 $+62.2^{\circ}\text{C}$ 입니다. 스팟 미터(spot meter)가 과열 부위의 정확한 위치를 보여줍니다. 이 이미지는 카메라 메모리에 쉽게 저장할 수 있습니다.

정확한 온도 측정은 평가 소프트웨어 또는 카메라의 기능에만 의존하지 않습니다. 실제 결함은 때마침 그 순간에만 카메라에 포착되지 않고 숨겨진 부위에 연결되어 있을 수 있습니다. '실제' 과열 부위는 가려져 있고 약간 떨어진 부위의 온도를 측정했을 수도 있습니다. 아래 이미지에서 그에 대한 예를 볼 수 있습니다.

10717603.a3

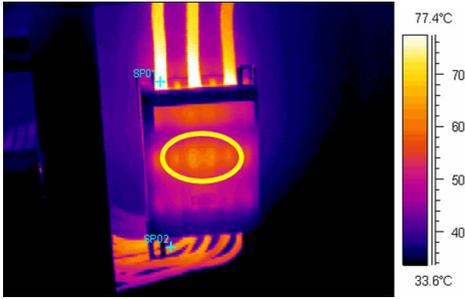


그림 28.4 상자 안의 숨겨진 과열 부위

여러 각도를 선택해서 과열 부위를 최대 크기로 확대하면 최고 과열 지점이 나타날 것입니다. 이 이미지에서 카메라로 ‘포착’할 수 있는 가장 높은 온도는 +83°C이며 상자 아래 케이블의 작동 온도는 +60°C입니다. 그러나 실제 과열 부위는 상자 안에 숨어 있을 가능성이 큼니다. 노란색 원으로 둘러싸인 부분을 주목하십시오. 이 결합 부위는 +23.0°C를 초과한 것으로 보고되지만 정작 문제는 온도가 더 높다는 데 있습니다.

온도를 실제보다 낮게 측정하는 또 다른 이유는 초점이 맞지 않기 때문입니다. 초점이 정확해야 과열 부위를 정확히 포착할 수 있습니다. 아래의 예를 참조하십시오.

10717403.a2

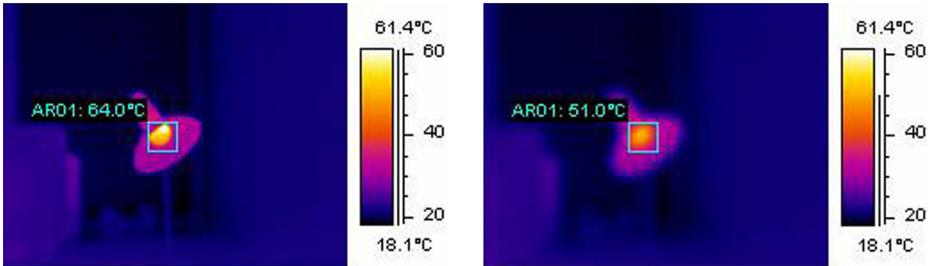


그림 28.5 왼쪽:과열 부위에 정확히 초점이 맞춰짐, 오른쪽: 과열 부위에 초점이 맞지 않음

왼쪽 이미지는 램프의 초점이 정확히 맞춰져 있고, 평균 온도는 +64°C입니다. 오른쪽 이미지는 램프의 초점이 맞지 않고, 평균 온도는 +51°C로 나타납니다.

28.3.3 비교 측정

전기 설비의 열화상 측정 검사를 위해 특별한 방법이 사용되는데, 이는 다른 물체와의 비교에 근거한 방법으로 소위 **참조 측정**이라고 일컬어지기도 합니다. 간단히 말해 서로 간에 세 부분을 비교하는 것입니다. 이 방법을 사용하려면 한 지점이 정상 온도 패턴과 차이가 있는지를 평가하기 위해 동시에 세 부분을 나란히 배치하여 체계적으로 검사해야 합니다.

정상 온도 패턴이란 현재 검사가 진행 중인 부품은 화면에 특정 색상(또는 회색 톤)으로 표시되는 고유한 작동 온도가 있다는 것을 의미하며 대체로 부하가 동일한 상태에서는 세 부분 모두 색상이 동일합니다. 전도(**current path**)에 사소한 색상 차이가 발생할 수 있는데, 예를 들면 서로 다른 두 재료의 접합부, 전도율이 증가 혹은 감소하는 부위 또는 전도(**current path**)가 캡슐화 되어 있는 회로 차단기 등에서 이러한 현상이 발생할 수 있습니다.

아래의 이미지에 서로 비슷한 온도를 보이는 3개의 퓨즈가 있습니다. 삽입된 등온선은 각 부분 간에 $+2^{\circ}\text{C}$ 이하의 온도 차가 있음을 나타냅니다.

대체로 각 부분에 부하의 정도가 다를 때 다른 색상이 나타납니다. 이러한 색상의 차이는 지엽적이지 않고 전역적으로 나타나기 때문에 과열을 의미한다고 볼 수 없습니다.

10713203.a3

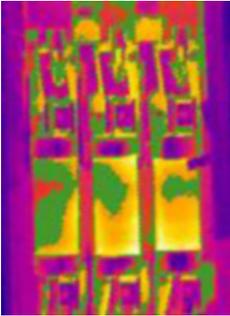


그림 28.6 퓨즈 상자의 적외선 이미지에 표시된 등온선

한편 '실제' 과열 부위에서는 열 발산 부위에 가까울수록 온도가 상승하는 것을 볼 수 있습니다. 아래 이미지의 프로파일(선)을 보면 과열 부위에서 약 $+93^{\circ}\text{C}$ 까지 완만한 온도 증가를 보이고 있음을 알 수 있습니다.

10713303.04

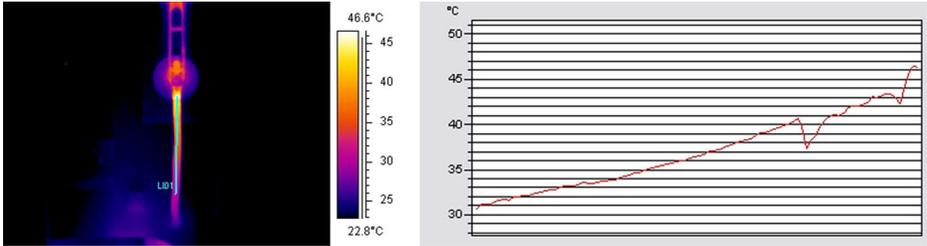


그림 28.7 적외선 이미지의 프로파일(선)과 표를 통해 온도 상승을 확인할 수 있습니다.

28.3.4 정상 작동 온도

열화상 측정으로 온도를 측정하면 물체의 절대 온도값을 얻을 수 있습니다. 부품의 과열 여부를 정확하게 평가하기 위해 작동 온도를 알아야 하는데, 작동 온도란 해당 환경의 부하와 온도를 고려한 정상 온도를 의미합니다.

직접 측정 방식으로 절대 온도(대부분의 부품은 절대 온도에 대한 상한값을 가지고 있으므로 고려되어야 함)를 측정하기 때문에 부하와 주변 온도를 고려하여 예상 작동 온도를 계산해야 합니다. 다음 정의를 고려해보십시오.

- 작동 온도: 부품의 절대 온도로, 현재 부하와 주변 온도에 의해 결정됩니다. 부품의 절대 온도는 항상 주변 온도보다 높습니다.
- 초과 온도 (과열): 정상 작동하는 부품과 결합 있는 부품간의 온도 차이

초과 온도는 '정상' 부품과 인접한 부품간의 온도 차이를 통해 알 수 있습니다. 각 부분에서 같은 지점을 비교하는 것이 중요합니다.

아래 실내 설비 이미지를 참조하십시오.

10713403.04



그림 28.8 실내 전기 설비 적외선 이미지 (1).

왼쪽 두 부분은 정상이지만 오른쪽 부분은 분명하게 과열 현상을 보이고 있습니다. 실제로 왼쪽 부분의 작동 온도는 +68°C로, 실제 온도인 반면, 결합 있는 오른쪽 부분은 +86°C의 온도를 보입니다. 이는 곧 +18°C의 초과 온도가 발생했다는 것을 의미하며 즉각적인 주의가 필요합니다.

실용적인 이유로 인해, 이들 세 부품이 정상적으로 작동한다고 가정할 때 세 부분 중 적어도 두 부분의 부품 온도가 부품의 (정상, 예측) 작동 온도로 간주됩니다. 물론 '가장 정상적인' 경우는 세 부분 모두 같거나 적어도 거의 비슷한 온도를 가지는 것입니다. 변전소의 실외 부품이나 전력선의 작동 온도는 일반적으로 대기 온도보다 겨우 1°C 또는 2°C가 높습니다. 실내 변전소의 경우는 그 변동 폭이 훨씬 큼니다.

이 사실은 아래 이미지에서도 분명하게 나타납니다. 왼쪽 부분이 바로 초과 온도가 나타나는 부분입니다. 두 개의 '저온' 부분의 작동 온도는 +66°C입니다. 결합 부분의 온도는 +127°C로 나타나며 즉각적인 조치가 취해져야 합니다.

10713903.a5



그림 28.9 실내 전기 설비 적외선 이미지 (2).

28.3.5 결함의 분류

연결 부위의 결함이 발견되면 보수를 하거나 당분간 방치하기도 합니다. 가장 적절한 조치를 취하기 위해서는 다음의 기준이 평가되어야 합니다.

- 측정 중의 부하
- 일정한 부하 또는 변동되는 부하
- 전기 설비의 결함 부위
- 예측되는 향후 부하 상태
- 초과 온도가 결합 부위에서 직접적으로 측정된 것인지, 장비 내부의 결함에 의해 전도된 것인지의 여부

결함 부위에서 직접 측정된 초과 온도는 부하가 100%로 최고조에 이르렀다는 전제 하에서 3개의 범주로 분류됩니다.

I	< 5°C	과열 상태 시작. 주의깊게 모니터링되어야 합니다.
II	5-30°C	과열 상태 심화. 가급적 신속하게 수리되어야 합니다.(단, 부하 상태를 고려한 후 결정해야 합니다).

III	>30°C	위급한 과열 상태. 즉각적으로 수리되어야 합니다(단, 부하 상태를 고려한 후 결정해야 합니다.)
-----	-------	---

28.4 보고

현재 전기 설비에 대한 열화상 측정 검사는 아마 예외 없이 보고 프로그램을 사용하여 작성되고 보고됩니다. 제조사별로 차이는 있지만, 이러한 프로그램은 대개 카메라로 직접 적용되어 매우 빠르고 쉽게 보고할 수 있게 되어 있습니다.

아래 제시된 바와 같이 보고서 페이지를 작성하는데 사용되는 프로그램을 **FLIR Reporter**라고 합니다. 이것은 **FLIR Systems**로부터 여러 유형의 적외선 카메라로 채용되고 있습니다.

전문 보고서는 두 섹션으로 구분됩니다.

- 표지에는 다음과 같이 검사와 관련한 사실들을 기록합니다.
 - 고객 정보, 예를 들면 고객의 회사 이름과 담당자
 - 검사 위치: 사이트 주소, 도시 이름 등
 - 검사 날짜
 - 보고 날짜
 - 서모그래피 이름
 - 서모그래피 서명
 - 내용 요약 또는 목차
- 조사 페이지에는 열 속성이나 이상 현상을 분석하고 문서화하는 데 사용할 적외선 이미지가 포함됩니다.
 - 검사 대상 확인 정보
 - 대상 부품: 명칭, 이름, 번호 등
 - 사진
 - 적외선 이미지. 적외선 이미지를 수집할 때에는 다음과 같은 사항을 고려해야 합니다.
 - 광학 초점
 - 영상 또는 문제점의 열적 조정(레벨 & 스캔)
 - 배치: 적절한 관찰 거리와 시야각
 - 주석
 - 이상 현상의 유무
 - 반사의 유무
 - 측정 수단(점, 영역, 등온선)을 사용하여 문제가 있는 부분을 수광화합니다. 가능하면 간단한 도구를 사용하는 것이 좋습니다. 프로파일 그래프는 전기 설비 보고서에서 거의 필요하지 않습니다.

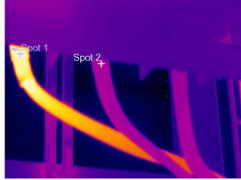
10719603.a3

	THERMOGRAPHY INSPECTION for FLIR Systems AB	Date: 2005-10-10
		Sign: _____
		Contract: : 1708

Photograph

	Place	Building 1	
	Localization	Right panel, group 2	
	Equipment	Fuse	
	Model / type	BBC LHBN 250	
	Phase / ID	Supply for Panel 8	
	Room temperature °C	15	
Status	Over heated		

Thermogram

	Temp. Spot 1	34 °C		
	Temp. Spot 2	17 °C		
	TEMPERATURE DIFF	17 °C		
	Phase	L1	L2	L3
	Load (A)	45	47	47
Rated load	250			
Fault class	2			

Comment

Disconnect cable, clean contact surfaces. Check for connectivity between cable shoe and lead.
 Replace any defective component. Assemble according to directions with correct torque.

Note that load is only 18%. Calculated temperature rise at 50% load would be approximately 104°C.
 [$T_{50} = (T_1 - T_2) * (125/45)^{1.6} + T_2$]

Corrected

Measure taken: _____	Date: _____
Sign: _____	Sign.: _____

Side 1

그림 28.10 보고서 예

28.5 전기 설비에서의 서로 다른 유형의 과열 부위

28.5.1 반사

열화상 측정 카메라는 렌즈를 통해 들어오는 모든 열, 즉 앞에 보이는 물체에서 나오는 열뿐만 아니라 다른 물체나 물체에서 반사되어 나오는 열까지도 모두 포착합니다. 눈에 보이지는 않지만 전기 부품은 적외선에 대해 거울과 같은 역할을 합니다. 노출된 금속 부분은 페인트칠 된 부분이나 플라스틱 또는 고무로 절연된 부분과는 달리 반짝이는 재질을 가지고 있습니다. 아래의 측정자를 통해 반사를 선명하게 볼 수 있습니다. 물론 이것은 물체의 과열 부위가 아닙니다. 이것이 반사에 의한 것인지 아닌지를 구별하는 좋은 방법은 이동하며 관찰하는 것입니다. 서로 다른 각도에서 대상을 보면서 '과열 부위'를 관찰해 보십시오. 그렇게 했을 때 과열 부위가 움직이면 반사에 의한 것입니다.

거울과 같이 복잡하게 반사되는 물체의 온도를 측정하는 것은 불가능합니다. 아래 이미지의 물체는 페인트가 칠해져 있어 온도 측정에 매우 적합합니다. 재질은 구리이며 높은 열전도성을 가지고 있습니다. 이는 표면 전체에 걸쳐 온도의 변동 폭이 작다는 것을 의미합니다.

10717503.a2

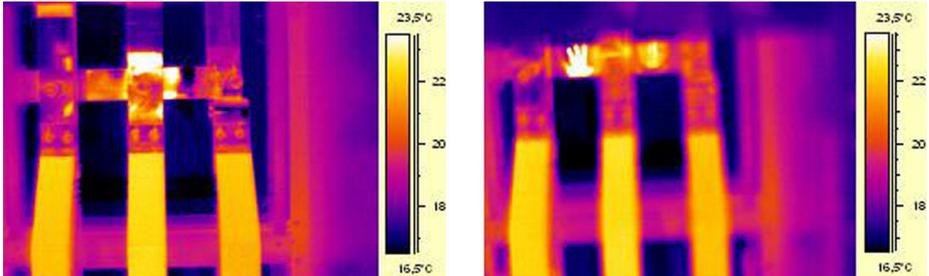


그림 28.11 물체의 반사

28.5.2 태양열

높은 방사율을 가진 부품의 표면(예: 차단기)은 뜨거운 여름이면 태양열에 의해 온도가 크게 상승할 수 있습니다. 다음 이미지는 태양열에 의해 가열된 회로 차단기입니다.

