

열탐상기 활용 지침서

1990. 12.



한국산업안전공단
산업안전보건연구원
INDUSTRIAL SAFETY AND HEALTH RESEARCH INSTITUTE

머 리 말

산업발전의 급속한 성장과 아울러 화학공업이 고도로 발전되면서 장치산업이 거대화되고, 반도체등 첨단신소재 개발이 가속화되고 있는 실정이다. 따라서 화학공장등에서의 대형폭발, 화재와 위험물질등의 누출로 인한 사고가 증가되고 있다. 특히 이러한 사고는 거의 모두 열을 이용하는 산업에서 기인된다. 건축물의 보온에서 최첨단 산업인 반도체의 실험 및 개발에 이르기까지 철강, 금속, 전기, 전자, 기계, 자동차, 가스, 석유, 합성화학, 유리, 세멘트, 건축 및 환경분야까지 열 에너지를 사용하므로 열로 인한 사고는 계속 발생되고 있다.

당연구원(화학연구담당)에서는 이러한 산업재해를 예방하고 재해를 최소화하기 위하여 현재는 그 수가 적지만 앞으로 증가할 최첨단장비인 열탐상기를 활용하여 전기, 전자제품의 과열 및 냉각상태, 내화벽돌 단락여부, 각종배관의 유동상태, 불탱크등 저장탱크의 열누설관계 및 반도체등 신소재 개발공정등의 열적분포를 적외선을 이용한 최첨단 장비인 열탐상기를 사용하여 파악함으로써 사고를 사전에 예방하고자 열탐상기 활용지침서를 작성하였습니다.

본열탐상기 활용지침서는 표준시스템을 중심으로 작성하였으므로 각종장치 및 공정상의 열분포도를 쉽게 측정하여 산업현장의 열적문제점 파악을 용이하게 하였으며, 각종 물질의 방사율, 실제측정 데이터 등도 부록에 게재하였다. 따라서 본 자료가 산업안전보건의 현장에 종사하는 많은 실무자들에게 활용되기를 바랍니다.

1990. 11.30

여 백

차 례

I. 서론	5
1. 열탐상기 시스템	5
2. 기본 원리	6
3. 주요 용도	6
4. 활용 분야	6
5. 특 징	7
6. 열탐상기 시스템 구성	7
II. 기본이론	18
1. 복사이론의 원류	18
2. 열복사의 성질	20
3. 전자파와 광	21
4. 적외선.....	22
5. 흑체 복사	24
6. 실제표면에서의 복사	27
7. 적외선 방사	33
8. 적외선 센서와 응용	37
III. 조작 방법	39
1. 표준 시스템	39
2. 컴퓨터	75
3. 비디오 테이프 녹화	95
IV. 부 록	103

여 백

I. 서 론

1. 열탐상기 시스템

열탐상기 R은 세계에서 가장 먼저 현실적인 적외선영상 시스템 등 록상 표명이다. 1965년에 AGEMA Infrared Systems 사가 생산 한 적외선 주사 시스템으로서의 첫모델로 소개하였다.

열탐상기는 검출소자를 열전냉각하고 컴퓨터 해석프로그램 을 가지고 있다. 열전냉각은 적외선 주사기에 큰 이점을 가져 왔다. 스위치를 작동하면 바로 영상이 스크린에 나타나게 된다. 이것은 역시 현장에서나 실험실에서 매일 사용할 때는 상당히 유 용하다.

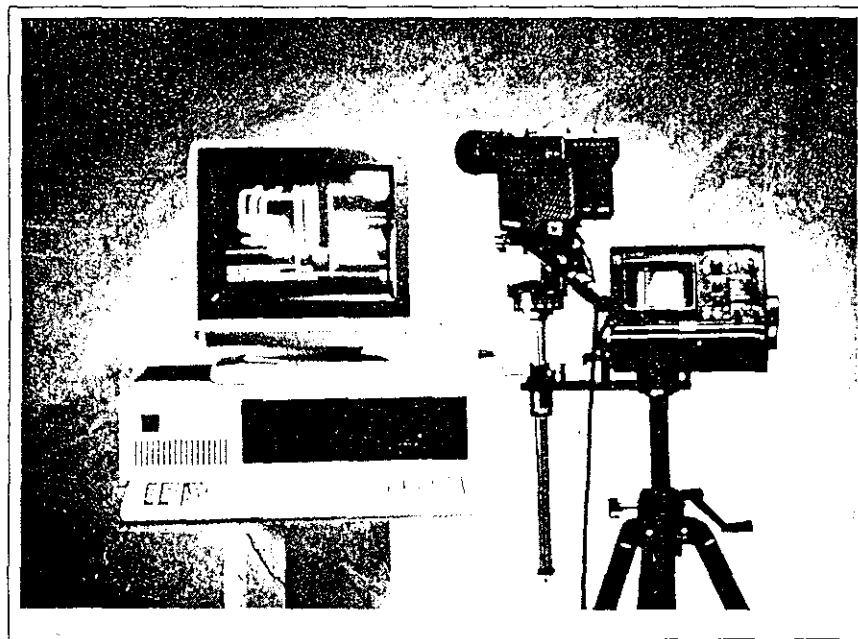


그림 1-1 전체 열탐상기 시스템

더 큰 장점은 검출기의 냉각에 사용되었던 액체질소를 취급할 필요가 없다는 것이다.

열탐상기는 사람이 휴대하여 운반하고, 이동형 운반차나 고정형 시스템으로도 사용되는 것이 높이 평가되며, 고도의 정밀측정과 영상분석능력이 포함된 화질로 설계되었다.

이 지침서는 열탐상기 시스템 사용법 및 그 사용에 의한 결과물을 간단히 나타내었다.

2. 기본원리

피관측 대상물체에서 발산되는 물체고유의 적외선 (IR) 에너지를 검출하여 물체 표면온도 및 물체표면의 열분포상태를 분석하는 장치로서 시각적으로 칼라로 온도 분포를 측정하며, 디지털로 측정 온도를 정확하게 판독한다. 또 컴퓨터와 칼라프린트를 이용하여 측정 온도 데이터를 기록 보존한다.

3. 주요 용도

- 1) 제품의 시험 및 개발
- 2) 품질관리, 공정관리, 예방정비 및 공장관리
- 3) 열관리 및 전력설비관리
- 4) 의료기기 등

4. 활용분야

- 1) 건축물 등에서의 보온상태 파악
- 2) 전기, 전자제품의 과열 및 냉각상태 파악

3) 화학공장에서의 열장치의 열누설관계 파악

(1) 불 탱크등의 누설관계 파악

(2) 스팀라인, 파이프라인 등의 누설관계 및 유동상태 점검 등

4) 로의 내화벽돌 단락관계 여부 파악

5) 열적분포를 이용하는 산업전반에 활용

(1) 철강 및 금속

(2) 전기전자 및 전력

(3) 기계 및 자동차

(4) 가스, 석유 및 합성화학

(5) 유리, 시멘트 및 건축

(6) 환경 등

5. 특 징

(1) 모니터상의 온도분포를 시각적인 칼라로 측정

(2) 디지털로 피관측 대상물체의 온도 판독

(3) VTR 컴퓨터와 칼라프린터로 데이터를 기록 보존

(4) 손쉽고 다양한 소프트웨어 채택

(5) 전자식 냉각방식 채택

(6) 정확한 온도측정 가능 및 영상처리 기능

(7) 연구, 개발 및 현장 사용 가능

6. 열탐상기 시스템 구성

1) 열탐상기의 시스템구성은 그림 1.2 와 그림 1.3 에 각각 나타내었으며, 그림 1.2 는 열탐상기 시스템 구성을 블록 선도로 표시하

였고 그림 1.3 은 전체 열탐상기 시스템 연결에 대하여 나타내었다.