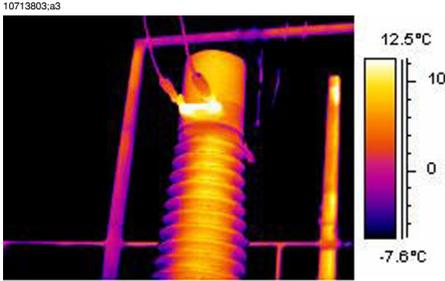


그림 28.12 회로 차단기의 적외선 이미지

28.5.3 유도 가열

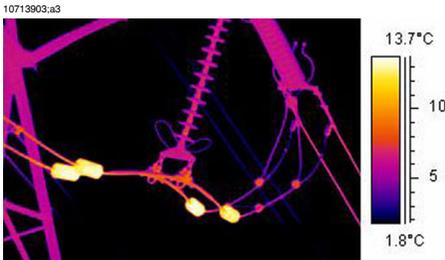


그림 28.13 뜨거운 고정 애자(stabilizing weight)의 적외선 이미지

와전류(eddy current)가 전도(current path)에서 과열 부위를 발생시키는 원인이 되기도 합니다. 고전압의 전류가 흐르고 다른 금속이 가까이 위치한 경우 화재 발생 위험이 있습니다. 이런 유형의 가열 현상은 관통 애자(bushing insulator)의 금속 바닥면과 같이 전도(current path) 주위의 자성물체에서 발생합니다. 위의 이미지를 보면 고전압의 전류가 흐르고 있는 고정 애자(stabilizing weight)가 있습니다. 이러한 얇은 자성 재질로 만들어진 금속 애자(metal weight)는 전류를 통과시키지 못하고 도리어 교번자계(alternating magnetic fields)에 노출되어 계속해서 가열되게 됩니다. 이 이미지에서 보이는 과열은 +5°C 이하로 크게 문제가 되지 않습니다.

28.5.4 부하 변동

3상 체계(3-phase system)가 전기 설비의 기준입니다. 과열 부위를 보면, 예를 들어 케이블, 차단기, 절연체와 같이 서로 3상 부분을 쉽게 직접 비교할 수 있습니다. 부분별로 부하가 고르면 세 부분 모두에서 균일한 온도 패턴을 보여줍니다. 3상 중 한 부분이 나머지 두 부분과 비교해 현저히 다른 온도를 나타낼 경우 결함

을 의심해 볼 수 있습니다. 하지만 항상 부하가 균등하게 배분되어 있는지 확인해야 합니다. 이는 고정(fixed) 전류계 또는 클립온(clip-on) 전류계(최고 600 A)를 통해 알 수 있습니다.

10714003.a3

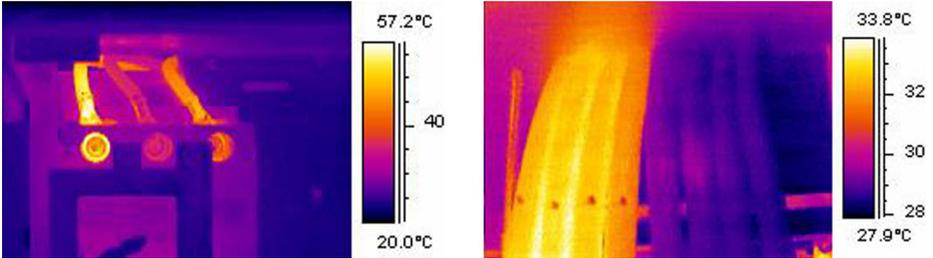


그림 28.14 부하 변동의 적외선 이미지 예

왼쪽 이미지에는 서로 인접해 있는 3개의 케이블이 있습니다. 서로 충분한 간격을 유지하고 있어 열전도 측면에서 볼때 충분히 절연되어 있다고 할 수 있습니다. 중간에 있는 케이블이 나머지 것들 보다 낮은 온도를 보입니다. 만약 두 부분에 결함이 있지 않거나 과열된 상태가 아니라면 이는 부하가 고르지 못한 경우의 전형적인 예입니다. 온도가 한 케이블을 따라 고루 분포하므로, 접합 부위에 결함이 발생했다기 보다는 부하에 의한 온도 상승에 그 원인이 있음을 의미합니다.

오른쪽 이미지의 두 묶음에는 부하의 격차가 심하다는 것을 알 수 있습니다. 사실상, 오른쪽 묶음에는 부하가 거의 없습니다. 상당량의 전류 부하를 담당하는 묶음은 그렇지 않은 묶음에 비해 약 5°C(9°F) 정도 더 뜨겁습니다. 이 예에서는 어떠한 결함도 보고되지 않습니다.

28.5.5 냉각 조건의 변화

10714103.a3

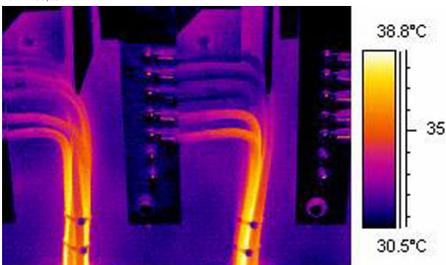


그림 28.15 케이블 묶음의 적외선 이미지

예를 들어 많은 케이블이 한 데 묶이면 냉각이 원활하지 않은 중간 지점의 케이블에서 열이 발생해 묶음 전체의 온도가 상승할 수 있습니다. 위의 이미지를 참조하십시오.

이미지의 오른쪽에 있는 케이블은 볼트 근처에서는 과열현상을 보이지 않습니다. 이 묶음의 세로 부분에 케이블이 뺨뺨하게 묶여져 있어 냉각이 원활하지 않고 대류에 의한 냉각도 이루어지지 않아 케이블의 온도가 상승하는데, 냉각이 보다 원활하게 이루어지는 부분의 케이블에 비해 약 5°C(9°F)정도 온도가 상승했습니다.

28.5.6 저항 변동

과열의 원인에는 여러 가지가 있습니다. 아래에서 일반적인 원인에 대해 설명합니다.

이음매를 설치할 때 또는 재질의 마모로 인해, 예를 들면 스프링 장력의 감소, 너트와 볼트의 풀림 내지는 장착 시 너무 많은 힘이 작용했을 경우 접촉 압력이 낮을 수 있습니다. 또 부하 및 온도가 증가하면 재질의 항복점과 장력이 약해집니다.

왼쪽 이미지를 보면 느슨한 볼트로 인해 접촉 불량에 의한 경우를 볼 수 있습니다. 접촉 불량은 접촉 면이 매우 제한되어 있기 때문에 연결 케이블을 따라 열기가 고르게 퍼지면서 아주 작은 부분에서만 과열이 발생합니다. 나사못은 방사율이 낮기 때문에 절연되어 방사율이 높은 케이블보다 온도가 조금 더 낮습니다.

오른쪽 이미지에서 느슨한 연결로 인해 야기된 또 다른 과열 상황을 볼 수 있습니다. 이것은 옥외 연결이므로 바람에 의해 어느 정도 냉각된 것으로 볼 수 있으며 실내에 장착된 경우에는 온도가 더 상승했을 것입니다.

10714203.a3

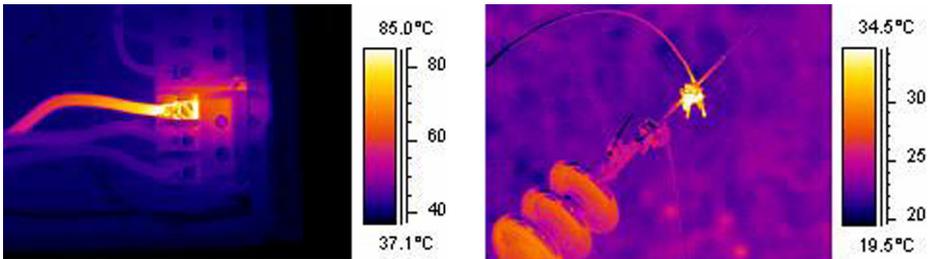


그림 28.16 왼쪽: 느슨한 볼트로 인한 접촉 불량 상태의 적외선 이미지, 오른쪽: 바람에 의해 냉각되는 느슨한 옥외 연결

28.5.7 결합 부위에 의해 야기된 정상 부위의 과열

때로 정상적인 부품에서 과열이 발생하는 경우가 있습니다. 이는 두 전도체가 부하를 공유하기 때문인데, 전도체 중 한 쪽의 저항은 증가했지만 다른 전도체는 정상 상태이므로 결합 있는 부품의 부하가 낮고 정상 부품의 부하가 지나치게 높아서 온도가 상승하는 것입니다. 아래 이미지를 참조하십시오.

10714303.a3

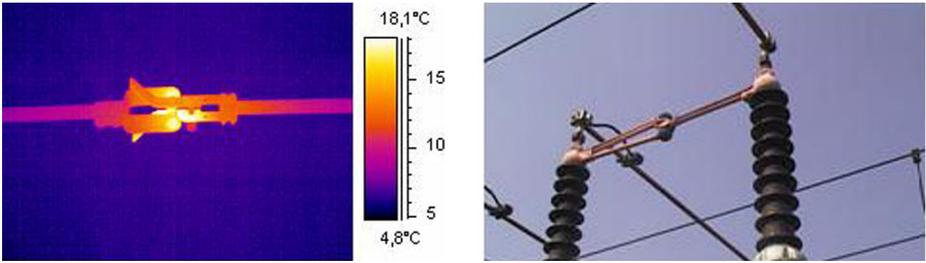


그림 28.17 회로 차단기의 과열

회로 차단기의 과열은 대체로 접촉기에 인접한 핑거(finger)의 접촉불량에 의해 발생합니다. 따라서 접촉기에서 더 멀리 있는 핑거에 더 많은 전류가 흐르면서 뜨거워집니다. 적외선 이미지의 부품과 사진의 부품은 동일하진 않지만 거의 비슷한 것입니다.

28.6 전기 설비의 열화상 측정 검사에 대한 방해 요소

여러 유형의 전기 설비에 대한 열화상 측정 검사가 수행되는 동안 바람이나 물체와의 거리, 비나 눈 등의 방해 요소가 측정 결과에 영향을 미치기도 합니다.

28.6.1 바람

실외 조사에 있어서는 바람의 냉각효과가 고려되어야 합니다. 풍속 5m/s(10knots)에서 과열을 측정하면 풍속 1m/s(2knots)의 경우보다 약 2배가량 높게 나타납니다. 8m/s(16knots)의 풍속에서 측정된 초과 온도는 1m/s (2knots)의 경우보다 2.5배 높습니다. 경험적 측정에 기초한 이 보정 계수는 풍속 8m/s(16knots)까지 적용할 수 있습니다.

그러나 풍속이 8m/s(16knots)를 초과할 때도 검사해야 하는 경우가 있습니다. 섬이나 산 등 풍량이 많은 지역들이 많지만 과열된 부품들이 풍속이 낮을 경우 훨씬 높은 온도를 보인다는 사실을 알아야 합니다. 경험적으로 얻어진 사실은 다음과 같습니다.

풍속 (m/s)	풍속 (knots)	보정 계수
1	2	1
2	4	1.36
3	6	1.64
4	8	1.86
5	10	2.06
6	12	2.23
7	14	2.40
8	16	2.54

보정 계수를 곱해서 얻어진 과열 측정 수치는 바람이 없는 상태, 즉 1m/s(2knots)에서의 초과 온도를 나타냅니다.

28.6.2 비와 눈

비와 눈도 전기 설비에 냉각 효과를 가져옵니다. 열화상 측정은 건조한 눈이나 이슬비가 내릴때에도 비교적 만족할 만한 결과를 얻을 수 있습니다. 그러나 대설 또는 폭우와 같은 악천후에서는 화질이 저하되고 측정 결과를 신뢰할 수 없습니다. 이것은 적외선이 비나 눈을 통과하지 못하고 눈송이나 빗방울을 측정하기 때문입니다.

28.6.3 물체와의 거리

이 이미지는 연결 부위의 결함으로부터 20m 떨어진 헬리콥터 안에서 찍은 것입니다. 이 거리는 1m로 잘못 설정되었으며 온도는 +37.9°C로 측정되었습니다. 오른쪽 이미지와 같이 거리를 20m로 바꾼 후 정확하게 측정한 온도는 +38.8°C로 나타납니다. 큰 차이는 아니지만 이로 인해 결함을 좀 더 심각하게 인식하게 될 것입니다. 그러므로 거리 설정을 무시해서는 안됩니다.

10714403.a3

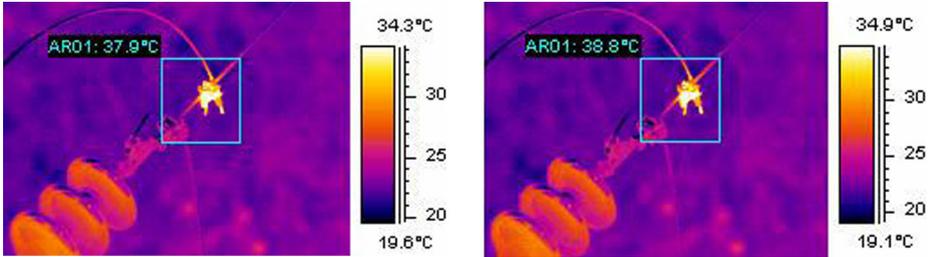


그림 28.18 왼쪽 : 잘못된 거리 설정, 오른쪽: 정확한 거리 설정

아래 이미지에서 거리가 증가하면 +85°C에서 흑체로부터 온도가 측정됩니다.

10714503.a3

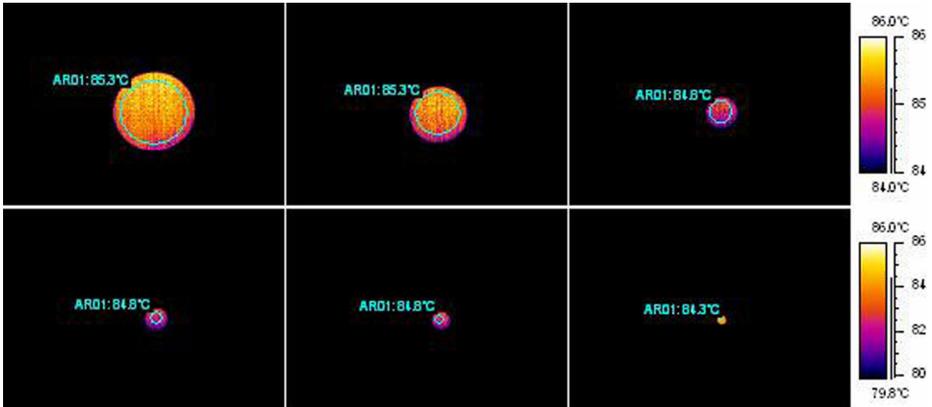


그림 28.19 거리 증가 시 +85°C에서 흑체로부터 측정되는 온도

측정된 평균 온도는 왼쪽에서 오른쪽으로 +85.3°C, +85.3°C, +84.8°C, +84.8°C, +84.8°C, +84.3°C 입니다. 서모그램은 12° 렌즈를 채용하고 있습니다. 거리는 1, 2, 3, 4, 5, 10m(3, 7, 10, 13, 16, 33 ft.)입니다. 정확하게 측정할 수 있을 만큼 큰 물체였기 때문에 거리 보정이 매우 정밀하게 이루어졌습니다.

28.6.4 물체 크기

아래 두 번째 이미지들은 동일한 상황에서 일반 24° 렌즈를 사용한 것입니다. 여기에 +85°C에서 측정된 흑체의 평균온도는 +84.2°C, +83.7°C, +83.3°C, +83.3°C, +83.4°C, +78.4°C입니다.

매우 작은 흑체 이미지 내부에 원을 배치하는 것은 불가능하므로 마지막 값(+78.4°C)이 최고 온도입니다. 물체가 너무 작으면 정확한 값을 측정할 수 없습니다. 거리는 10m로 설정하는 것이 적절합니다.

10714603.a3

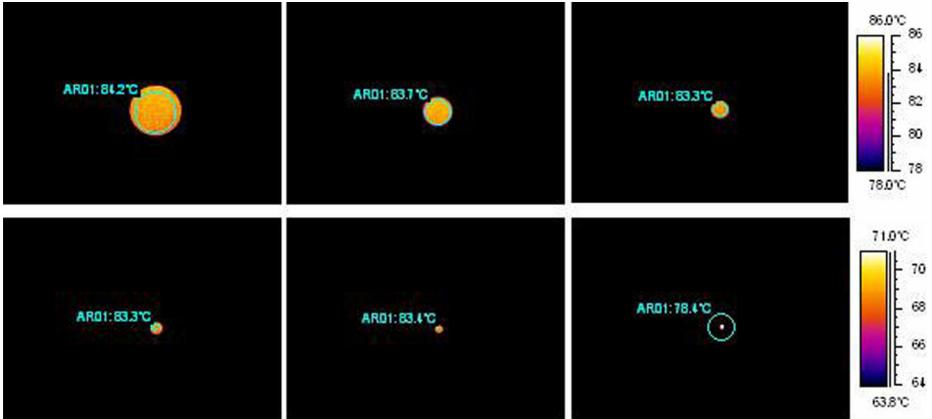


그림 28.20 거리 증가 시 +85°C에서 흑체로부터 측정되는 온도(24° 렌즈)

그 이유는 가장 정확하게 온도를 측정할 수 있는 최소 물체 크기가 존재하기 때문입니다. 이 최소 크기는 모든 FLIR Systems 카메라에서 사용자들에게 표시됩니다. 아래 이미지는 695 모델 카메라의 뷰파인더를 통해 본 모습입니다. 스팟 미터 (spot meter)가 가운데에서 열렸기 때문에 오른쪽 부분을 더 자세히 볼 수 있습니다. 물체의 크기는 스팟 미터 (spot meter)의 열림보다 커야 합니다. 또 가장 인접해 있는 훨씬 차가운 물체의 방사량도 일부 측정되어 온도가 매우 낮게 나타날 것입니다. 위의 경우 점 형태의 물체는 주변보다 훨씬 뜨겁지만 온도는 매우 낮게 나타납니다.