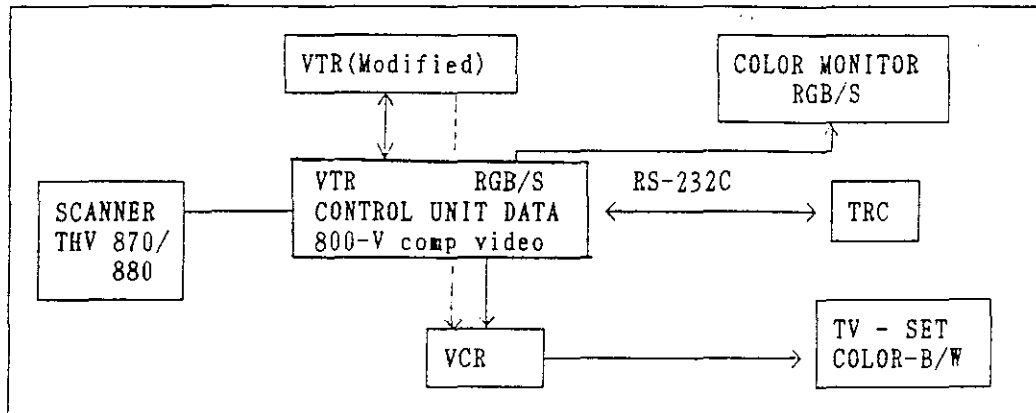


그림 1.2 열탐상기 블록선도

2) 적외선 주사기 (그림 1.4)

- 열전냉각되는 SPRITE 검출기
- 자동조절 작동기능에 대한 마이크로 처리장치
- 다른 주사감도에 따르는 3 개의 구경
- 2 개의 개별 필터위치
- 리모터 포크스 모터 출력
- 전면 고정렌즈, 클로우즈업 기능에 따른 편리한 이용
- 선택렌즈에 대한 베이어넛 피팅
- 분리 가능한 케이블
- 핸들과 띠

3) 디스플레이 유니트와 악세사리 (그림 1.5)