10714703.a3

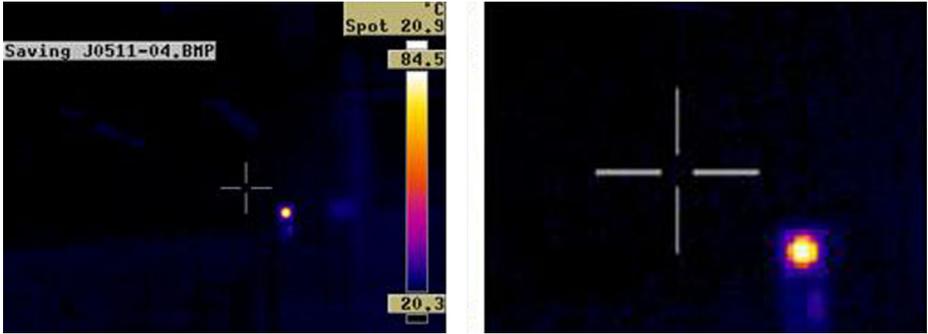


그림 28.21 IThermaCAM 695의 뷰파인더로 보이는 이미지

이러한 문제는 광학의 불완전성과 탐지 요소의 크기에서 기인하는 것으로, 모든 적외선 카메라에서 공통적으로 나타납니다.

28.7 서모그래퍼를 위한 실용적인 조언

카메라를 실용적인 방법으로 사용하면 작업을 한결 수월하게 해주는 작은 요소들을 발견할 수 있습니다. 여기서는 5가지로 정리해 보았습니다.

28.7.1 저온에서 고온으로

+5°C의 실외에 카메라를 들고 서 있다고 가정해 봅시다. 작업을 계속하기 위해 이제 실내에서 검사를 수행해야 합니다. 안경을 착용하고 있다면 안경에 낀 습기를 닦지 않으면 아무것도 볼 수 없을 것입니다. 카메라도 마찬가지입니다. 정확한 측정을 위해서는 습기가 증발할 때까지 기다려야 합니다. 이렇게 하면 내부 온도 보상 시스템이 변화된 환경에 적응할 수 있습니다.

28.7.2 소나기

비가 내리기 시작하면 측정 대상 물체의 표면 온도가 급격히 변화하기 때문에 검사를 진행할 수 없습니다. 그럼에도 불구하고 때때로 소나기나 물이 튀는 곳에서 카메라를 사용해야 할 때가 있습니다. 이 때는 간단한 투명 폴리에틸렌 소재의 백을 이용하여 카메라를 보호해야 합니다. 이러한 커버에 의해 발생한 차이는 커버를 씌우지 않은 경우와 온도가 동일해질 때까지 물체와의 거리를 조정하여 보정할 수 있습니다. 일부 카메라 모델에는 별도의 외부 광학 전송장치가 장착되어 있습니다.

28.7.3 방사율

측정 대상 물체의 방사율을 파악해야 합니다. 대개는 표에서 수치를 확인할 수 없을 것입니다. 광학 검정 페인트(optical black paint), 즉 Nextel Black Velvet를 사용하십시오. 대상 물체의 일부에 검정색으로 칠하십시오. 옵티컬 페인트(optical paint)의 일반적인 방사율은 0.94입니다. 물체는 온도를 가지며 주변 온도에 비해 주로 높은 온도여야 합니다. 온도 차이가 클수록 정확하게 방사율을 계산할 수 있습니다. 온도 차이는 적어도 20°C 이상이어야 합니다. +800°C에 달하는 고온에서 견뎌내는 페인트도 있습니다. 하지만 방사율은 광학 검정(optical black) 보다 낮습니다.

때로는 물체에 페인트를 칠할 수 없는 경우가 있습니다. 이런 경우에는 테이프를 사용하십시오. 대부분의 경우 사전에 방사율을 알고 있는 얇은 테이프를 사용할 수 있으며 검사를 완료한 후에 물체에 손상을 입히지 않고 제거할 수 있습니다. 반투명 테이프는 이런 목적으로 사용할 수 없습니다. 이런 경우에 가장 적합한 테이프는 영하의 실외에서 사용할 수 있는 스카치 전기 테이프입니다.

28.7.4 반사된 추정 온도

측정 결과에 영향을 주는 발열체들이 존재하는 상황에서 측정을 해야 한다고 가정해 봅시다. 정확한 RAT(Reflected Apparent Temperature) 값을 카메라에 입력해야 최대한 정확하게 보정할 수 있습니다. 다음과 같은 방법을 사용하십시오. 방사

율을 1.0으로 설정합니다. 카메라 렌즈를 단초점으로 조정하여 물체로부터 방향을 보면서 이미지를 저장합니다. 영역이나 등온선을 이용해 가장 확률이 높은 이미지의 평균값을 정한 후 RAT(Reflected Apparent Temperature) 값으로 입력합니다.

28.7.5 물체가 너무 멀리 있을때

카메라가 실제 거리로 정확하게 측정하는지 의심스럽습니까? 렌즈는 대략 IFOV를 3배 정도 확대합니다(IFOV는 탐지기의 한 요소를 통해 볼수 있는 물체의 세부 모습입니다). 예를 들어, 25도는 437 mrad에 해당합니다. 카메라가 120 × 120 픽셀 이미지를 갖는 경우 IFOV는 $437/120 = 3.6\text{mrad}$ (3.6 mm/m)이 되고 측정비(spot size ratio)는 약 $1000/(3 \times 3.6) = 92:1$ 이 됩니다. 이것은 9.2m의 거리에서 측정 대상이 최소한 0.1m 또는 100mm 너비(3.9") 이상이어야 함을 의미합니다. 안전하게 9m 이내로 접근하여 작업하는 것이 좋습니다. 7-8m의 거리에서라면 정확하게 측정할 수 있을 것입니다.

29 FLIR Systems 정보

FLIR Systems는 1978년에 설립되어 지금까지 고성능 적외선 화상 시스템 분야를 개척해오고 있으며, 다양한 민간용, 산업용, 정부용 열화상 시스템을 설계, 제조, 판매하는 세계 선두의 업체입니다. FLIR Systems는 1958년부터 지금까지 적외선 기술 분야에서 뛰어난 성과를 거둔 5곳의 주요 업체인 스웨덴의 AGEMA Infrared Systems(전 AGA Infrared Systems)와 미국의 Indigo Systems, FSI, Inframetrics와 프랑스 업체인 Cedip를 거느리고 있습니다. Extech Instruments는 2007년 11월 FLIR Systems에서 인수했습니다.

10722703,a2



그림 29.1 왼쪽: 1969년 출시된 Thermovision® 모델 661. 카메라 무게는 약 25 kg, 오실로스코프는 20 kg, 삼각대는 15 kg입니다. 220 VAC 발전기 세트와 액체 질소가 들어있는 10 L 용기도 필요합니다. 오실로스코프 왼쪽에 폴라로이드 부착물(6kg)을 볼 수 있습니다. 오른쪽: 2009년 출시된 FLIR i7. 무게: 배터리 포함 0.34 kg.

당사는 예측 유지 보수, R & D, 비파괴 검사, 프로세스 제어 및 자동화, 컴퓨터 영상기 및 기타 여러 용도의 적외선 카메라를 전 세계에 100,000대 이상 판매하였습니다.

FLIR Systems의 제조 시설은 미국(오래곤주 포트랜드, 메사추세츠주 보스턴, 캘리포니아 산타바바라)에 3개가 있고 스웨덴(스톡홀름)에 1개가 있습니다. 2007년 에스토니아 탈린에 제조 시설이 1개 추가되었습니다. 벨기에, 브라질, 중국, 프랑스, 독일, 영국, 홍콩, 이탈리아, 일본, 스웨덴, 미국에 직관 영업소가 있고, 전세계 에이전트와 대리점 네트워크를 갖추고 있습니다.

FLIR Systems는 적외선 카메라 산업 분야에서 혁신을 주도하고 있습니다. 끊임없이 기존 카메라를 향상시키고 새로운 카메라를 개발하여 시장의 요구를 충족시키고 있습니다. 최초의 배터리 작동식 산업용 휴대형 검사 카메라와 최초의 비냉각 적외선 카메라를 출시하는 등 제품 설계와 개발에서 많은 혁신을 이루었습니다.

FLIR Systems는 카메라 시스템의 모든 핵심적인 기계 및 전자 구성품을 자체적으로 제조합니다. 검출기 설계와 제조에서 렌즈 및 시스템 전자 장비, 최종 시험과 교정에 이르기까지 모든 생산 과정을 자체 기술자들이 직접 수행하고 감독합니다. 이러한 적외선 기술자의 전문 지식을 바탕으로 적외선 카메라에 조립되는 모든 핵심적인 구성품의 정밀도와 신뢰도를 보장합니다.

29.1 단순한 적외선 카메라가 아닌 최고의 제품

FLIR Systems는 단순히 최고의 적외선 카메라 시스템을 생산하는 것 이상의 사명을 갖고 있습니다. 모든 적외선 카메라 시스템 사용자에게 생산성을 향상시킬 수 있는 효과적인 카메라와 소프트웨어 세트를 제공하기 위해 최선을 다하고 있습니다. 특히 예측 관리, 연구 개발, 공정 감독을 위한 맞춤형 소프트웨어도 자체적으로 개발해 사용하고 있습니다. 대부분의 소프트웨어는 다양한 언어로 번역되어 제공됩니다.

우리는 고객의 장비를 가장 까다로운 적외선 기능에 적합하게 사용할 수 있도록 모든 적외선 카메라와 다양한 액세서리를 지원합니다.

29.2 지식의 공유

카메라가 사용하기 편리하도록 설계되었으나 카메라 조작 방법에 대한 지식 외에도 열화상에 대한 많은 지식이 필요합니다. 그러므로 FLIR Systems는 공인된 교육 과정을 제공하는 적외선 교육 센터(ITC)를 별도의 사업부로 설립하였습니다. ITC 과정을 수료하면 실제로 사용할 수 있는 많은 지식을 습득할 수 있습니다.

ITC 담당자들이 적외선 이론을 활용하는 데 필요할 수 있는 모든 응용 지원을 해드립니다.

29.3 고객 지원

FLIR Systems는 고객이 카메라를 항상 잘 사용할 수 있도록 전세계 서비스 네트워크를 운영하고 있습니다. 카메라에 문제가 생기면 현지의 서비스 센터가 가능한 모든 장비와 전문 기술을 활용하여 최대한 빠른 시간 내에 그 문제를 해결해드릴 것입니다. 따라서 카메라를 해외 서비스 센터로 보내거나 언어가 다른 해외 서비스 담당자에게 설명해야 할 필요가 없습니다.

29.4 시설의 사진

10401303.a1

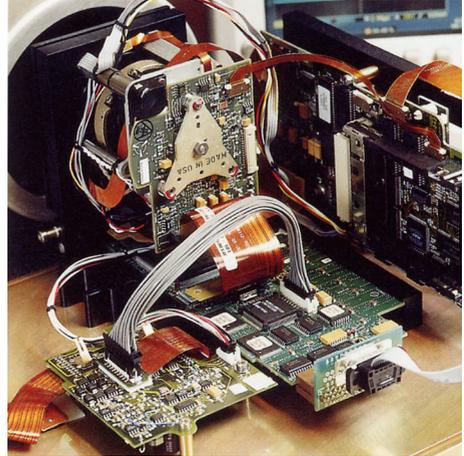
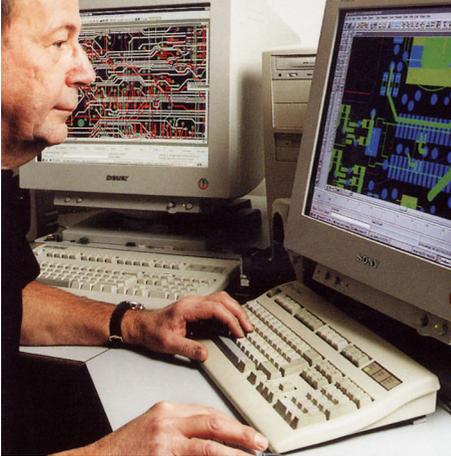


그림 29.2 왼쪽: 시스템 전자 공학 개발; 오른쪽: FPA 탐지기 시험

10401403.a1



그림 29.3 왼쪽: 다이아몬드 세공 기계; 오른쪽: 렌즈 광택

10401503.a1

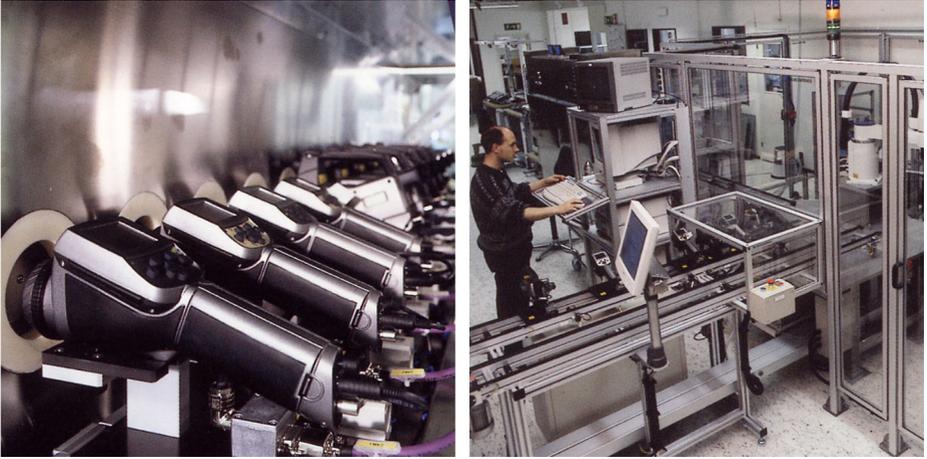


그림 29.4 왼쪽: 기후 조건실에서 적외선 카메라 시험; 오른쪽: 카메라 검사 및 보정 로봇

용어 또는 표현	설명
FOV	시야각(Field of View)은 적외선 렌즈를 통해 볼 수 있는 수평 각을 의미합니다.
IR	적외선
Laser LocatIR	가느다란 중앙 집중식 빔으로 레이저 광선을 방출하여 카메라 전면에 있는 물체의 특정 부분을 가리키는 카메라에 있는 전동식 광원입니다.
NETD	온도 차이에 해당하는 노이즈입니다. IR 카메라의 이미지 노이즈 레벨의 측정입니다.
기준 온도	일반적으로 측정된 값과 비교할 수 있는 온도입니다.
노이즈	적외선 이미지의 불필요한 작은 간섭을 의미합니다.
대기	측정 대상물과 카메라 사이에 있는 기체로, 일반적으로 공기를 말합니다.
대류	대류는 중력 또는 다른 힘에 의해 액체가 장치로 들어가는 열 전송 모드입니다. 그에 따라 열이 한 장소에서 다른 장소로 전송됩니다.
등온선	한 가지 이상의 온도 간격 이상, 이하 또는 사이에 있는 이미지의 부분을 강조하여 나타내는 기능입니다.
레벨	온도 측정 단위의 중앙 값으로 보통 신호 값으로 표현됩니다.
레이저 포인터	가느다란 중앙 집중식 빔으로 레이저 광선을 방출하여 카메라 전면에 있는 물체의 특정 부분을 가리키는 카메라에 있는 전동식 광원입니다.
물체 매개변수	대상물을 측정하는 조건과 그 대상물 자체에 관해 규정하는 값입니다.(예: 방사율, 반사된 추정 온도, 거리 등)
물체 신호	카메라가 물체로부터 수신하는 적외선의 양과 관련된 비조정값입니다.
반사	받은 방사선에 비례하여 물체가 반사한 방사선의 양을 의미합니다. 0과 1 사이의 값입니다.
방사	어떤 물체나 기체에서 전자기 에너지가 방출되는 과정입니다..
방사(radiance)	시간대, 영역 및 각도당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다($W/m^2/sr$).
방사기	적외선 장비의 일부분입니다.
방사력	시간대당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다(W).