- 영상표식 조절유니트

- 측정온도에 대한 등온선
- 탁상용 컴퓨터에 대한 악세사리 출구
- 휴대용 컴퓨터에 대한 출력
- 시스템 비디오 테이프 녹화기

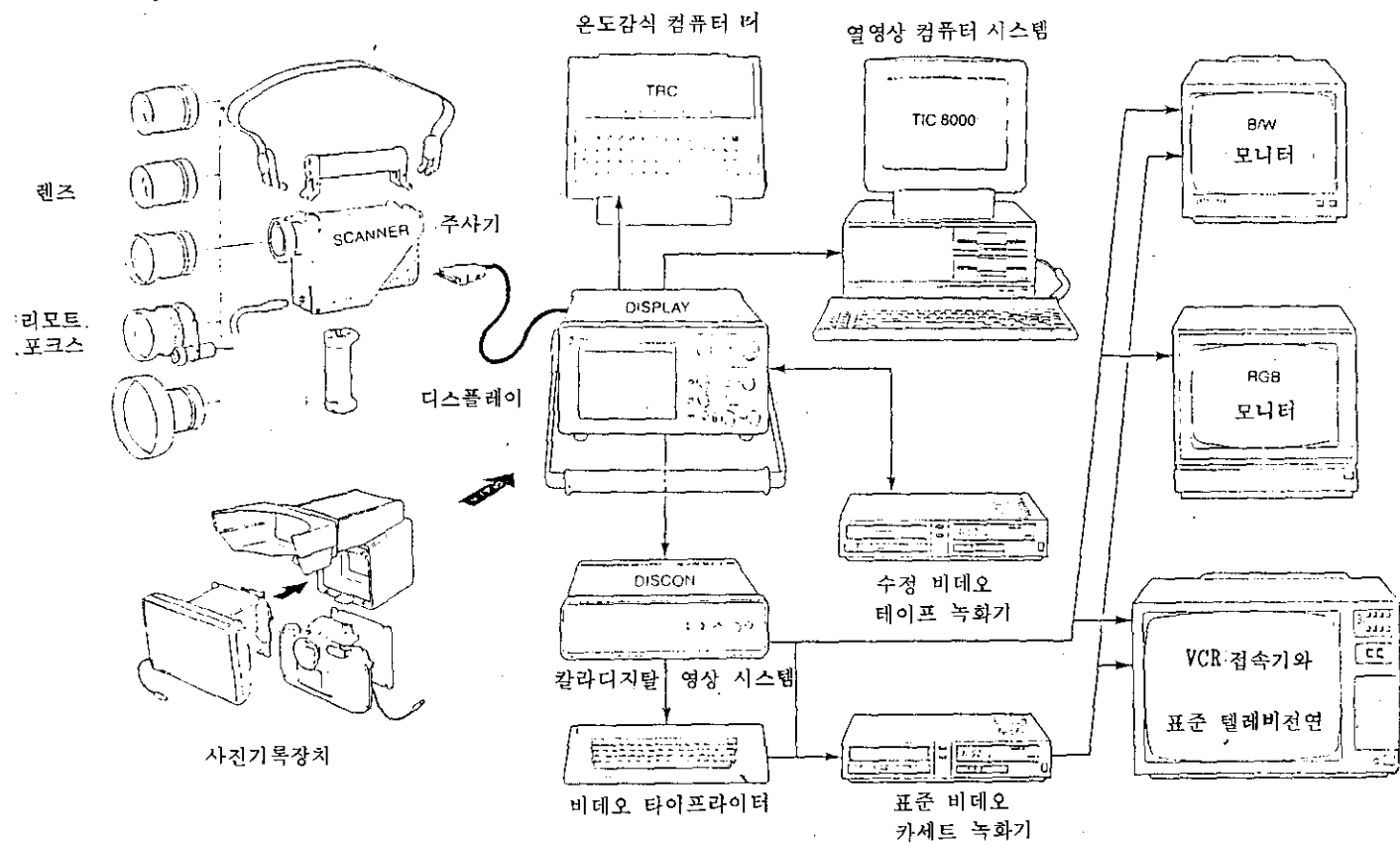


그림 1.3 열탐상기 전체배열

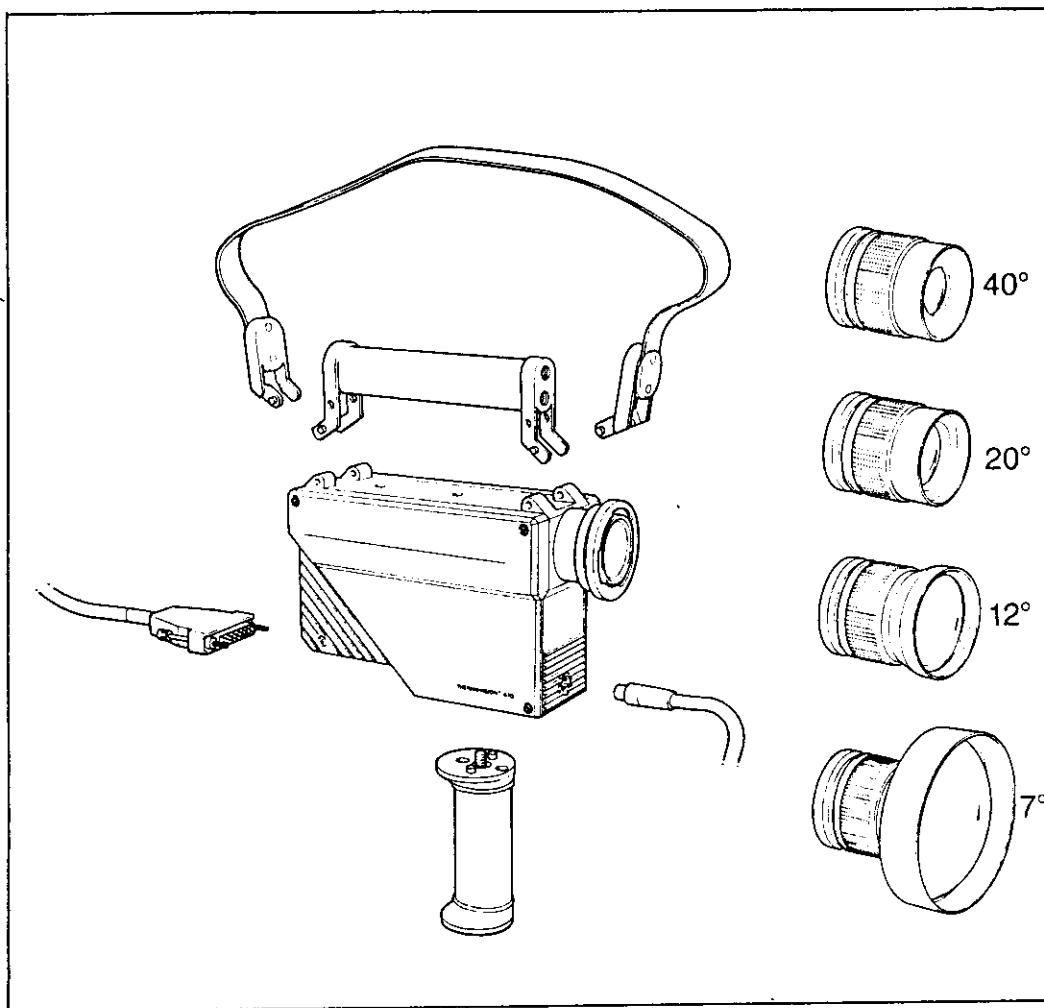


그림 1.4 적외선 주사기와 렌즈

- 온도감식 컴퓨터 (TRC)
 - 등온선의 지시온도
 - 저장 데이터

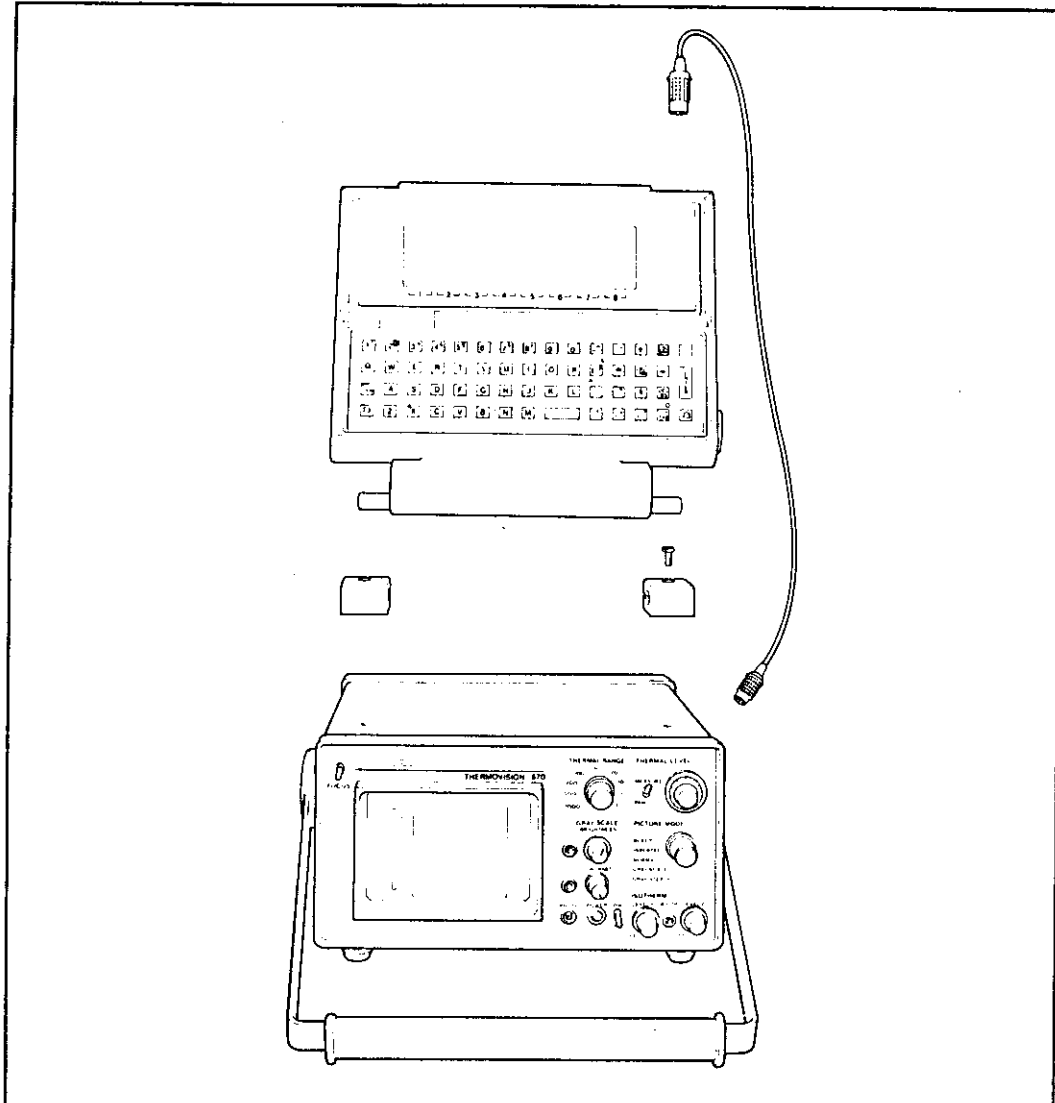


그림 1.5 디스플레이 유닛과 온도감식 컴퓨터 (TRC)

4) 흑백 영상기록 부착장치 (그림 1.6)