용어 또는 표현	설명
방사율	흑체의 방사량과 비교하여 한 물체에서 방출되는 방사량입니다. 0과 1 사이의 값입니다.
방출량	시간 및 영역 단위 당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다(W/m ²).
범위	IR 카메라의 전반적인 현재 온도 측정 제한 범위입니다. 카메라에는 몇 가지 범위가 있습니다. 현재 조정을 제한하는 두 가지 흑체 온도로 표현됩니다.
병목 방사기	안쪽으로 흡입되도록 만들어진 병 모양의 방사기로 병목으로 안을 들여다 볼 수 있습니다.
병목으로 등은 보기	안으로 흡수되도록 만들어진 병 모양의 방사기로 병목으로 안을 들여다 볼 수 있습니다.
비주얼	일반적인 열화상 모드가 아니라, IR 카메라의 비디오 모드로 봅니다. 카메라가 비디오 모드에 있으면 일반 비디오 이미지를 캡처하고, IR 모드에 있으면 열화상 이미지를 캡처합니다.
상대 습도	상대 습도는 현재 공기 중에 있는 수증기 질량과 포화 상태에서 담을 수 있는 최대 질량 간의 비율을 나타냅니다.
색온도	흑체의 색상이 특정 색상과 일치하는 온도입니다.
수동 조절	수동으로 특정 매개변수를 변경하여 이미지를 조절하는 방식입니다.
순시 시야각(IFOV)	순시 시야각(Instantaneous field of view)은 적외선 카메라의 기하학적 해상도의 측정입니다.
스팬	온도 측정 단위의 간격으로 보통 신호 값으로 표현됩니다.
스펙트럼(방사) 방출량	시간대, 영역 및 각도 단위당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다(W/m ² /μm).
연속 조절	이미지를 조절하는 기능입니다. 이 기능은 항상 작동하여 끊임 없이 이미지 내용에 따라 밝기와 명암 대비를 조절합니다.
열전도	열이 물질로 퍼지는 과정입니다.
예상 대기 방출	계산된 값이 아닌 사용자가 제공한 방출 값을 의미합니다.
온도 기록도	적외선 이미지
온도 눈금	적외선 이미지가 현재 표시되는 방식입니다. 색을 제한하는 두 가지 온도 값으로 표현됩니다.
온도 범위	IR 카메라의 전반적인 현재 온도 측정 제한 범위입니다. 카메라에는 몇 가지 범위가 있습니다. 현재 조정을 제한하는 두 가지 흑체 온도로 표현됩니다.
온도 차이	두 가지 온도 값을 뺀 값의 결과의 값입니다.

용어 또는 표현	설명
외장 광학 기기	카메라와 측정 중인 물체 사이에 장착할 수 있는 보조 렌즈, 필터 및 열 가리개 등을 의미합니다.
이미지 보정(내부 또는 외부)	다양한 실제 이미지 부분에서의 감도 차이를 보정하고 카메라를 스테빌라이징하는 방법입니다.
이중 등온선	하나가 아닌 두 가지 색상대를 가지고 있는 등온선입니다.
자동 조절	카메라가 내부 이미지 보정을 실행할 수 있는 기능입니다.
자동 팔레트	적외선 이미지는 뜨거운 물체와 차가운 물체를 동시에 나타내는 고르지 않은 색상으로 표시됩니다.
적외선	눈에 보이지 않고 파장이 약 2-13 μm 인 방사선입니다.
초점평면 배열 (FPA)	초점평면 배열(Focal Plane Array)은 일종의 IR 탐지기입니다.
측정된 대기 방출	온도, 대기의 상대 습도 및 물체에 대한 거리로부터 계산된 방출 값입니다.
투과율	기체와 물질은 다소 투과성이 있습니다. 투과율은 기체와 물질을 통과하는 적외선의 양입니다. 0과 1 사이의 값입니다.
투명 등온선	이미지의 강조된 부분을 포함하는 것이 아니라 선형 색상 띠를 보여주는 등온선을 의미합니다.
팔레트	IR 이미지를 표시하는데 사용되는 일련의 색상입니다.
포화색	포화색으로 이루어진 현재 레벨/스팬 설정 밖의 온도가 포함되어 있는 영역을 의미합니다. 포화색에는 '오버플로우' 색과 '언더플로우' 색이 있습니다. 해당 범위가 제대로 변경되어야 한다는 것을 나타내면서 감지기에 의해 포화된 모든 것을 표시하는 제3의 붉은 포화색도 있습니다.
픽셀	화소를 나타내며, 이미지에서 하나의 단일 스팟입니다.
필터	일부 적외선 파장에 투과되는 물질을 의미합니다.
환경	측정 중인 물체를 향해 방사선을 방출하는 물체 및 기체입니다.
회색체	각 파장에 대해 흑체의 고정된 소량의 에너지 양을 방출하는 물체를 의미합니다.
흑체	완전 무반사 물체입니다. 이 물체에서 방출되는 방사선은 물체 자체의 고유한 온도로 인해 발생합니다.
흑체 방사기	적외선 카메라를 조정하는데 사용되는 흑체 속성의 적외선 장비입니다.
흡수(요인)	받은 방사선에 비례하여 물체가 흡수한 방사선의 양입니다. 0과 1 사이의 값입니다.

31 열 측정 기법

31.1 머리말

적외선 카메라는 물체에서 방출되는 적외선을 측정하고 이미지화 합니다. 이 카메라는 물체의 표면 온도에 따라 방출 적외선이 변하는 원리를 이용해 물체 온도를 계산하여 표시합니다.

그러나, 카메라가 측정하는 적외선은 물체의 온도 뿐만 아니라 방사율의 함수의 영향을 받습니다. 적외선은 또한 주변 환경에서도 방출되며 물체에서 반사됩니다. 물체의 적외선과 반사된 적외선은 대기의 흡수율에 의해서도 영향을 받게 됩니다.

온도를 정확하게 측정하려면 몇 가지 다른 적외선 소스의 영향을 상쇄시켜야 합니다. 카메라가 자동으로 온라인으로 실행합니다. 그러나, 다음과 같은 물체 매개 변수가 카메라에 제공되어야 합니다.

- 물체의 방사율
- 반사된 추정 온도
- 물체와 카메라 간 거리
- 상대 습도
- 주변 온도

31.2 방사율

정확히 설정하기 위한 가장 중요한 물체 매개 변수는 방사율, 즉 물체로부터 방출되는 적외선의 측정이며 동일한 온도의 완벽한 흑체를 형성하는 것과 비교됩니다.

일반적으로 물체의 재질과 표면 처리는 약 0.1에서 0.95 사이의 방사율을 나타냅니다. 유리처럼 광택있는 표면의 방사율은 0.1 아래로 떨어지지만 산화처리되거나 페인트칠된 표면의 방사율은 더 높아집니다. 가시 스펙트럼의 색상과 관계없이 유성 페인트는 적외선에서 0.9이상의 방사율을 나타냅니다. 사람의 피부는 0.97 - 0.98 사이의 방사율을 보입니다.

산화처리되지 않은 금속은 완벽한 불투명 높은 방사율을 나타내며 파장의 변화가 심하지 않습니다. 따라서 금속의 방사율은 온도가 증가하는 경우에만 낮아집니다. 비금속의 경우, 방사율이 높고 온도가 감소하는 특성이 있습니다.

31.2.1 샘플의 방사율 찾기

31.2.1.1 단계 1: 반사된 추정 온도 판별

다음 두 가지 방법 중 하나를 사용하여 반사된 추정 온도를 판별합니다.

31.2.1.1.1 방법 1: 직접적인 방법

1 가능한 반사 소스를 찾고 순간 각도 = 반사 각도로 간주합니다($a = b$).

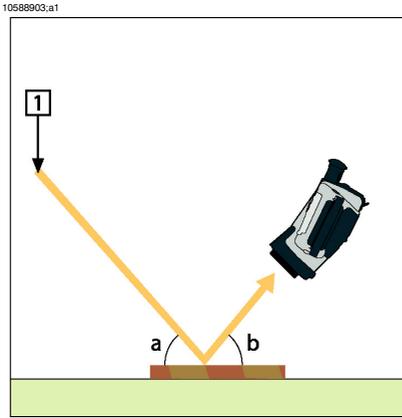


그림 31.1 1 = 반사 소스

2 반사 소스가 스포트 소스이면 카드보드 조각을 사용하여 시야를 가리는 방식으로 소스를 수정합니다.

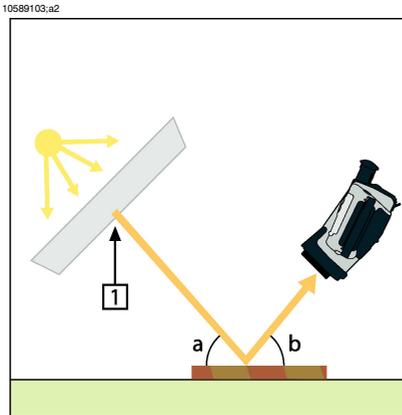


그림 31.2 1 = 반사 소스

- 3** 다음 설정을 사용하여 반사된 소스로부터 적외선 강도(추정 온도)를 측정합니다.
- 방사율: 1.0
 - D_{obj} : 0
- 다음 두 가지 방법 중 하나를 사용하여 적외선 강도를 측정할 수 있습니다.

10589003.a2

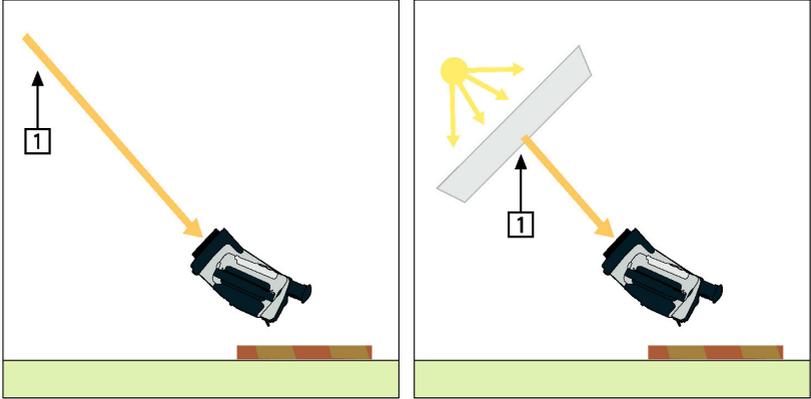


그림 31.3 1 = 반사 소스

참고: 열전대를 사용하여 반사된 추정 온도를 측정하는 것은 다음 두 가지 이유로 권장되지 않습니다.

- 열전대는 적외선 강도를 측정하지 않습니다.
- 열전대는 표면과의 열 접촉이 매우 양호해야 하며 대개 열 분리기를 사용하여 센서를 밀폐하고 덮습니다.

31.2.1.1.2 방법 2: 반사물질 사용

1	알루미늄 호일 조각을 크럼블합니다.
2	알루미늄 호일을 언크럼블하고 동일한 크기의 카드보드에 부착합니다.
3	측정할 물체 앞에 카드보드 조각을 놓습니다. 알루미늄 호일이 있는 면이 카메라를 가리키도록 합니다.
4	방사율을 1.0으로 설정합니다.

5 알루미늄 호일의 추정 온도를 측정하고 기록합니다.

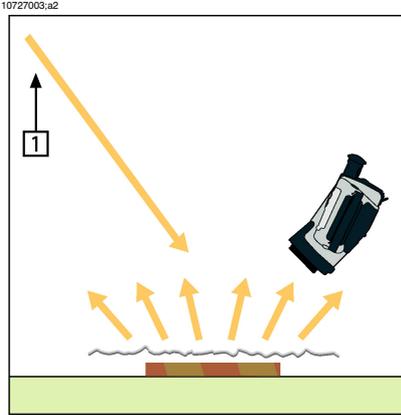


그림 31.4 알루미늄 호일의 추정 온도 측정

31.2.1.2 단계 2: 방사율 판별

1	샘플을 놓을 장소를 선택합니다.
2	이전 과정에 따라 반사된 주변 온도를 판별하고 설정합니다.
3	방사율이 높은 전기 테이프 조각을 샘플 위에 놓습니다.
4	실내 온도보다 높은 20 K 이상으로 샘플을 가열시킵니다. 고르게 가열해야 합니다.
5	카메라의 초점을 맞추고 자동 조절하고 이미지를 정지시킵니다.
6	최상의 이미지 밝기와 대비를 위해 레벨과 스펠을 조절합니다.
7	방사율을 테이프와 같게 설정합니다(대개 0.97).
8	다음 측정 기능 중 하나를 사용하여 테이프의 온도를 측정합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ 등온선 (온도 및 샘플이 얼마나 고르게 가열되었는지 파악할 수 있습니다.) ■ 스팟 (더욱 간단) ■ 상자 평균 (방사율이 다양한 표면에 적합).
9	온도를 기록합니다.
10	측정 기능을 샘플 표면으로 이동합니다.
11	이전 측정과 동일한 온도로 표시될 때까지 방사율 설정을 변경합니다.
12	방사율을 기록합니다.

참고:

- 강제적인 대류를 피하십시오.
- 스팟 반사를 생성하지 않는 열적으로 안정적인 환경을 찾으십시오.

- 투명하지 않고 방사율이 높은 고품질 테이프를 사용하십시오.
- 이 방법은 테이프의 온도와 샘플 표면의 온도가 같다고 가정합니다. 그렇지 않은 경우 방사율 측정이 잘못될 수도 있습니다.

31.3 반사된 추정 온도

이 매개 변수는 물체에서 반사된 적외선을 보정하는 데 사용됩니다. 방사율이 낮고 물체 온도와 반사된 온도가 상당히 다른 경우 반사된 추정 온도를 정확히 설정하고 보정하는 것이 중요합니다.

31.4 거리

거리는 물체와 카메라 전면 렌즈 사이의 거리입니다. 이 매개 변수는 다음 두 가지 항목을 보정하는 데 사용됩니다.

- 대상에서 방출되는 적외선이 물체와 카메라 사이의 온도에 의해 흡수됩니다.
- 대기 중의 적외선이 카메라에 탐지됩니다.

31.5 상대 습도

카메라는 투과율이 대기의 상대 습도에 따라 달라지는 경우에도 보정할 수 있습니다. 이렇게 하려면 상대 습도를 정확한 값으로 설정하십시오. 단거리 및 일반 습도의 경우 상대 습도는 일반적으로 50%를 기본값으로 둘 수 있습니다.

31.6 기타 매개 변수

또한, FLIR Systems의 일부 카메라 및 분석 프로그램을 사용하면 다음의 매개 변수를 보정할 수 있습니다.

- 대기 온도 - 예를 들어 카메라와 대상 사이의 대기 온도입니다.
- 외장 광학 투과율 - 예를 들어 카메라의 앞면에 사용되는 외장 렌즈나 유리의 투과율입니다.
- 외장 광학 방출 - 예를 들어 카메라의 앞면에 사용되는 외장 렌즈나 유리의 방출입니다.

1800년 이전에는 전자기 스펙트럼을 사용하는 적외선 기기의 출현을 생각지도 못 했습니다. 오늘날 열적외선의 한 형태로 적외선 스펙트럼 또는 간단히 '적외선'이라고 불리는 것에 대한 본래 의의가 **Herschel**에 의해 발견되었던 1800년 당시 보다 희미해진 것 같습니다.

10398703.a1



그림 32.1 Sir William Herschel (1738–1822)

이러한 발견은 광학 물질을 찾다가 우연히 발견되었습니다. 영국 왕 조지 III의 궁중 천문학자이자 우라너스 행성의 발견으로 이미 유명했던 **William Herschel**은 태양계 관찰 도중 망원경의 태양상의 밝기를 줄이기 위한 광학 필터 물질을 찾고 있었습니다. 밝기를 유사하게 줄여주는 여러 가지 색상 유리를 시험하다가 어떤 색상 유리는 태양의 열이 조금 투과하는 데 반해 다른 색상 유리는 열이 너무 많이 투과되어 몇초의 관찰만으로도 눈에 손상을 줄 수 있음을 알게 되어 호기심이 일어 났습니다.

Herschel은 열을 최대한으로 감소시킬 뿐만 아니라 밝기에 있어서도 원하는 만큼의 감소를 줄 수 있는 단일 물질을 발견하기 위해 체계적인 실험을 할 필요가 있었습니다. 그는 뉴턴의 프리즘 실험을 반복해서 실험했을 뿐 아니라 스펙트럼의 시각적인 밀도 분배보다는 열 효과를 찾기 시작했습니다. 먼저, 그는 수은 온도계의 구부에 잉크를 넣어 검게 하고 적외선 탐지기로써 사용하여 유리 프리즘을 통해 햇빛을 통과시켜 테이블 위에 형성된 스펙트럼의 다양한 색상이 가지는 열 효과를 시험하였습니다. 다른 온도계는 제어 역할을 할 수 있도록 태양 광선을 미치지 않는 곳에 두었습니다.

검은 온도계를 스펙트럼 색상을 따라 천천히 이동함으로써 보라색에서 적색으로 조금씩 온도가 증가하였습니다. 이것은 전혀 기대하지 않았던 것입니다. 이탈리아 연구가, **Landriani**가 1777년 유사한 실험에서 동일한 효과를 관찰했던 적이 있었습니다. 하지만 처음으로 열 효과가 최대에 도달하는 지점이 있으며 스펙트럼의 가시 영역에 한정된 측정은 이 지점의 위치를 찾는데 실패했다는 사실을 밝힌 것은 허셀이었습니다.

10398903.a1



그림 32.2 Marsilio Landriani(1746-1815)

온도계를 스펙트럼 적색 끝 너머의 어두운 영역까지 옮긴 Herschel은 열이 계속해서 증가한다는 사실을 확인했습니다. 이것을 발견한 당시 최대 지점은 적색 끝 너머의 부분에 있었으며 오늘날 '적외선 파장'으로 알려져 있습니다.

Herschel이 그의 발견을 발표했을 때, 그는 전자기 스펙트럼의 새 영역을 '열 복사 스펙트럼'으로 명명했습니다. Herschel이 자주 '어두운 열' 또는 단순히 '비가시 광선'으로 명명했던 자체는 복사 에너지입니다. 모순되게도 대중적인 의견과는 대조적으로 '적외선'이라는 용어를 처음 만들었던 것은 Herschel이 아니었습니다. '적외선'은 약 35년 후에 활자로 나타나기 시작했으며 누가 정확하게 이 용어를 사용하기 시작했는지는 분명하지 않습니다.

Herschel이 초기 그의 실험에서 프리즘에 유리를 사용함으로써 실제 적외선 파장의 존재에 대해서 그의 동시대 사람들과 몇 가지 초기 논의를 벌였습니다. 그의 연구를 확인하려는 시도에서 다른 조사자들은 적외선에 다른 투과성을 가지는 다양한 종류의 유리를 마구잡이로 사용했습니다. 그의 이후 연구를 통해 Herschel은 새롭게 발견된 열 복사에 유리의 투과성이 제한되었다는 것을 인식하고 있었고 그로 인해 적외선용 광학 기기는 적절하게 반사 요소(예: 평면 및 굴절 거울)를 사용해야만 한다는 결론을 도출하게 되었습니다. 다행히도 이것은 이태리 출신의 연구자인 Melloni가 본질적으로 자연 수정이 렌즈와 프리즘으로 만들어 지기에 충분할 만큼 커다랗게 제공되었던 암염(NaCl)이 적외선에 분명하게 투과된다는 위대한 발견을 한 1930년까지는 사실로 입증되었습니다. 그 결과 암염이 기본 적외선 광학 재질이 되었고 인조 수정 배양 기술이 1930년에 보급될 때까지 그 후 약 100년 동안 지속되었습니다.

10399103.a1



그림 32.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

방사선 탐지기로서 온도계는 1829년까지는 부동의 자리를 지켰습니다. 이 해에 Nobili는 써모커플을 개발했습니다. (Herschel이 직접 개발한 온도계는 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0.036\text{ }^{\circ}\text{F}$)까지 읽을 수 있고 이후 모델은 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0.09\text{ }^{\circ}\text{F}$)까지 읽을 수 있습니다. 그런 다음 새로운 돌파구가 생겼고 Melloni는 일련의 몇 개의 열전대가 연결되어 최초의 열전대열을 형성하게 되었습니다. 새로운 장비는 열 복사 감지에 있어서 오늘날의 최상의 온도계 만큼 약 40배 정도 민감하여 3미터 거리에서 있는 사람에서 방출되는 열을 감지할 수 있었습니다.

최초로이라고 불리는 것은 1840년에, 적외선 발견자의 아들이자 유명한 천문학자인, John Herschel경의 연구결과로 가능해 졌습니다. 집중된 열 패턴에 노출되었을 때 얇은 기름막의 차등 발산에 기초하여 열화상은 유막의 간섭 효과가 이미지를 가시적으로 만드는 반사광에 의해 나타날 수 있었습니다. John Herschel경은 또한 '열 측정 그래프'라고 그가 칭했던 최초의 열화상을 종이에 기록하는데 성공했습니다.

10399003.a2



그림 32.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

적외선 탐지기의 민감도는 매우 느리게 향상되었습니다. 또 다른 주요한 발견은 1980년 Langley의 저항 방사밀계의 발명이었습니다. 이것은 적외선이 집중되면 민감한 검류계가 반응하는 휘스톤 브리지 회로(Wheatstone bridge circuit)의 한 쪽에 연결된 얇은 검은색 플라티늄 끈으로 구성 있습니다. 이 기구는 약 400미터 거리에 있는 소에서 방출되는 열을 감지할 수 있었던 것으로 알려져 있습니다.

영국 과학자, James Dewar경은 최초로 저온 연구에서 액화 가스를 냉각제(-196°C (-320.8°F)의 온도의 액화 질소와 같은)로 도입했습니다. 1892년에 그는 액화 가스를 온종일 조정할 수 있는 독특한 진공 절연 용기를 발명했습니다. 뜨겁고 차가운 음료를 저장하는데 사용되는 '보온병'이 그의 발명에서 비롯된 것입니다.

1900년과 1920년 사이에 세계의 발명가들은 적외선을 '발견'했습니다. 많은 특허권이 사람, 무기, 항공기, 배 및 빙하 탐지기용으로 발행되었습니다. 현대적인 최초의 작동 시스템은 전쟁에 참여했던 국가들인 적외선의 군사적 이용에 전념했던 연구 프로그램을 가지고 있었던 1차세계대전(1914-18년) 동안 개발되기 시작했습니다. 이러한 프로그램에는 적 침투/감지, 원격 온도 감지, 보안 통신 및 '비행 어뢰' 감사를 위한 실험적인 시스템이 포함되어 있었습니다. 이 기간 동안 실험되었던 적외선 검색 시스템은 약 1.5km(0.94mils) 거리의 접근 중인 비행기 또는 300m(0.94mils) 이상의 거리에 있는 사람을 탐지할 수 있었습니다.

이 당시까지 구축된 가장 민감함 시스템은 모두 저항 방사계 아이디어의 변형 형태에 기초한 것이지만, 두 전쟁 사이의 기간 동안에 이미지 변환기 및 광양자 탐지기라는 두 가지 혁명적인 새로운 적외선 탐지기가 개발되었습니다. 처음에 이미지 전환기는 역사상 최초로 관찰자가 문자 그대로 '어둠에서 볼' 수 있었기 때문에 군사측에서 굉장한 관심을 받았습니다. 그러나 이미지 변환기의 감도는 근적외선 파장에 국한되었고 가장 흥미 있는 군사 대상체(예: 적군)는 적외선 검색 범으로 방사되어야 했습니다. 이러한 특징으로 관찰자의 위치가 유사 장비를 갖춘 적의 관찰자에게 노출될 위험이 있었기 때문에 이미지 변환기에 대한 군사적 관심이 결과적으로는 시들해졌다는 것은 설득력이 있습니다.

소위 '능동적인'(예: 검색 범이 작창된) 열 이미징 시스템은 2차세계대전(1939-45)에 이어 광범위한 비밀 군사 적외선 연구 프로그램을 극도로 민감한 광양자 탐지기에 가까운 '수동적인'(검색 범이 없는) 시스템 개발의 가능성을 촉진했습니다. 이 기간 동안 군사 비밀 규제는 완전하게 적외선 이미징 기술의 상태의 공표하지 못하도록 막았습니다. 이러한 비밀은 1950년대 중반에 서서히 막을 올리게 되고 그 때 부터 적합한 열 이미징 장치가 마침내 민간 과학 및 산업에 사용되기 시작했습니다.

33 열 측정 이론

33.1 머리말

적외선 방열 및 관련 열 측정 기술에 관한 내용은 적외선 카메라를 사용하는 사람들에게 아직도 생소할 수 있습니다. 이 부분에서는 열 측정 이론의 배경 지식에 관한 정보를 제공합니다.

33.2 전자기 스펙트럼

전자기 스펙트럼은 대역이라는 몇 개의 파장 영역으로 무작위로 분리되어 있는데, 이것은 방사선을 발생시키고 감지하는데 사용되는 방법으로 구분되어 있습니다. 전자기 스펙트럼의 다른 대역의 방사선에는 근본적인 차이가 없습니다. 모든 대역은 동일한 규칙의 적용을 받으며 파장 차이로 인해 몇 가지 차이가 있습니다.

10067803.a1

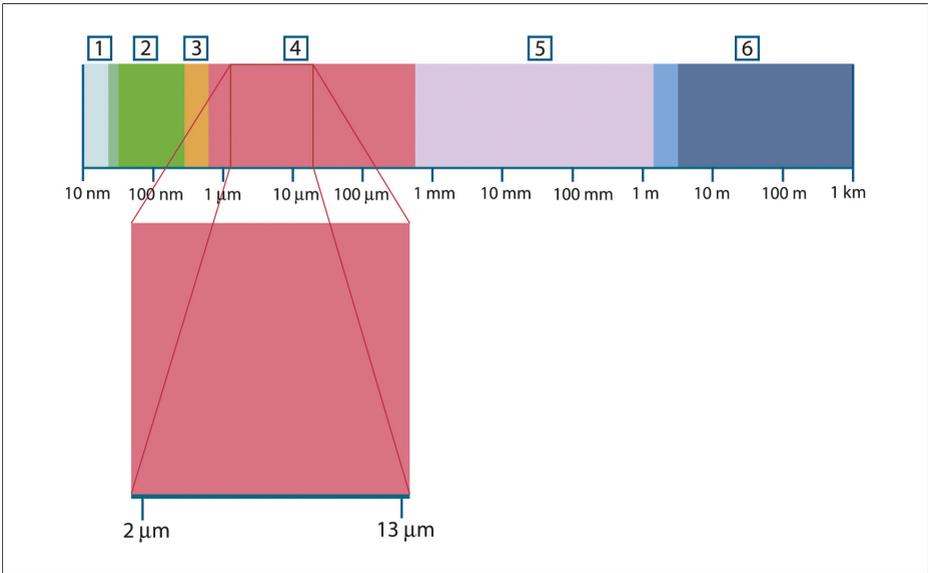


그림 33.1 전자기 스펙트럼 1: X-레이; 2: 자외선; 3: 가시선; 4: 적외선; 5: 극초단파; 6: 무선파

열 측정 기법은 적외선 스펙트럼 대역을 활용합니다. 단파장 끝에서 경계가 적색 스펙트럼 너머에 있어 육안으로 볼 수 없습니다. 장파장 끝에서 밀리미터 범위에 있는 극초단파 무선 파장과 합쳐집니다.

적외선 대역은 4가지 작은 대역으로 세분화되기도 하며, 각 대역의 경계선은 임의로 선택되곤 합니다. 4가지 대역에는 다음과 같습니다. 근적외선(0.75–3 μm), 중적외선(3–6 μm), 원적외선(6–15 μm) 및 극적외선(15–100 μm) 파장이 μm (마이크로미터) 단위이지만, 이 스펙트럼 영역에서 파장을 측정하는데 다른 단위(나노미터(nm)와 Ångström(Å))를 사용하기도 합니다.

다른 파장 측정 간의 관계는 다음과 같습니다.

$$10\,000\ \text{Å} = 1\,000\ \text{nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

33.3 흑체 방사

흑체는 파장의 종류에 관계 없이 충돌하는 모든 방사선을 흡수하는 물체로 정의됩니다. 복사 에너지를 방출하는 물체와 관련해서 분명하게 어울리지 않은 검정색은 키르히호프 법칙(*Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887의 이름에서 유래)으로 설명되는데, 이것은 어떠한 파장에서도 모든 방사선을 흡수할 수 있는 대상체를 의미합니다.

10398803.a1



그림 33.2 Gustav Robert Kirchhoff(1824–1887)

흑체의 구조는 이론적으로 매우 단순합니다. 불투명 흡입 물질로 구성된 등은 병목 조리개의 복사 에너지의 특징은 흑체의 속성과 거의 일치합니다. 완벽한 방사선 흡수기 구조에 대한 실질적인 이론의 응용은 양 측면 중 하나에 있는 조리개를 제외하고 빛이 새어 들지 않는 상자 구조로 구성되어 있습니다. 구멍을 통과하는 모든 방사선은 복사와 반사 과정을 반복하여 흡수되어 극소량만이 겨우 빠져나갈 수 있습니다. 조리개의 암흑 상태는 흑체와 거의 동일하며 모든 파장에 이상적입니다.

등은 병목에 적합한 히터를 갖추면 병목 방사기로 불립니다. 일정한 온도로 가열된 등은 병목은 오로지 병목 온도에 의해 결정된 특징을 가집니다. 그러한 병목 방사기는 일반적으로 FLIR Systems 카메라와 같은 열 측정 기기를 조정하는 실험실에서 온도 참조 표준의 복사 에너지원으로 사용됩니다.

흑체 방사선의 온도가 525°C 이상까지 증가하면, 복사 에너지 원이 보이기 시작하여 더 이상 검지 않은 눈으로 보입니다. 이것은 방사기의 초기 적색 열 온도로써 온도가 올라감에 따라 오렌지색 또는 황색이 됩니다. 실지로 이른바 물체의 색 온도는 흑체가 가열되어 동일한 외관을 가지게 되는 온도입니다.

이제는 흑체에서 방출되는 복사 에너지를 설명하는 세가지 식에 대해서 알아보시다.

33.3.1 플랑크의 법칙

10399203.a1



그림 33.3 Max Planck(1858-1947)

Max Planck (1858-1947)는 다음 공식을 이용하여 흑체에서 방출되는 복사 에너지의 스펙트럼 분산을 기술할 수 있었습니다.

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{hc/\lambda kT} - 1 \right)} \times 10^{-6} [Watt / m^2, \mu m]$$

여기서:

$W_{\lambda b}$	파장의 흑체 스펙트럼 복사 에너지 방출량
c	광속도 = 3×10^8 m/s
h	플랑크 상수 = 6.6×10^{-34} Joule sec.
k	볼츠만 상수 = 1.4×10^{-23} Joule/K
T	흑체의 절대 온도(K)
λ	파장(μm)

☛ 곡선의 스펙트럼 방출이 Watt/m², μm 로 표현되기 때문에 10⁻⁶ 계수를 사용합니다.

플랑크 공식에 따라 다양한 온도가 점선으로 그려집니다. 특정 플랑크 곡선을 따라서 분광 방출량은 $\lambda = 0$ 에서 제로(0)이고 λ_{\max} 파장에서 최대로 급속하게 증가했다가 통과한 후에 최장파에서 다시 제로(0)에 접근합니다. 온도가 높으면 높을수록 최대 곡선이 일어나는 파장은 짧습니다.

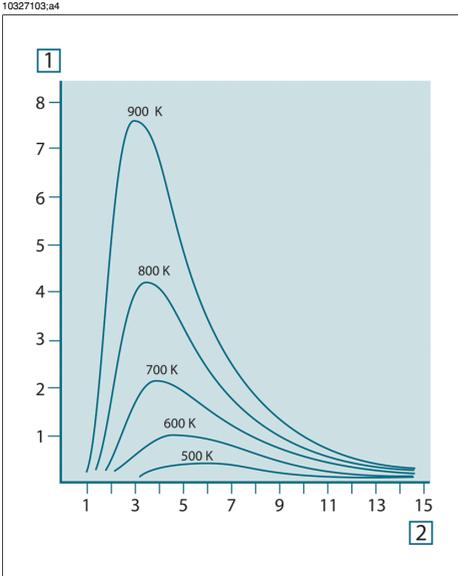


그림 33.4 플랑크 복사 공식에 따르면 흑체 분광 복사 에너지 방출량은 다양한 절대 온도에 따라 점으로 표시됩니다. 1: 분광 방출 스펙트럼 ($W/cm^2 \times 10^3(\mu m)$); 2: 파장 (μm)

33.3.2 Wien의 법칙

λ 에 대해 플랑크의 공식을 미분하여 최대값을 찾아냄으로써 다음 공식을 도출해냈습니다.

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T} [\mu m]$$

이것은 빈의 공식(*Wilhelm Wien, 1864–1928*에서 유래)으로 열 방사기의 온도가 증가함에 따라서 색상이 적색에서 노란색 또는 황색으로 변하는 공통된 관찰을 수학적으로 표현한 공식입니다. 색상의 파장은 λ_{\max} 식에서 계산된 것과 동일합니다. 주어진 흑체 온도 λ_{\max} 근사치 값은 근사치 $3\,000/T\mu m$ 을 적용하여 도출됩니다. 따라서 청백광을 방출하는 매우 뜨거운 시리우스(11 000 K)와 같은 행성은 0.27μ 의 파장으로 비가시 자외선 스펙트럼 내에서 발생하는 최고의 분광 방출량을 복사합니다.