- 폴라로이드 카메라
- 35 mm 카메라

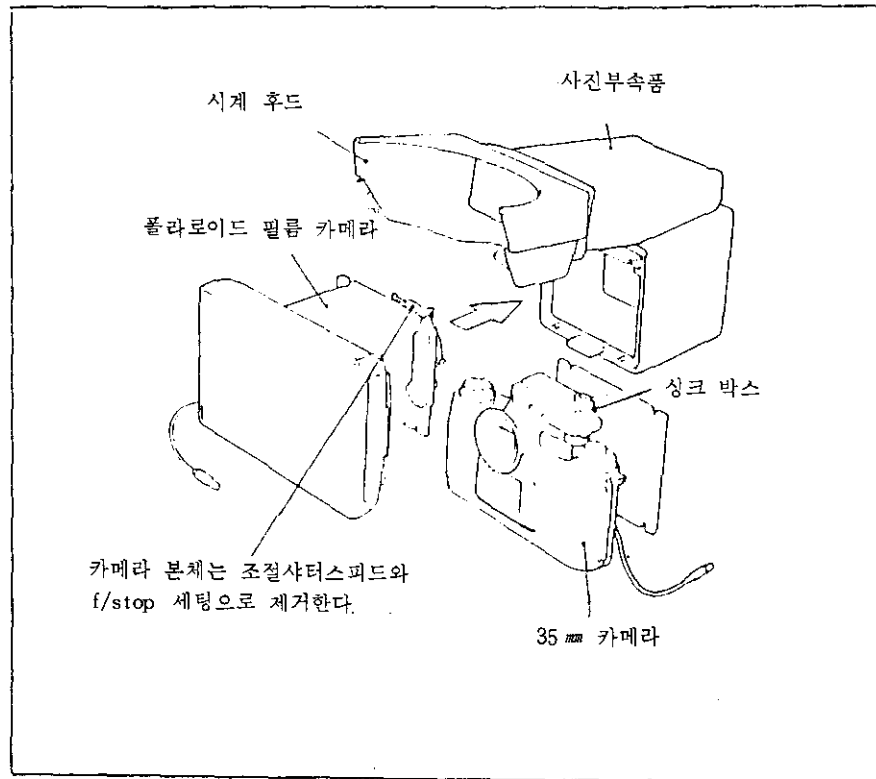


그림 1.6 영상기록 부착장치 (폴라로이드와 35 mm)

5) 칼라디지털영상 시스템 (DISCON)

- RGB 모니터
- 표준 텔레비전
- 흑백출력
- 영상고정

6) IBM PC 용 열영상 컴퓨터

생으로나 녹화테이프로부터 컴퓨터 시스템에 제공된 실제시간 :

- 칼라 혹은 흑백 영상분석
- 영상 정지화면
- 디스켓 혹은 하드디스크 저장
- 칼라그래픽 프린트기 인쇄
- 부분온도 및 온도분포
- 영역해석
- 영상감법
- 영상조작

7) 규 격

주 사 기	단 파
적외선 검출기	SPRITE, 열전기적으로 냉각되는 MCT
스펙트럼 응답	광역코팅 2 - 5 마이크로론으로의 SWB 해석
온도범위	- 20 ℃ 에서 500 ℃ (필터로 1500 ℃ 까지 확장)
전계주파수	25 Hz
선 주파수	2500 Hz
프레임/ 선	280 (펌번지 부여 4:1)
리솔루션 소자 / 선	90(50 % SRF)
구경	3 개, 외부에서 선택 가능
적외선 필터	2 개, 외부에서 선택 가능
NETD 감도	30 ℃ 의 피관측물체 온도에서 0.1 ℃
시스템 조작온도	-15 ℃ 에서 + 50 ℃
저장	-40 ℃ 에서 + 55 ℃
크기 (렌즈제외)	92 × 150 × 205 mm (W × H × L)
중량 (렌즈 제외)	2.5 kg
분리 가능한 케이블 길이	1.5 m
렌즈	7° , 12° , 20° , 40° 시계장

다 스 플 레 이 유 니 트

열영상 크기	온도측정스케일과 디지털다스플레이 범위에 의해 $50 \times 50 \text{ mm}$ 로 조립된다.
열적 범위	2에서 1000(IU) 까지 범위에서 9로 계산된다.
열적 레벨	5 회전으로 조금씩 조정된다.
사진모우드	Normal, inverted, black, gray scale, gray step
등온선 기능	넓이 (2에서 30 %) 와 2 개 레벨은 연속적으로 열적범위 선정으로 조정할 수 있다.
전 원	100 ~ 240 V, 50/60Hz, 35V A의 전원장치 / 축전지 충전기 유니트나 8 ~ 15 V DC, 20 W의 분리축전 지
크 기	$W \times H \times D : 235 \times 129 \times 322 \text{ mm}$
중 량	4.5 kg
악 세 사 리	
비디오 녹화	비디오 테이프 녹화기에서의 전자접속장치 잔류측 정 가능출력 D C 레벨 클램핑 복합영상과 싱크
신호 준위	복합영상 0.7 V P-P 음의 싱크
사진기록장치	전자적 동기노출 1 혹은 4 개 장 (선택 가능) 흑 / 백으로 폴라로이드나 35 mm 카메라의 수용 필름형태 : 폴라로이드 667

135(35 mm) 80 ASA 나 faster

컴 퓨 터 출 력

악 세사리 접속기 온도감식 컴퓨터 (TRC) 용

열영상 컴퓨터 용

열탐상기는 안정한 베이스라인에 대한 확실한 기준과 직접적으로 절대온도의 측정이 가능하거나 기지의 기준이 마련된 기기는 모든 경우 측정이 가능하다.

실제시간에서 온도의 직접감식은 휴대용컴퓨터 (TRC) 의 보조로 사용된 등온선 (1 과 2) 으로 수행되며 점적, 온도분포 혹은 등온선은 탁상컴퓨터가 사용된다.

Ⅱ. 기 본 이 론

1. 복사이론의 원류

적외선 복사이론은 적외선 복사 이론의 전개와 Plank 의 법칙 Wien과 Stefan -Boltzmann 표현과 관계가 있다.

19세기 중반에 물리학 향방의 주요 문제중의 하나는 역시 복사 스펙트럼에서 에너지분산을 설명하는 것이었다. 공통된 경험은 물체 표면색갈에 나타나는 “dark” 나 “light”가 어떻게 열에 의존되어 흡수되는가를 나타내었다.

Gustav Kirchhoff 는 물체에 모든 복사에너지 흡수를 나타낸 “흑체”의 제안을 이론적으로 고려하여 1860년에 상태, 효과 등이 양호한 열적 흡수체는 역시 좋은 복사체라는 유명한 법칙을 소개하였다. Kirchhoff 법칙의 결과로서 흑체는 복사에 대한 표준으로서 어떤 다른 열 복사원과 비교할 수 있는 결정적인 열복사체이다. 1879년에 Josef Stefan 은 흑체가 그 절대 온도의 $1/4$ power 에 비례하므로서 복사된 전체 에너지 양을 실험적으로 측정하여 종결지었으며 결론은 역시 1884년에 Ludwig Boltzmann 에 의해 이론적인 열역학적 관계로 도달하였다. 이 중요한 식은 이후로 Stefan-Boltzmann 법칙으로 알려져 오고 있다.