10399403.a1

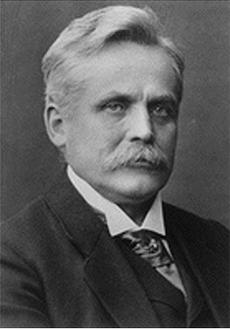


그림 33.5 Wilhelm Wien(1864-1928)

태양(약 6,000 K)은 가시 광선 스펙트럼의 중앙에서 0.5 μm 에 달하는 황색 광선을 방출합니다.

실내 온도(300 K)에서 최대 방사 방출량은 원적외선에서 9.7 μm 인 반면 액화 질소 온도(77 K)에서 거의 미미한 최대 복사 에너지 방출량은 극적외선 파장에서 38 μm 에서 일어납니다.

10327203.a4

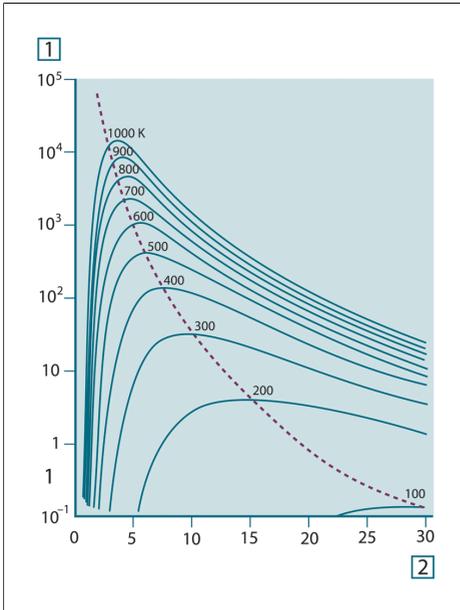


그림 33.6 플랑크 곡선은 모눈 종이 간격으로 100 K에서 1000 K까지 점으로 곡선을 그립니다. 점선은 Wien의 법칙에 의해 설명된 것처럼 각 온도에 최대 복사 에너지 방출량의 궤적을 나타냅니다. 1: 분광 복사 에너지 방출량(W/cm^2 (μm)); 2: 파장(μm)

33.3.3 스테판-볼츠만의 법칙

$\lambda = 0$ 에서 $\lambda = \infty$ 까지 플랑크의 공식을 통합하여 흑체의 전체 복사 에너지 방출량(W_b)을 도출했습니다.

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

이것은 스테판-볼츠만 공식(Josef Stefan, 1835-1893 과 Ludwig Boltzmann, 1844-1906에서 유래)으로써 흑체의 전체 방사력이 흑체의 절대 온도의 제4의 힘에 비례한다는 것을 기술하고 있습니다. 그래픽으로 볼 때 W_b 는 특정 온도에 있어서는 플랑크 곡선 아래의 영역을 나타냅니다. $\lambda = 0$ 에서 λ_{\max} 의 간격으로 방사 방출력이 전체의 25%에 불과하다는 것을 볼 수 있으며 이것은 가시 광선 스펙트럼 내에 있는 태양의 복사 에너지의 양을 나타냅니다.

10399303.a1

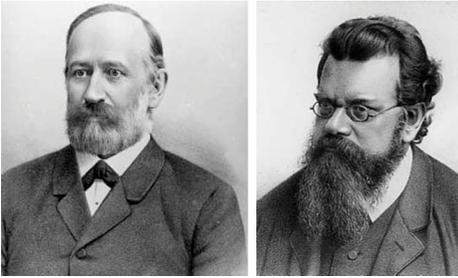


그림 33.7 Josef Stefan(1835-1893)과 Ludwig Boltzmann(1844-1906)

스테판-볼츠만 공식을 사용하여 300 온도의 약 2m^2 의 외부 표면 영역으로 인체의 복사 에너지를 계산함으로써 1kW 가 도출되었습니다. 이러한 에너지의 손실은 인체 온도로부터 크게 변하지 않는 실내 온도에서 주변 표면으로부터 방사선의 보상 흡수가 없다면 유지되지 않습니다.

33.3.4 비흑체 방출기

지금까지, 흑체 방사기와 흑체 복사 에너지에 대해서 논의했습니다. 그러나, 실제 물체는 거의 특정 분광 간격에서는 흑체의 작용에 근접함에도 불구하고 확장된 파장 영역에 있어서는 이러한 법칙이 결코 일치하지 않습니다. 예를 들어 특정 종류의 백색 페인트는 가시 광선 스펙트럼에서 완벽하게 백색으로 나타나지만, 약 $2\mu\text{m}$ 에서는 뚜렷하게 회색으로 $3\mu\text{m}$ 이상에서는 거의 검은색으로 나타납니다.

실제 물체가 흑체처럼 작용하지 못하도록 발생할 수 있는 세 가지 프로세스가 있습니다. 우연히 소량의 적외선 α 가 흡수될 수 있습니다. 또한 소량 ρ 은 반사되고 소량 τ 는 복사됩니다. 이러한 모든 인수들이 다소 파장 의존적이기 때문에 기호 λ 는 정의에 따라 분광 의존성을 암시하는데 사용됩니다. 따라서

- 분광 흡수율 α_λ = 물체에 흡수된 분광 복사 에너지와 입사된 복사 에너지의 비율

- 분광 반사율 ρ_λ = 물체에서 반사된 분광 복사 에너지와 입사된 복사 에너지의 비율
- 분광 방출량 τ_λ = 물체를 통해 방출된 분광 복사 에너지와 입사된 복사 에너지의 비율

이러한 세 가지 인수의 총 합은 항상 모든 파장에서 합해져서 다음과 같은 하나의 관계식을 도출할 수 있습니다.

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

불투명 재질의 경우 $\tau_\lambda = 0$ 이고 관계식은 다음과 같이 간단하게 정리할 수 있습니다.

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

이른바 또 다른 인수인 방사율은 특정 온도에서 물체에서 적외선 방출량의 소량 ϵ 을 설명하는데 필요합니다. 따라서, 다음과 같은 정의를 내릴 수 있습니다.

분광 방사율 ϵ_λ = 물체의 분광 복사 에너지와 동일한 온도 및 파장의 흑체의 분광 복사 에너지의 비율

수학적으로 표현하면, 이것은 물체의 분광 방출량과 흑체의 분광 방출량의 비율을 다음과 같이 표현할 수 있습니다.

$$\epsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

일반적으로 말해서, 방사선원에는 세 가지가 있으며, 각 방사선원의 분광 방출량이 파장에 따라 다르게 변하는 방식에 따라 구분됩니다.

- 흑체의 경우 $\epsilon_\lambda = \epsilon = 1$
- 흑체의 경우 $\epsilon_\lambda = \epsilon = 1$
- 선택적 방사기 ϵ 은 파장에 따라 다릅니다.

키르히호프 법칙에 따라 모든 물질에 있어서 몸체의 분광 방사율과 분광 흡수율은 모든 특정 온도 및 파장에서 동일합니다. 즉,

$$\epsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

이를 통해서 우리는 불투명 물질의 경우 ($\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

$$\epsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

반사율이 높은 물질의 경우 ϵ_λ 제로(0)에 가까워져서 거의 완벽한 반사 물질(예: 완전 거울)의 경우 다음과 같은 식을 도출할 수 있습니다.

$$\rho_\lambda = 1$$

회색체 방사기의 경우 스테판-볼츠만 공식은 다음과 같습니다.

$$W = \varepsilon\sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

이것은 회색체의 전체 방출 에너지가 회색체의 ε 값에 비례하여 감소된 동일한 온도의 흑체와 동일합니다.

10401203.a2

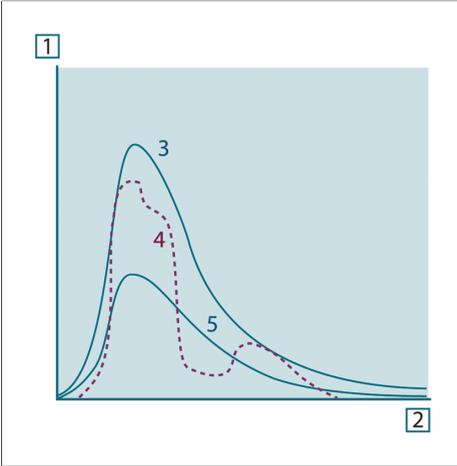


그림 33.8 세 가지 유형의 방사기의 분광 복사 방출량 **1**: 분광 복사 방출량; **2**: 파장; **3**: 흑체; **4**: 선택적 방사기; **5**: 회색체

10327303.a4

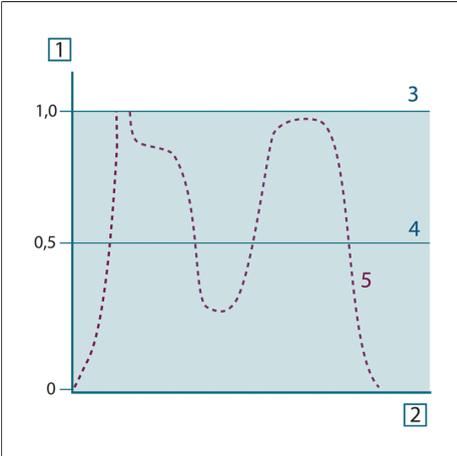


그림 33.9 세 가지 유형의 방사기의 분광 복사 방출량 **1**: 분광 복사 방출량; **2**: 파장; **3**: 흑체; **4**: 회색체; **5**: 선택적 방사기

33.4 적외선 반투명 물질

이제 비금속, 반투명 물질, 즉 일종의 플라스틱 소재의 두꺼운 평면 판이 있다고 가정해 봅시다. 판이 가열되는 경우 판에서 생성되는 방사선은 부분적으로 흡수된 물질을 통해 표면을 향해 작용합니다. 아울러 표면에 도달하면 일부는 실내로 반사됩니다. 다시 반사된 방사선은 부분적으로 다시 흡수되지만, 일부는 다른 표면에 도달하는데, 대부분은 통과하고 일부는 다시 반사됩니다. 진행 중인 반사가 약해짐에도 불구하고 흡수된 방사선은 계속 누적되어 판이 흡수한 전체 방출량이 됩니다. 결과적으로 기하학적으로 총합을 내면 반투명 판의 효과적인 방사율은 다음과 같이 도출됩니다.

$$\varepsilon_\lambda = \frac{(1 - \rho_\lambda)(1 - \tau_\lambda)}{1 - \rho_\lambda \tau_\lambda}$$

판이 불투명 질 때, 이 공식은 단일 공식은 다음과 같이 축소됩니다.

$$\varepsilon_\lambda = 1 - \rho_\lambda$$

이 마지막 관계식은 방사율을 직접 측정하는 것보다 반사율을 측정하는 것이 더 간편하므로 가장 편리한 관계식입니다.

34 측정 공식

이미 언급했던 것처럼 물체를 표시할 때 카메라는 물체 자체에서만 적외선을 받는 것은 아닙니다. 물체 표면을 통해 반사된 주변 환경으로부터 적외선을 모으기도 합니다. 이러한 두 가지 적외선 요인은 측정 경로에 대기에 의해서 어느 정도까지 약화되었습니다. 이것으로부터 대기 자체로부터 제3의 적외선 요인이 도출됩니다.

아래 그림으로 제시한 것처럼 이러한 측정 상황의 기술은 따라서 굉장히 사실적인 설명입니다. 간과되었던 것은 예를 들어 태양 광선이 대기에서 흩어지고 시야 각 밖의 강렬한 방사선원으로부터 방사선이 흐트릴 수 있다는 것입니다. 그러한 간섭은 다행히도 너무나 작아서 무시될 수 있는 대부분의 경우에 양화하기가 어렵습니다. 무시되지 않는 경우에 측정 구성은 간섭의 위험이 적어도 전문 조작자에게 명백한 그런 것일 가능성이 있습니다. 방향을 변경한다든지 강렬한 방사선원을 차단하는 등의 간섭을 피하기 위해 측정 상황을 수정하는 것은 이제 전문 조작자가 해야 할 일입니다.

위의 설명을 수증하면서 아래의 그림을 사용하여 조정된 카메라 출력으로부터 물체 온도의 계산을 위한 공식을 도출해 낼 수 있습니다.

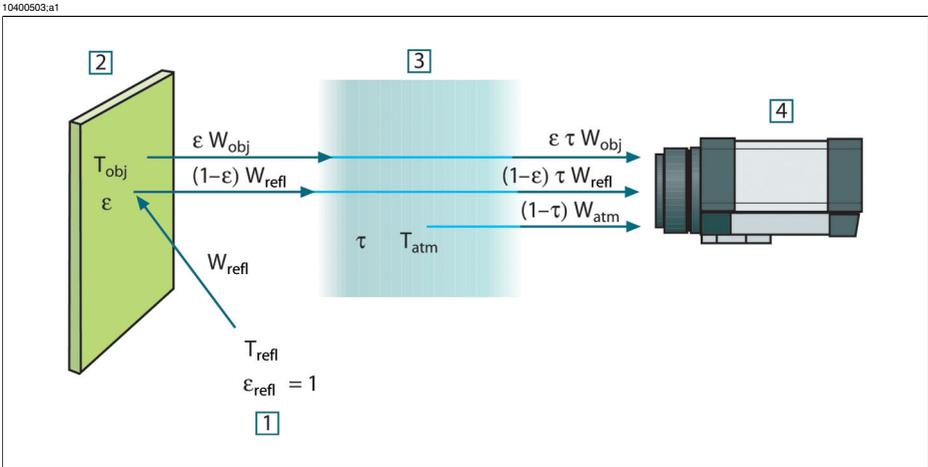


그림 34.1 일반 열 측정 상황의 개략적 재현 1: 주변 환경; 2: 물체; 3: 대기; 4: 카메라

단거리상에서 흑체 온도인 T_{source} 으로부터 수신된 방사력 W 은 카메라 출력 신호 U_{source} 를 발생시키는데 이것은 전원 출력(전력 선형 카메라)에 비례합니다. 우리는 등식 1을 다음과 같이 쓸 수 있습니다.

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

또는 단순한 표기법을 사용하면 다음과 같습니다.

$$U_{source} = CW_{source}$$

여기서 **C**는 상수입니다.

방사선원은 방출량 ϵ 을 가진 회색체라고 가정하면, 수신된 방사선은 결과적으로 ϵW_{source} 이 될 수 있습니다.

이제는 세 가지 수신된 방사선력 용어를 다음과 같이 쓰는 일만 남았습니다.

1 - 물체 방출 = $\epsilon\tau W_{obj}$, 여기서 ϵ 는 물체의 방출량이고 τ 는 대기의 방출량입니다. 물체 온도는 T_{obj} 입니다.

2 - 주변 방사원으로부터 반사된 방출 = $(1 - \epsilon)\tau W_{refl}$, 여기서 $(1 - \epsilon)$ 는 물체의 반사입니다. 주변 방사원은 온도 T_{refl} 를 가집니다.

온도 T_{refl} 는 물체 표면의 점에서 보여지는 반구 내에서 방출하는 표면에서 동일합니다. 물론, 이것은 때때로 실제 상황을 단순화시킨 것입니다. 하지만 작업 공식을 도출하기 위해 단순화가 필요합니다. 그리고 T_{refl} , 즉 이론적으로 복잡한 주변의 유효 온도를 나타내는 값이 주어질 수 있습니다.

주변에 대한 방출량 = 1이라고 가장하고 있음을 유의하십시오. 이것은 Kirchhoff의 법칙에 따르면 올바릅니다. 주변 표면에 영향을 미치는 모든 적외선이 결국 동일 표면에 흡수됩니다. 따라서 방출량 = 1입니다(최신 논의에는 물체 주위의 완벽한 구를 고려해야 합니다).

3 - 대기 방출 = $(1 - \tau)\tau W_{atm}$ 이고, $(1 - \tau)$ 은 대기의 방출량입니다. 대기 온도는 T_{atm} 입니다.

전체 수신 방사력은 다음과 같이 쓸 수 있습니다(등식 2).

$$W_{tot} = \epsilon\tau W_{obj} + (1 - \epsilon)\tau W_{refl} + (1 - \tau)W_{atm}$$

각 항에 등식 1의 상수 **C**를 곱하고 동일한 등식에 상응하는 **U**를 사용하여 **CW** 곱셈식을 대체하여 다음 등식 3을 얻을 수 있습니다.

$$U_{tot} = \epsilon\tau U_{obj} + (1 - \epsilon)\tau U_{refl} + (1 - \tau)U_{atm}$$

U_{obj} (등식 4)를 사용하여 등식 3을 풀니다.

$$U_{obj} = \frac{1}{\epsilon\tau} U_{tot} - \frac{1 - \epsilon}{\epsilon} U_{refl} - \frac{1 - \tau}{\epsilon\tau} U_{atm}$$

이것은 모든 FLIR Systems 열 측정 기기에 사용되는 일반 측정 공식입니다. 공식의 전압은 다음과 같습니다.