그 사이에 물리학자 Clark Maxwell 은 이론적으로 전자파의 존재를 예측하였으며 (1865년에), 그것이 광파와 동일함을 제안하

였다. Heinrich Hertz 는 Maxwell 의 예측을 확인하였으며 1887 년 독일의 그의 실험실에서 전자파를 소개하였고 그것이 광파와 같은 속도로 전파되는 것을 보여 주었다.

적외선복사의 기본법칙의 유도는 흑체 스펙트럼에서 복사에너지의 분산을 뒤로 하고 복사법칙을 유도하여 만들었지만, 일반적인 Valid Law 의 유도는 결코 명쾌하게 되지 못하였다.

Wilhelm Wien 과 Lord Rayleigh 는 물리학적 분류에 대한 그들 전체요지를 근거로 시도했지만 그 결과는 (스펙트럼 반대 말단에서) 실험 결과와 같지 않는 경향이였다.

독일의 물리학자였던 Max Plank 는 최종적으로 그것이 고전적 접근으로 부터 이탈되었다는 것을 확인하였다.

불연속의 주장, 다량의 복사에너지 교환, 그는 실험 증거에 따라서 보정이론을 선택적으로 유도하여 나타낸 것을 소개하였다. 1900 년에 그는 최종적으로 복사법칙의 기원을 만들었다. 흑체로부터 복사 스펙트럼의 분산을 정확하게 묘사하였다.

그 개념은 ‘양자역학’의 형식적인 규율로서 소개되었으며, 오늘날 고전적인 물리 역학은 공학의 범위에서 성공적으로 양자역학의 거의 특수한 경우로서 경계지워 졌지만 원자준위에서 공정을 나타내기는 불충분하다.

그림 2.1 은 관찰된 흑체복사 스펙트럼 특성과 1800's의 말에서 고전적이론으로부터 계산된 그들간의 불일치를 나타내었다.

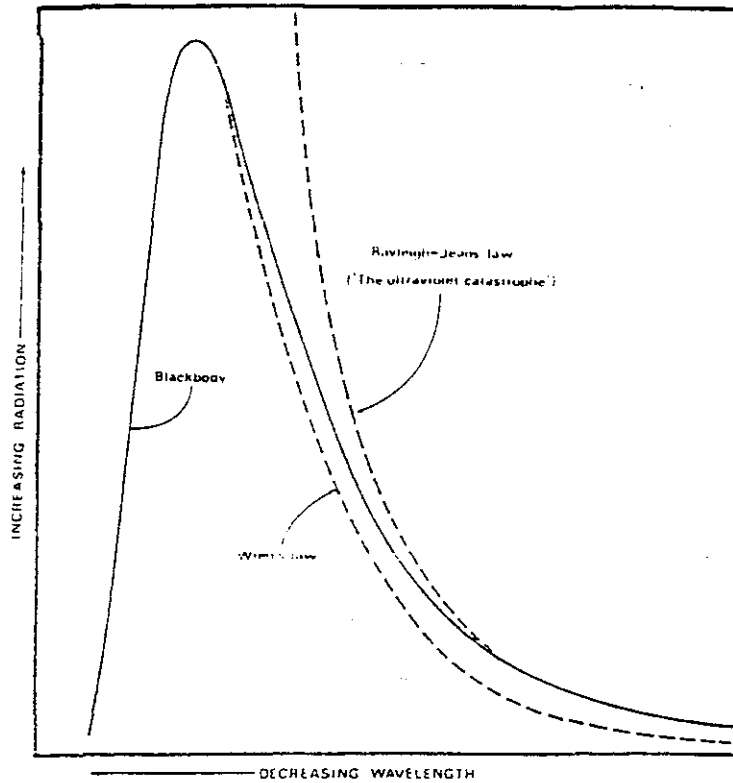


그림 2.1 관찰된 흑체복사 스펙트럼 특성과 1800's의 말
고전적이론으로부터 계산치의 비교

2. 열복사의 성질

열복사는 물체 자신의 온도로 인하여 물체에 의하여 방사되는 복사에너지로 설명된다. 복사의 다른 형태에는 예를들면 X선, 감마선, 우주선 등이 포함된다. X선은 고진동전자를 가진 금속의 충격으로 발생되며 감마선은 핵의 분열, 즉 방사성 붕괴로 발생된다. 그러나 복사에서의 방사와 전파의 실제메카니즘은 완전히 알려져 있지는 않다. 복사는 때에 따라서는

Maxwell 의 고전적인 전자기이론에 따라 전파되는 전자파로서 취급되기도 하고 Max Planck 의 에너지의 양자개념으로 부터 근거를 유도할 수 있는 광자로 취급되기도 한다. 이 두가지 개념 모두가 매질에서의 복사의 방사와 전파를 기술하는데 사용되어 왔다. 예를 들면, 전자기이론으로부터 얻어진 결과가 재료의 복사성질을 예측하는데 이용된 반면 양자이론으로 부터의 결과는 온도로 인하여 물체에 의하여 방사되는 복사에너지의 양을 예측하는데에 유용하다.

열복사의 범위는 이론적으로는 파장 0 으로부터 무한대까지 확대되나 실용적인 목적으로는 열복사에너지의 주요부분은 $0.1 \mu m$ 에서 $100 \mu m$ 의 범위에 있다. 따라서 그림 2.2 에서 전자파스펙트럼의 이 부분이 열복사로 표시되어 있다. 열복사의 가시부분은, 예를들면, $0.4 \mu m$ 에서 $0.7 \mu m$ 의 범위에 있다.

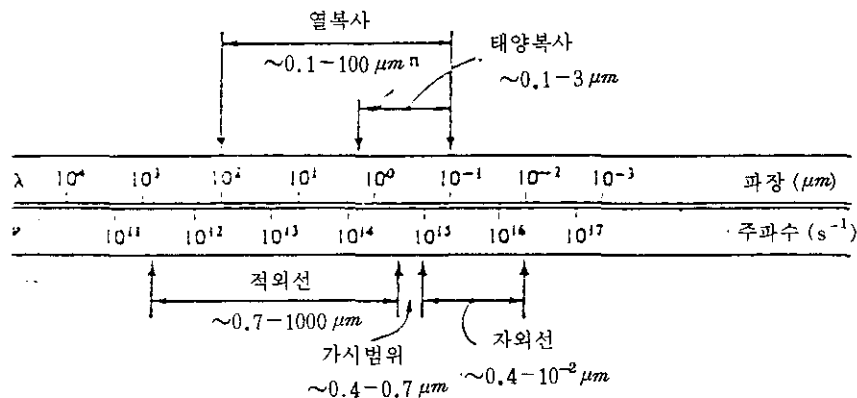


그림 2.2 전자파스펙트럼

3. 전자파와 광

지구상에는 주파수가 다른 다수의 전자파가 존재하고 있는데 태양

으로 부터의 전자파, 흑성으로부터의 전자파, 통신에 이용되는 전자파, 전력선에서 발생하는 전자파 등이 있다. 전자파는 인간에게 많은 도움을 주기도 하지만 전자파에 의한 공해도 부정할 수가 없다. 전자파 공해로는 인체에 미치는 것과 전자기기에 영향을 주는 전자파, 잡음 등이 있다. 예로서 전자파를 이용하는 전자렌지는 식품을 단시간에 요리할 수 있는 장점이 있으나 전파가 누설되므로써 인체에 나쁜 영향을 미치기 때문에 전자렌지 에이커에서는 전자렌지의 전자파 누설 대책을 실시하고 있다.

전자파는 전력에 이용하는 전력주파 (Power frequency), 통신에 이용하는 (radio wave), 통상 극원자외에서 부터 극원적외까지의 광파 (optical wave), X선 및 r선의 방사선 (radiation) 등을 총칭하여 부르고 있다. 따라서 전자파의 응용범위는 대단히 광범위한 것임을 알 수 있다. 통상, 광이란 $0.38 \mu\text{m}$ 에서 $0.78 \mu\text{m}$ 까지의 전자파인데 이것을 엄밀히 말하면 가시광이라 부르고 있다.

4. 적외선 (Infrared Radiation)

우주에 존재하는 물체들은 모두 절대영도 (-273°C) 이상의 온도를 갖고 있는데, 드라이아이스 195 K, 인체 310 K, 용해철 1800 K, 태양표면 6000K 등이며 이러한 물체에서는 그 온도에 대응하는 강한 적외선을 방사하고 있다. 1800년에 허셀 (Herschel) 이 가시스펙트럼의 끝인 장파장측에서 열효과가 큰 부분이 있음을 발견하였고, 1835년에 암페어 (A. Ampere) 는 이것이 가시광선과 같은 광파로 되어 있음을 발표하여 금일의 적외선에 관한 기초를 구축하게 되었다.

적외선을 근적외선, 원적외선으로 나눌 경우도 사람에 따라서 각각 다르다. 스미스(Smith) 씨는 근적외선 : $0.75 \sim 1.5 \mu\text{m}$, 중적외선 : $1.5 \sim 15 \mu\text{m}$, 원적외선 : $15 \sim 100 \mu\text{m}$, 극원적외선 : $100 \sim 1000 \mu\text{m}$ 로, 허드슨(Hudson) 씨는 근원적외선 : $15 \sim 1000 \mu\text{m}$ 로 구분하고 있다. CIE 국제조명용어(제3판)에 의하면 근적외선 : $0.78 \sim 1.4 \mu\text{m}$ 중적외선 : $1.4 \sim 3 \mu\text{m}$ 원적외선 : $3 \sim 1000 \mu\text{m}$ 로 구분한다.

b) 전자파 에너지와 파장, 주파수

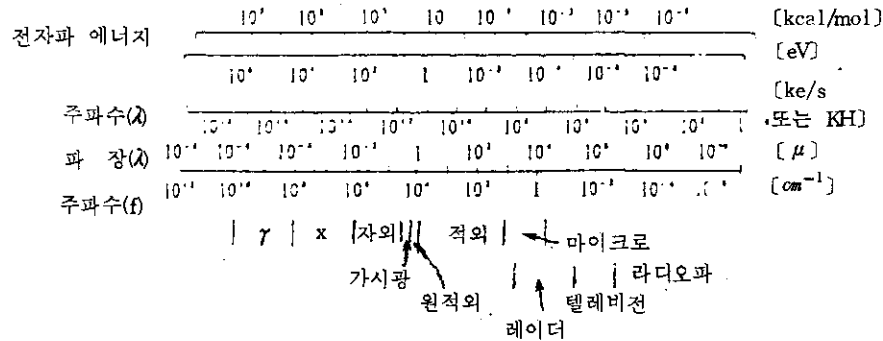


그림 2.3 전자파에너지, 주파수, 파장 및 적외선의 구분

5. 흑체복사

주어진 절대온도 T 에서 파장 λ 로 물체에 의하여 방사될 수 있는 복사에너지에는 최대량이 있다. 스펙트럼 흑체복사강도 $I_{\lambda b}(T)$ 의 술어를 복사방사의 최대량을 표시하는데 사용하며 이러한 복사의 방사체를 흑체라고 부른다.

a) Plank 법칙

스펙트럼 흑체복사강도 $I_{\lambda b}(T)$ 는 방향에 무관하나 흑체의 파장과 온도의 함수이다. 절대온도 T 에서 진공으로 복사를 방사하는 흑체에서 $I_{\lambda b}(T)$ 는 Plank 식에 의해 구해진다.

$$I_{\lambda b}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 [\exp(hc/\lambda RT) - 1]} \quad (2-1)$$

로 구해진다. 여기서 h ($= 6.6256 \times 10^{-34}$ J·s)와 k ($= 1.38054 \times 10^{-23}$ J·K)는 각각 Planck와 Boltzmann 상수이며 c 는 진공에서의 광속,

T는 절대온도, λ 는 파장이다.

응용면에서는 표면에서의 스펙트럼 흑체 방사 플럭스 $q_{\lambda b}(T)$ 가 관심의 대상이 되어

$$q_{\lambda b}(T) = \int I_{\lambda b}(T) \cos \theta \, d\Omega \quad (2-2)$$

로부터 결정되며 $I_{\lambda b}(T)$ 가 방향에 무관하므로 적분이 수행되어 다음 식이 구해진다.

$$q_{\lambda b}(T) = I_{\lambda b}(T) \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi/2} \cos \theta \sin \theta \, d\theta \, d\phi = \pi I_{\lambda b}(T) \quad (2-3)$$

여기서 $q_{\lambda b}(T)$ 는 반구공간의 모든 방향에서 단위표면적, 단위시간, 단위파장에 대하여 온도 T의 흑체에 의하여 방사되는 복사에너지의 양을 나타낸다.

식 (2-1)을 식 (2-3)에 대입하면

$$q_{\lambda b}(T) = \frac{c_1}{\lambda^5 [\exp(c_2/\lambda T) - 1]} \quad (2-4)$$

이 얻어지며 여기서의 기호는 다음과 같다.

$q_{\lambda b}(T)$ = 표면에서의 스펙트럼 흑체 방사 플럭스, Btu/h·ft²·μm (W/m²·μm)

T = 흑체의 절대온도, K

λ = 파장, μm

$c_1 = 2\pi hc^2 = 1.1870 \times 10^8 \text{ Btu} \cdot \mu\text{m}^4 / \text{ft}^2 \cdot \text{h} = 3.743 \times 10^8 \text{ W} \cdot \mu\text{m}^4 / \text{m}^2$

$c_2 = \frac{hc}{k} = 2.5896 \times 10^4 \mu\text{m} \cdot ^\circ\text{R} = 1.4387 \times 10^4 \mu\text{m} \cdot \text{K}$

b) Wien의 변위법칙

그림 2.4는 여러 온도에서 스펙트럼 흑체방사플럭스를 파장의 함수로 나타낸 것이다. 이 그림으로부터 주어진 파장에서 흑체에 의하여 방사되는 복사에너지는 물체의 절대온도가 증가함에 따라 증가한다. 각각의 곡선에는 최대점이 있으며 최대점은 온도가 상승함에 따라 짧은 파장쪽으로 이동되는 경향이 있음을 알 수 있다. 최대점들의 궤적은 Wien의 변위법칙에 의하여 해석적으로 결정되며 다음과 같이 주어진다.