그림 34.2 전압

U_{obj}	흑체 온도 T_{obj} 에 대한 측정된 카메라 출력 전압입니다. 예를 들어, 실제 요구되는 물체 온도로 곧바로 변환할 수 있는 전압입니다.
U_{tot}	실제의 경우 측정된 카메라 출력 전압입니다.
U_{refl}	조정에 따라 흑체 온도 T_{refl} 에 대한 이론적인 카메라 출력 전압입니다.
U_{atm}	조정에 따라 흑체 온도 T_{atm} 에 대한 이론적인 카메라 출력 전압입니다.

사용자가 조정을 위한 매개변수 값의 수를 제공해야 합니다.

- 물체 방출량 ϵ ,
- 상대 습도
- T_{atm}
- 물체 거리 (D_{obj})
- 물체 주변의 온도(유효) 또는 반사 주변 온도 T_{refl}
- 대기 온도 T_{atm}

실제의 경우에 대한 방출량 및 대기 방출의 정확한 값을 찾기가 쉽지 않기 때문에 이러한 작업은 사용자에게 종종 어려울 수 있습니다. 주변에 크고 강한 방사원이 없으면 두개의 온도는 일반적으로 문제가 되지 않습니다.

이러한 연결에서 일반적인 질문은 다음과 같습니다. 해당 매개변수의 올바른 값을 아는 것이 중요합니까? 일부 다른 측정 사례를 검토해 봄으로써 이미 존재하는 이러한 문제점을 인식하고 세 가지 방사선 용어의 상대적 중요도를 비교하는 것은 매우 흥미롭습니다. 매개변수의 값을 정확하게 사용하는 것이 중요함을 알려 줍니다.

아래 그림은 세 가지 방사선의 상대적 중요도가 다른 세 개의 물체 온도, 두 개의 방출량 및 두 개의 스펙트럼 범위 (SW 및 LW)에 어떻게 영향을 미치는지를 설명합니다. 남아 있는 매개변수는 다음과 같이 고정값을 가집니다.

- $\tau = 0.88$
- $T_{refl} = +20^{\circ}\text{C}$
- $T_{atm} = +20^{\circ}\text{C}$

'방해' 방사원이 상대적으로 처음 경우에 더 강하게 나타나므로 낮은 물체 온도의 측정이 높은 온도를 측정하는 것 보다 더 중요합니다. 또한 물체 방출량이 낮은 경우 상황이 더 어려워질 수 있습니다.

이제는 이른바 외삽이라는 최고 조정점 위의 조정 곡선의 사용의 중요도에 대한 질문에 답해야 합니다. 어떤 경우에 $U_{tot} = 4.5$ 볼트로 측정되었다고 가정해 봅시다. 카메라에 대한 최고 조정점은 실제로 4.1볼트였습니다. 따라서 물체에 흑체가 나타났을지라도(예: $U_{obj} = U_{tot}$) 4.5볼트를 온도로 변환 시 실제로 조정 곡선의 외삽을 수행합니다.

이제 물체가 검정색이 아니며 방출량이 0.75이고 방출이 0.92라고 가정해 봅시다. 또한 등식 4의 두개의 두 번째 항이 모두 0.5볼트라고 가정할 수 있습니다. 등식 4에 의한 U_{obj} 계산 결과는 $U_{obj} = 4.5 / 0.75 / 0.92 - 0.5 = 6.0$ 입니다. 비디오 증폭기가 최대 5볼트라고 생각할 때 다소 극단적인 외삽입니다. 어쨌던 조정 곡선의 응용은 전기나 다른 제약 사항이 존재하지 않는다는 이론적인 절차를 유의해야 합니다. 카메라에 신호 제약이 없고 5볼트 이상 조정될 수 있는 경우 조정 알고리즘이 FLIR Systems 알고리즘과 같이 방시 물리학에 기초를 두고 있는 이상 곡선이 4.1볼트를 넘어 외삽된 실제 곡선과 아주 비슷했을 것이라고 믿습니다. 물론 외삽에 대한 제한이 있습니다.

10400603.a2

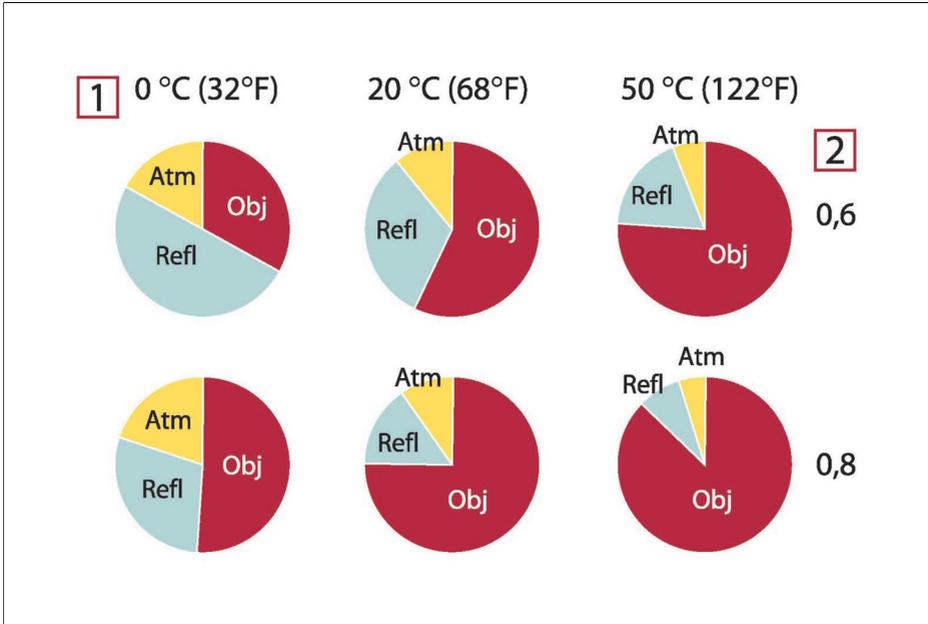


그림 34.3 다양한 측정 조건 하에서 방사원의 상대적 중요도(SW 카메라). 1: 물체 온도; 2: 방출량; Obj: 물체 방사; Refl: 반사된 방사; Atm: 대기 방사. 고정 매개변수: $\tau = 0.88$; $T_{refl} = 20^{\circ}\text{C}$; $T_{atm} = 20^{\circ}\text{C}$.

10400703.a2

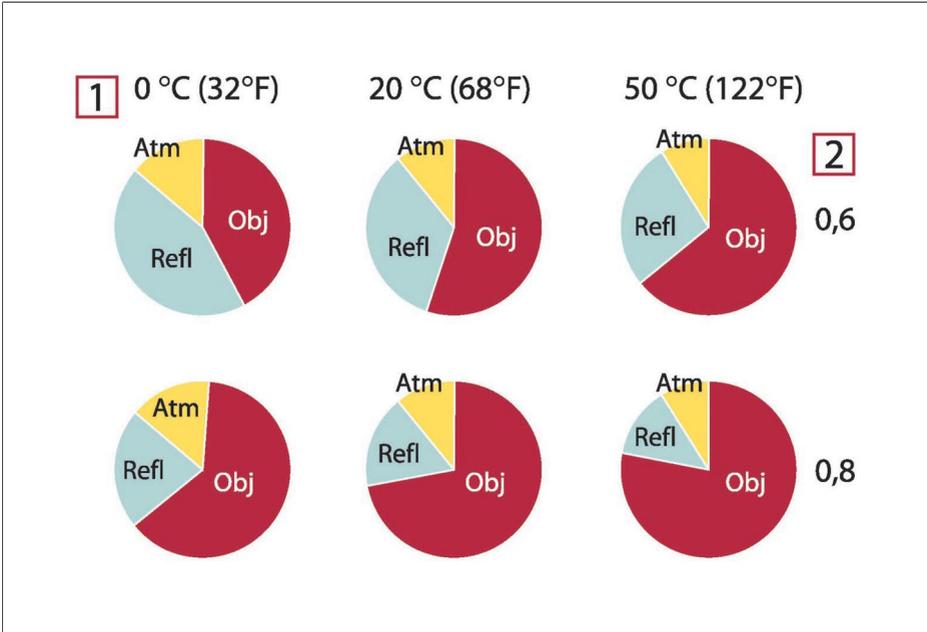


그림 34.4 다양한 측정 조건 하에서 방사원의 상대적 중요도(LW 카메라). 1: 물체 온도; 2: 방출량; Obj: 물체 방사; Refl: 반사된 방사; Atm: 대기 방사. 고정 매개변수: $\tau = 0.88$; $T_{refl} = 20^{\circ}\text{C}$; $T_{atm} = 20^{\circ}\text{C}$.

35

방사율 표

이 단원에서는 FLIR Systems에 의해 수행된 적외선 조사 자료 및 측정으로부터 방사율 데이터를 편집하여 제시합니다.

35.1

참조 문헌

1	Mikaél A. Bramson: <i>Infrared Radiation, A Handbook for Applications</i> , Plenum press, N.Y.
2	William L. Wolfe, George J. Zissis: <i>The Infrared Handbook</i> , Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3	Madding, R. P.: <i>Thermographic Instruments and systems</i> . Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4	William L. Wolfe: <i>The Infrared Handbook</i> , Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5	Jones, Smith, Probert: <i>External thermography of buildings...</i> , Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6	Paljak, Pettersson: <i>Thermography of Buildings</i> , Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7	Vlcek, J: <i>Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$</i> . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8	Kern: <i>Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites</i> , Defence Documentation Center, AD 617 417.
9	Öhman, Claes: <i>Emittansmätningar med AGEMA E-Box</i> . Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10	Mattei, S., Tang-Kwor, E: <i>Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C</i> .
11	Lohrengel & Todtenhaupt(1996)
12	ITC Technical publication 32.
13	ITC Technical publication 29.

35.2

방사율 표에 대한 중요한 사항

아래 표의 방사율 값은 단파(SW) 카메라를 사용하여 기록된 것입니다. 이 값은 권장 사항일 뿐이며 주의하여 사용해야 합니다.

35.3 표

그림 35.1 T: 전체 스펙트럼; SW: 2-5 μm ; LW: 8-5 μm ; LW: 6.5-5 μm ; LW: 물질; 2: 조건; 3: 온도(섭씨); 4: 스펙트럼; 5: 방사율; 6: 참조 문헌

1	2	3	4	5	6
3M 유형 35	비닐 전기 테이프 (색상 다양)	< 80	LW	약 0.96	13
3M 유형 88	검정 비닐 전기 테이프	< 105	LW	약 0.96	13
3M 유형 88	검정 비닐 전기 테이프	< 105	MW	< 0.96	13
3M 유형 Super 33+	검정 비닐 전기 테이프	< 80	LW	약 0.96	13
Krylon Ultra-flat black 1602	단조로운 검정색	실내 온도 최고 175	LW	약 0.96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	단조로운 검정색	실내 온도 최고 175	MW	약 0.97	12
Nextel Velvet 811-21 Black	단조로운 검정색	-60-150	LW	> 0.97	10 및 11
가죽	무두질 처리		T	0.75-0.80	1
고무	거친 회색 소프트	20	T	0.95	1
고무	하드	20	T	0.95	1
광택 오일	0.025mm 필름	20	T	0.27	2
광택 오일	0.050mm 필름	20	T	0.46	2
광택 오일	0.125mm 필름	20	T	0.72	2
광택 오일	Ni base 필름 Ni base만	20	T	0.05	2
광택 오일	두꺼운 코팅 처리	20	T	0.82	2
구리	강산화 처리	20	T	0.78	2
구리	공업용 광택	20	T	0.07	1
구리	공업용 마감 처리	27	T	0.03	4
구리	기계 마감 처리	22	T	0.015	4
구리	마감 처리	50-100	T	0.02	1
구리	마감 처리	100	T	0.03	2

1	2	3	4	5	6
구리	산화 처리	50	T	0.6-0.7	1
구리	산화 처리, 검정색	27	T	0.78	4
구리	스크레이프 처리	27	T	0.07	4
구리	전해질 마감 처리	-34	T	0.006	4
구리	전해질 마감 처리	80	T	0.018	1
구리	정제된 표면 처리	22	T	0.008	4
구리	주조 처리	1100-1300	T	0.13-0.15	1
구리	흑색 산화 처리		T	0.88	1
금	고급 마감 처리	100	T	0.02	2
금	마감 처리	200-600	T	0.02-0.03	1
금	마감 처리	130	T	0.018	1
금강사	거친	80	T	0.85	1
나무		17	SW	0.98	5
나무		19	LLW	0.962	8
나무	다른 4가지 종류의 소나무	70	LW	0.81-0.89	9
나무	다른 4가지 종류의 소나무	70	SW	0.67-0.75	9
나무	미처리된 합판	20	SW	0.83	6
나무	부드럽고 마른 합판	36	SW	0.82	7
나무	연삭 처리		T	0.5-0.7	1
나무	축축한 흰색	20	T	0.7-0.8	1
나무	평면	20	T	0.8-0.9	1
나무	평평한 오크	20	T	0.90	2
나무	평평한 오크	70	LW	0.88	9
나무	평평한 오크	70	SW	0.77	9
납	200 C에서 산화 처리	200	T	0.63	1
납	광택	250	T	0.08	1

1	2	3	4	5	6
납	비산화, 마감 처리	100	T	0.05	4
납	회색 산화 처리	20	T	0.28	1
납	회색 산화 처리	22	T	0.28	4
눈: 물 참조					
니켈	600 C에서 산화 처리	200-600	T	0.37-0.48	1
니켈	공업 정제 마감 처리	100	T	0.045	1
니켈	공업 정제 마감 처리	200-400	T	0.07-0.09	1
니켈	마감 처리	122	T	0.045	4
니켈	마감 처리된 전기 도금 철	20	T	0.11-0.40	1
니켈	마감 처리된 전기 도금 철	22	T	0.045	4
니켈	마감 처리된 전기 도금 철	22	T	0.11	4
니켈	밝은 매트 처리	122	T	0.041	4
니켈	산화 처리	200	T	0.37	2
니켈	산화 처리	227	T	0.37	4
니켈	산화 처리	1227	T	0.85	4
니켈	와이어	200-1000	T	0.1-0.2	1
니켈	전기 도금, 마감 처리	20	T	0.05	2
니켈	전해질 처리	22	T	0.04	4
니켈	전해질 처리	38	T	0.06	4
니켈	전해질 처리	260	T	0.07	4
니켈	전해질 처리	538	T	0.10	4
니크롬	모래 분사 처리	700	T	0.70	1
니크롬	산화 처리 와이어	50-500	T	0.95-0.98	1
니크롬	압연 처리	700	T	0.25	1

1	2	3	4	5	6
니크롬	정제 와이어	50	T	0.65	1
니크롬	정제 와이어	500-1000	T	0.71-0.79	1
래커	3가지 색을 뿌린 알루미늄	70	LW	0.92-0.94	9
래커	3가지 색을 뿌린 알루미늄	70	SW	0.50-0.53	9
래커	거친 검정색	40-100	T	0.96-0.98	1
래커	검정색 매트	100	T	0.97	2
래커	광택있는 검정색 을 뿌린 철	20	T	0.87	1
래커	내열성	100	T	0.92	1
래커	베이크라이트	80	T	0.83	1
래커	알루미늄의 거친 면	20	T	0.4	1
래커	흰색	40-100	T	0.8-0.95	1
래커	흰색	100	T	0.92	2
마그네슘		22	T	0.07	4
마그네슘		260	T	0.13	4
마그네슘		538	T	0.18	4
마그네슘	마감 처리	20	T	0.07	2
마그네슘 분말			T	0.86	1
모래			T	0.60	1
모래		20	T	0.90	2
몰리브덴		600-1000	T	0.08-0.13	1
몰리브덴		1500-2200	T	0.19-0.26	1
몰리브덴	필라멘트	700-2500	T	0.1-0.3	1
몰타르		17	SW	0.87	5
몰타르	건식	36	SW	0.94	7
물	눈		T	0.8	1
물	눈	-10	T	0.85	2