$$(\lambda T)_{\text{최대}} = 0.28976 \text{ cm} \cdot \text{K} = 28997.6 \mu\text{m} \cdot \text{K}$$

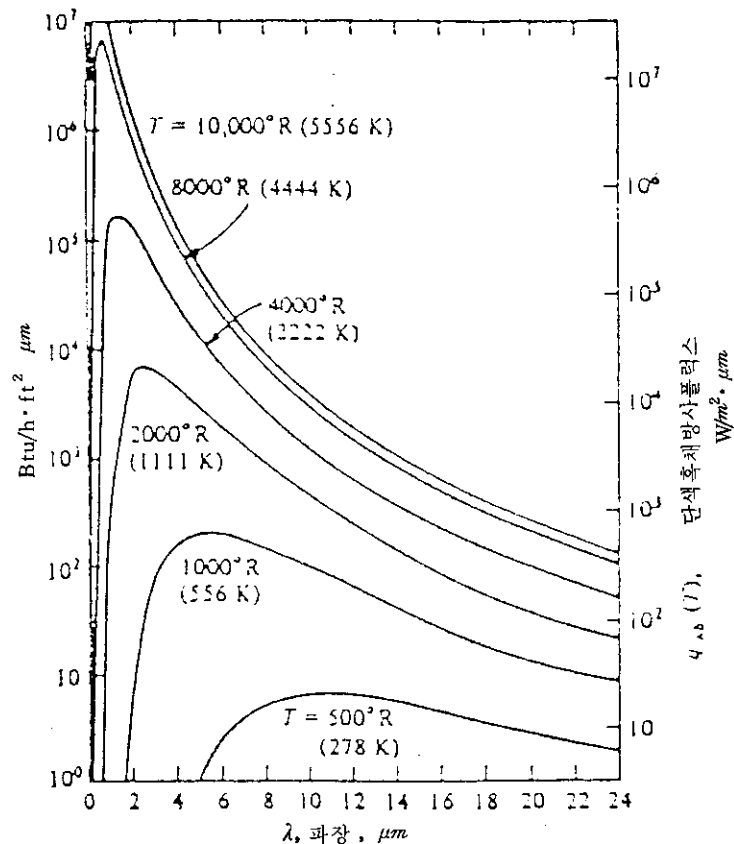


그림 2.4 여러 온도에서의 스펙트럼 흑체방사플럭스

c) Stefan-Boltzmann 법칙

흑체복사강도 $I_b(T)$ 는 $I_{\lambda b}(T)$ 를 모든 파장 $\lambda = 0$ 에서 $\lambda = \infty$ 까지 적분함으로써 계산된다.

$$I_b(T) = \int_{\lambda=0}^{\infty} I_{\lambda b}(T) d\lambda \quad (2-5)$$

식 (2 - 1) 를 식 (2 - 5) 에 대입하고 적분을 수행하면

$$I_b(T) = \frac{\sigma T^4}{\pi} \quad (2-6)$$

가 구해진다. 여기서 σ 를 Stefan-Boltzmann 상수라고 부르고 이의 수치는 다음과 같다.

$$\sigma = 0.1714 \times 10^{-8} \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{R}^4 = 0.56697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

6. 실제 표면에서의 복사

복사열전달해석에서 표면으로의 또는 표면으로부터의 복사가 관심이 된다. 엄밀히 말해서, 물체 하나만의 표면은 복사를 방사하거나 흡수하지 않는다. 왜냐하면, 물체에 의한 복사의 방사나 흡수는 거시적 과정을 구성하기 때문이다. 즉 물체의 내부로부터 오는 복사는 표면을 통과하고 표면에 들어온 복사는 매질 속으로 통과하고 점차 감쇠된다. 그러나 입사되는 복사의 많은 부분이 표면으로부터 대단히 짧은 거리 안에서 감쇠되는 상황에서 간단히 취급하기 위하여 복사는 표면에 의하여 흡수된다고 말한다. 예를 들면, 금속표면에 입사된 열복사는 수백 옹그스트롬 (angstrom) 이상을 지나지 못하고 완전히

흡수된다. 비슷하게 이 물체의 내부에서 시작된 열복사는 결코 표면에 도달하지 못한다. 이러한 경우 물체로의 또는 물체로부터의 복사는 표면과정으로 처리되고 표면은 복사에 대하여 불투명하다고 말한다. 더욱 응용에 관계된 대부분의 표면은 흑체와 같이 작동하지 않는다. 표면복사의 개념에 대한 이러한 제한이 따른다.

a) 불투명한 표면의 반사율, 흡수율과 방사율

복사광선이 불투명한 실제표면의 요소에 입사하는 것을 고려하자. 이 복사의 일부는 표면에서 반사되고 일부는 흡수된다. I_{λ}' 를 표면에 입사하는 스펙트럼복사강도라고 하면 표면에 입사하는 스펙트럼복사열플럭스는

$$\rho_{\lambda}' = \int I_{\lambda}' \cos \theta' d\Omega' \text{ 에너지 / (시간} \times \text{면적} \times \text{파장)}$$

로 주어진다. 여기서 θ' 는 입사복사의 방향과 표면에 대한 수직선 사이의 극각이다. 그리고 스펙트럼반구빈사율 ρ_{λ} 는

$$\rho_{\lambda} = \frac{\text{반사되는 복사에너지 / (시간} \times \text{면적} \times \text{파장)}}{\rho_{\lambda}'}$$

스펙트럼반구흡수율 α_{λ} 는

$$\alpha_{\lambda} = \frac{\text{흡수되는 복사에너지 / (시간} \times \text{면적} \times \text{파장)}}{q_{\lambda}}$$

로 정의된다. 불투명한 표면에서 ρ_{λ} 와 α_{λ} 사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

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

많은 응용에서 모든 파장에 걸쳐 평균된 반사율 ρ 와 흡수율 α 에 관심이 많다. 전반사율과 전흡수율의 용어가 모든 파장에 걸친 평균값을 표시하는데 또한 사용된다. 그러나 간결하게 현재의 정의에서는 반사 반사율과 흡수율로 사용한다. 그러면 반구반사율 ρ 는

$$\rho = \frac{\int_0^\infty \rho_\lambda q_\lambda' d\lambda}{\int_0^\infty q_\lambda' d\lambda}$$

반구흡수율 α 는

$$\alpha = \frac{\int_0^\infty \alpha_\lambda q_\lambda d\lambda}{\int_0^\infty q_\lambda' d\lambda}$$

로 정의된다. 불투명한 표면에서 α 와 ρ 사이에는 다음 같은 관계가 있다.

$$\alpha + \rho = 1$$

따라서 ρ 가 알려지면 α 가 알려지며, 또한 이의 역도 성립된다.