1	2	3	4	5	6
물	두꺼운 서리가 낀 얼음	0	T	0.98	1
물	매끈한 얼음	-10	T	0.96	2
물	매끈한 얼음	0	T	0.97	1
물	서리가 낀 크리스탈	-10	T	0.98	2
물	증류	20	T	0.96	2
물	층 >0.1mm 두께	0-100	T	0.95-0.98	1
바니시	오크 쪽모이 세공 마루	70	LW	0.90-0.93	9
바니시	오크 쪽모이 세공 마루	70	SW	0.90	9
바니시	평면	20	SW	0.93	6
백금		17	T	0.016	4
백금		22	T	0.03	4
백금		100	T	0.05	4
백금		260	T	0.06	4
백금		538	T	0.10	4
백금		1000-1500	T	0.14-0.18	1
백금		1094	T	0.18	4
백금	리본	900-1100	T	0.12-0.17	1
백금	와이어	50-200	T	0.06-0.07	1
백금	와이어	500-1000	T	0.10-0.16	1
백금	와이어	1400	T	0.18	1
백금	정제 마감 처리	200-600	T	0.05-0.10	1
벽돌	거친 적색	20	T	0.88-0.93	1
벽돌	광택 처리된 다이아스 규토	1100	T	0.85	1
벽돌	광택 처리하지 않은 다이아스 규토	1000	T	0.80	1

1	2	3	4	5	6
벽돌	규선석, 33% SiO ₂ , 64% Al ₂ O ₃	1500	T	0.29	1
벽돌	규토, 95% SiO ₂	1230	T	0.66	1
벽돌	내화 벽돌	17	SW	0.68	5
벽돌	내화성, 강 방사성	500-1000	T	0.8-0.9	1
벽돌	내화성, 약 방사성	500-1000	T	0.65-0.75	1
벽돌	내화성 강옥	1000	T	0.46	1
벽돌	내화성 다이ना스 규토	1000	T	0.66	1
벽돌	내화성 마그네사 이트	1000-1300	T	0.38	1
벽돌	내화 점토	20	T	0.85	1
벽돌	내화 점토	1000	T	0.75	1
벽돌	내화 점토	1200	T	0.59	1
벽돌	방수성	17	SW	0.87	5
벽돌	석재	35	SW	0.94	7
벽돌	석재 석고	20	T	0.94	1
벽돌	알루미나	17	SW	0.68	5
벽돌	일반	17	SW	0.86-0.81	5
벽돌	일반 적색	20	T	0.93	2
벽지	연회색의 작은 무늬	20	SW	0.85	6
벽지	적색의 작은 무늬	20	SW	0.90	6
벽토		17	SW	0.86	5
벽토	거친 도장	20	T	0.91	2
벽토	미처리된 플라스틱 터보드	20	SW	0.90	6
사암	러프	19	LLW	0.935	8
사암	마감 처리	19	LLW	0.909	8
산화 니켈		500-650	T	0.52-0.59	1

1	2	3	4	5	6
산화 니켈		1000-1250	T	0.75-0.86	1
산화동	적색 분말		T	0.70	1
석고		20	T	0.8-0.9	1
석면	바닥 타일	35	SW	0.94	7
석면	분말		T	0.40-0.60	1
석면	슬레이트	20	T	0.96	1
석면	종이	40-400	T	0.93-0.95	1
석면	직물		T	0.78	1
석면	관	20	T	0.96	1
석회			T	0.3-0.4	1
섬유관	미처리된 다공성	20	SW	0.85	6
섬유관	압착한 목질 섬유관	70	LW	0.88	9
섬유관	압착한 목질 섬유관	70	SW	0.75	9
섬유관	입자관	70	LW	0.89	9
섬유관	입자관	70	SW	0.77	9
섬유관	하드, 미처리	20	SW	0.85	6
스테인레스	8% 니켈, 18% 크롬 합금	500	T	0.35	1
스테인레스	800 C에서 산화 처리된 18-8 유형	60	T	0.85	2
스테인레스	마감 처리된 판금	70	LW	0.14	9
스테인레스	마감 처리된 판금	70	SW	0.18	9
스테인레스	모래 분사 처리	700	T	0.70	1
스테인레스	비가공, 약간 스크래치가 있는 판금	70	LW	0.28	9
스테인레스	비가공, 약간 스크래치가 있는 판금	70	SW	0.30	9
스테인레스	압연 처리	700	T	0.45	1
스테인레스	연마된 18-8 유형	20	T	0.16	2

1	2	3	4	5	6
스티로폼	절연 처리	37	SW	0.60	7
아스팔트 포장		4	LLW	0.967	8
아연	400 C에서 산화 처리	400	T	0.11	1
아연	마감 처리	200-300	T	0.04-0.05	1
아연	산화 처리된 표면	1000-1200	T	0.50-0.60	1
아연	관금	50	T	0.20	1
아연 도금 철	강산화 처리	70	LW	0.85	9
아연 도금 철	강산화 처리	70	SW	0.64	9
아연 도금 철	광택 관금	30	T	0.23	1
아연 도금 철	산화 처리 관금	20	T	0.28	1
아연 도금 철	관금	92	T	0.07	4
알루미늄	강산화 처리	50-500	T	0.2-0.3	1
알루미늄	강풍화 처리	17	SW	0.83-0.94	5
알루미늄	거친 표면	20-50	T	0.06-0.07	1
알루미늄	마감 처리	50-100	T	0.04-0.06	1
알루미늄	마감 처리, 관금	100	T	0.05	2
알루미늄	마감처리된 관금	100	T	0.05	4
알루미늄	양극 처리, 검정 색, 거친 마감	70	LW	0.95	9
알루미늄	양극 처리, 검정 색, 거친 마감	70	SW	0.67	9
알루미늄	양극 처리, 연회 색, 거친	70	LW	0.97	9
알루미늄	양극 처리, 연회 색, 거친	70	SW	0.61	9
알루미늄	양극 처리 관금	100	T	0.55	2
알루미늄	울퉁불퉁한	27	3 μm	0.28	3
알루미늄	울퉁불퉁한	27	10 μm	0.18	3
알루미늄	진공 상태	20	T	0.04	2

1	2	3	4	5	6
알루미늄	질산(HNO ₃) 처리, 판금	100	T	0.05	4
알루미늄	판금, 각각 다른 방향으로 스크래치된 4개의 샘플	70	LW	0.03-0.06	9
알루미늄	판금, 각각 다른 방향으로 스크래치된 4개의 샘플	70	SW	0.05-0.08	9
알루미늄	폐기 처리	70	LW	0.46	9
알루미늄	폐기 처리	70	SW	0.47	9
알루미늄	포일	27	3 μm	0.09	3
알루미늄	포일	27	10 μm	0.04	3
알루미늄	표준, 판금	100	T	0.09	2
알루미늄	표준, 판금	100	T	0.09	4
알루미늄 산화물	정제 분말(알루미늄)		T	0.16	1
알루미늄 산화물	활성 분말		T	0.46	1
알루미늄 수산화물	분말		T	0.28	1
알루미늄 청동		20	T	0.60	1
얼음: 물 참조					
에나멜		20	T	0.9	1
에나멜	래커	20	T	0.85-0.95	1
에보나이트			T	0.89	1
은	마감 처리	100	T	0.03	2
은	정제 마감 처리	200-600	T	0.02-0.03	1
이산화동	분말		T	0.84	1
자기	광택나는 흰색		T	0.70-0.75	1
자기	광택 처리	20	T	0.92	1
적연		100	T	0.93	4
적연 분말		100	T	0.93	1

1	2	3	4	5	6
점토	내화성	70	T	0.91	1
종이	3가지 다른 종류의 광택나는 흰색	70	LW	0.88-0.90	9
종이	3가지 다른 종류의 광택나는 흰색	70	SW	0.76-0.78	9
종이	거친 검정색		T	0.94	1
종이	거친 검정색	70	LW	0.89	9
종이	거친 검정색	70	SW	0.86	9
종이	검정색		T	0.90	1
종이	검정색 래커로 코팅 처리		T	0.93	1
종이	녹색		T	0.85	1
종이	다른 4가지 색상	70	LW	0.92-0.94	9
종이	다른 4가지 색상	70	SW	0.68-0.74	9
종이	어두운 남색		T	0.84	1
종이	적색		T	0.76	1
종이	황색		T	0.72	1
종이	흰색	20	T	0.7-0.9	1
종이	흰색 본드	20	T	0.93	2
주석	광택 처리	20-50	T	0.04-0.06	1
주석	주석 판금 철	100	T	0.07	2
주석 도금 철	판금	24	T	0.064	4
첸	검정색	20	T	0.98	1
철, 주물	600 C에서 산화 처리	200-600	T	0.64-0.78	1
철, 주물	가공 처리	800-1000	T	0.60-0.70	1
철, 주물	마감 처리	38	T	0.21	4
철, 주물	마감 처리	40	T	0.21	2
철, 주물	마감 처리	200	T	0.21	1
철, 주물	미처리	900-1100	T	0.87-0.95	1

1	2	3	4	5	6
철, 주물	산화 처리	38	T	0.63	4
철, 주물	산화 처리	100	T	0.64	2
철, 주물	산화 처리	260	T	0.66	4
철, 주물	산화 처리	538	T	0.76	4
철, 주물	액화	1300	T	0.28	1
철, 주물	주괴	1000	T	0.95	1
철, 주물	주물	50	T	0.81	1
철 및 강철	강산화 처리	50	T	0.88	1
철 및 강철	강산화 처리	500	T	0.98	1
철 및 강철	거친 평면	50	T	0.95-0.98	1
철 및 강철	광택 산화층 판금	20	T	0.82	1
철 및 강철	광택 에칭 처리	150	T	0.16	1
철 및 강철	금강사로 작업	20	T	0.24	1
철 및 강철	냉간 압연 처리	70	LW	0.09	9
철 및 강철	냉간 압연 처리	70	SW	0.20	9
철 및 강철	마감 처리	100	T	0.07	2
철 및 강철	마감 처리	400-1000	T	0.14-0.38	1
철 및 강철	마감 처리된 판금	750-1050	T	0.52-0.56	1
철 및 강철	산화 처리	100	T	0.74	1
철 및 강철	산화 처리	100	T	0.74	4
철 및 강철	산화 처리	125-525	T	0.78-0.82	1
철 및 강철	산화 처리	200	T	0.79	2
철 및 강철	산화 처리	200-600	T	0.80	1
철 및 강철	산화 처리	1227	T	0.89	4
철 및 강철	심하게 녹슨 상태	17	SW	0.96	5
철 및 강철	심하게 녹슨 판금	20	T	0.69	2
철 및 강철	압연 처리	20	T	0.24	1
철 및 강철	압연 판금	50	T	0.56	1

1	2	3	4	5	6
철 및 강철	연삭 판금	950-1100	T	0.55-0.61	1
철 및 강철	열간 압연 처리	20	T	0.77	1
철 및 강철	열간 압연 처리	130	T	0.60	1
철 및 강철	적녹 상태	20	T	0.69	1
철 및 강철	적녹으로 덮힌 상태	20	T	0.61-0.85	1
철 및 강철	적녹 판금	22	T	0.69	4
철 및 강철	전신용 마감 처리	40-250	T	0.28	1
철 및 강철	전해질 마감 처리	175-225	T	0.05-0.06	1
철 및 강철	전해질 처리	22	T	0.05	4
철 및 강철	전해질 처리	100	T	0.05	4
철 및 강철	전해질 처리	260	T	0.07	4
청동	거친 다공 처리	50-150	T	0.55	1
청동	마감 처리	50	T	0.1	1
청동	분말		T	0.76-0.80	1
청동	인광 청동	70	LW	0.06	9
청동	인광 청동	70	SW	0.08	9
치장 벽토	거친 석회	10-90	T	0.91	1
콘크리트		20	T	0.92	2
콘크리트	건식	36	SW	0.95	7
콘크리트	러프	17	SW	0.97	5
콘크리트	보도	5	LLW	0.974	8
크롬	마감 처리	50	T	0.10	1
크롬	마감 처리	500-1000	T	0.28-0.38	1
타르			T	0.79-0.84	1
타르	종이	20	T	0.91-0.93	1
타일	광택 처리	17	SW	0.94	5
탄소	램프 그늘음	20-400	T	0.95-0.97	1
탄소	목탄 분말		T	0.96	1

1	2	3	4	5	6
탄소	캔들 탄소 분말	20	T	0.95	2
탄소	흑연 분말		T	0.97	1
탄소	흑연 줄 표면	20	T	0.98	2
텅스텐		200	T	0.05	1
텅스텐		600-1000	T	0.1-0.16	1
텅스텐		1500-2200	T	0.24-0.31	1
텅스텐	필라멘트	3300	T	0.39	1
티타늄	540 C에서 산화 처리	200	T	0.40	1
티타늄	540 C에서 산화 처리	500	T	0.50	1
티타늄	540 C에서 산화 처리	1000	T	0.60	1
티타늄	마감 처리	200	T	0.15	1
티타늄	마감 처리	500	T	0.20	1
티타늄	마감 처리	1000	T	0.36	1
판지	미처리	20	SW	0.90	6
페인트	8가지 다른 색과 품질	70	LW	0.92-0.94	9
페인트	8가지 다른 색과 품질	70	SW	0.88-0.96	9
페인트	검정색 플라스틱	20	SW	0.95	6
페인트	광택나는 검정색 오일	20	SW	0.92	6
페인트	남색 코발트		T	0.7-0.8	1
페인트	녹색 크롬		T	0.65-0.70	1
페인트	다양한 색상의 오일	100	T	0.92-0.96	1
페인트	단조로운 검정색 오일	20	SW	0.94	6
페인트	단조로운 검정색 오일	20	SW	0.96	6

1	2	3	4	5	6
페인트	단조로운 검정색 오일	20	SW	0.97	6
페인트	오일	17	SW	0.87	5
페인트	오일 기준 평균 16 색	100	T	0.94	2
페인트	제작 시기가 다른 알루미늄	50-100	T	0.27-0.67	1
페인트	황색 카드늄		T	0.28-0.33	1
페인트	흰색 플라스틱	20	SW	0.84	6
플라스틱	거친 구조물인 PVC, 플리스틱 마 루	70	LW	0.93	9
플라스틱	거친 구조물인 PVC, 플리스틱 마 루	70	SW	0.94	9
플라스틱	유리 섬유 접판 (circ. 판으로 표시)	70	LW	0.91	9
플라스틱	유리 섬유 접판 (circ. 판으로 표시)	70	SW	0.94	9
플라스틱	폴리에틸렌 절연 판	70	LW	0.55	9
플라스틱	폴리에틸렌 절연 판	70	SW	0.29	9
피부	인간	32	T	0.98	2
화강암	러프	21	LLW	0.879	8
화강암	러프, 4개의 다른 화강암	70	LW	0.77-0.87	9
화강암	러프, 4개의 다른 화강암	70	SW	0.95-0.97	9
화강암	마감 처리	20	LLW	0.849	8
화산암재	보일러	0-100	T	0.97-0.93	1
화산암재	보일러	200-500	T	0.89-0.78	1
화산암재	보일러	600-1200	T	0.76-0.70	1
화산암재	보일러	1400-1800	T	0.69-0.67	1

1	2	3	4	5	6
황동	80 그릿 금강사로 마감	20	T	0.20	2
황동	600 C에서 산화 처리	200-600	T	0.59-0.61	1
황동	거친 변색 처리	20-350	T	0.22	1
황동	고급 마감 처리	100	T	0.03	2
황동	금강사로 작업한 판금	20	T	0.2	1
황동	롤 판금	20	T	0.06	1
황동	마감 처리	200	T	0.03	1
황동	산화 처리	70	SW	0.04-0.09	9
황동	산화 처리	70	LW	0.03-0.07	9
황동	산화 처리	100	T	0.61	2
흑	건식	20	T	0.92	2
흑	습식	20	T	0.95	2

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML—the *eXtensible Markup Language*. For more information about XML, please visit <http://www.w3.org/XML/>

List of effective files

20235118.xml a11
20235218.xml a10
20235318.xml a9
20236718.xml a18
20237118.xml a6
20238518.xml a7
20238718.xml a6
20250418.xml a12
20254903.xml a62
20257018.xml a18
20257118.xml a6
20257318.xml a11
20273218.xml a9
20275218.xml a12
20279818.xml a5
20281018.xml a3
20283718.xml a6
20283818.xml a3
20283918.xml a3
20284018.xml a6
20284118.xml a6
20284218.xml a4
20284318.xml a4
20284418.xml a6
20284518.xml a4
20284718.xml a6
20284818.xml a3
20284918.xml a8
20285018.xml a2
20285118.xml a4
20285218.xml a2
20287318.xml a3
20288618.xml a1
20288718.xml a2
20292418.xml a1
20294918.xml a2
20295018.xml a2
20295318.xml a1
R110.rcp a6
config.xml a5



Corporate Headquarters

FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Avenue
Wilsonville, OR 97070
USA

Telephone: +1-800-727-3547
Website: <http://www.flir.com>