복사전달응용에 있어서 복사의 방사에 대한 표면의 성질을 특성있게 나타내는 것이 중요하다. 온도 T 의 실제표면에 의하여 방사되는복사에너지는 동일한 온도의 흑체표면에 의하여 방사되는 것보다 항상 적다. $q_\lambda(T)$ 를 절대온도 T 의 실제표면으로부터의 스펙트럼방사플럭스라고 하고 $q_{\lambda b}(T)$ 를 동일한 온도의 흑체표면에 대한 스펙트럼흑체방사플럭스라고 하면, 표면의 스펙트럼반구방사율 ϵ_λ 는

$$\epsilon_\lambda = \frac{q_\lambda(T)}{q_{\lambda b}(T)}$$

으로 정의되고 모든 파장에 대한 반구방사율 ϵ 는

$$\epsilon = \frac{\int_{\lambda=0}^{\infty} \epsilon_{\lambda} q_{\lambda b}(T) d\lambda}{\int_{\lambda=0}^{\infty} q_{\lambda b}(T) d\lambda} = \frac{q(T)}{q_b(T)}$$

로서 결정된다. 여기서 $q(T)$ 는 온도 T 의 실제표면으로부터의 방사플럭스 (즉, 복사에너지 / (시간 $\times$ 인적)) 이다.

b) 반투명물체의 투과율

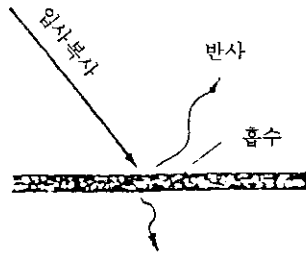


그림 2.5 반투명물체에 의한
입사복사의 반사,
흡수 및 투과

복사가 그림 2.5 에서 설명된 유리판의 예와 같이 유한두께의 반투명물체에 입사될 때 입사복사의 일부는 반사되고 일부는 흡수되며 나머지는 유리를 통하여 투과된다. 이와 같은 경우 유리판에 대하여 스펙트럼반사율 ρ , 스펙트럼흡수율 α_{λ} 와 스펙트럼투과율 τ_{λ} 를 고려하면

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

이 된다. 모든 파장에 대하여 평균복사성질을 고려하여 이 관계는 다음과 같다.

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

반투명물질의 반사율, 흡수율과 투과율은 표면조건과 복사의 파장뿐 아니라 물질의 조성, 물체의 두께에 따라 다르다. 이는 표면으로 입

사되는 복사가 물질속으로 침투되기 때문이다. 반투명물질의 반사율과 투과율의 측정은 물체 내의 복사감쇠를 거시적 과정으로 취급하여야 하기 때문에 더욱 복잡하다.

c) 복사의 Kirchhoff 법칙

물체의 흡수율과 방사율은 열역학적 고려로써 복사의 Kirchhoff 법칙에 의하여 관련이 된다.

벽이 균일한 온도 T 로 유지되고 이 벽과 평형이 이루어지는 완전히 흑체인 폐쇄된 용기내에 있는 물체를 생각하자. $q_{\lambda}'(T)$ 를 온도 T 의 벽으로부터 물체에 입사되는 스펙트럼 복사열플럭스라고 하자. 파장 λ 에서 물체에 의하여 흡수된 스펙트럼 복사열플럭스 $q_{\lambda}(T)$ 는

$$q_{\lambda}(T) = \alpha_{\lambda}(T) q_{\lambda}'(T) \quad (2-7)$$

이 되며 여기서 $\alpha_{\lambda}(T)$ 는 물체의 스펙트럼 흡수율이다. 또한 $q_{\lambda}'(T)$ 는 물체가 복사평형상태에 있으므로 파장 λ 에서 물체에 의하여 방사되는 스펙트럼 복사플럭스를 나타낸다. 여기서 입사복사 $q_{\lambda}'(T)$ 는 온도 T 의 폐쇄공간의 완전흑체벽으로부터 오고 벽에 의한 방사는 폐쇄공간 내에 놓인 물체가 흑체인가 아닌가에 영향이 없음을 주의하여 보면 다음의 관계식을 얻는다.

$$q_{\lambda b}(T) = q_{\lambda}'(T) \quad (2-8)$$

여기서 $q_{\lambda b}(T)$ 는 온도 T 에서의 스펙트럼 흑체 방사플럭스이다. 식 (2-7)과 식 (2-8)로부터 다음을 얻는다.

$$\frac{q_{\lambda}(T)}{q_{\lambda b}(T)} = \alpha_{\lambda}(T) \quad (2-9)$$

온도 T 에서 복사에 대한 물체의 스펙트럼방사율 $\epsilon_\lambda(T)$ 는 물체의 스펙트럼방사플럭스 $q_\lambda(T)$ 의 동일온도에서의 스펙트럼흑체방사플럭스 $q_{\lambda b}(T)$ 에 대한 비로서 정의되어 다음과 같다.

$$\frac{q_\lambda(T)}{q_{\lambda b}(T)} = \epsilon_\lambda(T) \quad (2-10)$$

식 (2-9)와 식 (2-10)으로 부터

$$\epsilon_\lambda(T) = \alpha_\lambda(T) \quad (2-11)$$

가 구해지며 이것이 복사의 Kirchhoff 법칙으로서 온도 T 에서 복사의 방사에 대한 스펙트럼방사율은 동일온도 T 에서 흑체로부터 오는 복사에 대한 스펙트럼흡수율과 동일함을 나타낸다.

식 (2-11)을 일반화하여 스펙트럼값 ϵ_λ 와 α_λ 를 모든 파장에 대한 평균값에 대하여 사용하는데에는 주의가 필요하다. 즉 식 (2-11)로 주어진 관계는 항상 유효하나, 관계식

$$\epsilon(T) = \alpha(T) \quad (2-12)$$

는 입사되거나 방사되는 복사가 동일한 스펙트럼분포를 갖거나 물체가 회체(gray) 즉 복사성질이 파장에 무관할 때에 적용이 된다.

d) 회체(graybody)

복사열전달의 해석을 간단화하기 위하여 회체의 가정이 많은 응용에서 자주 사용된다. 이는 복사성질 α_λ , ϵ_λ 와 ρ_λ 가 모든 파장스펙트럼에 있어 균일하다는 가정이다. 이러한 물체를 회체(graybody)라고 하며, 회체의 가정에서 흡수율과 방사율은 Kirchhoff의 법칙에 의하여 $\alpha = \epsilon$ 으로 관계가 주어진다.

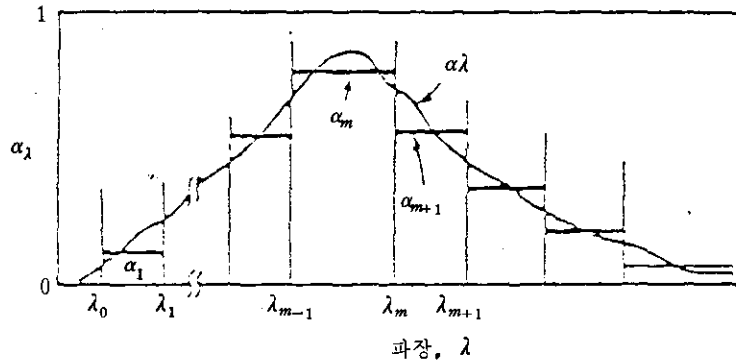


그림 2-6. 모든 파장에 대한 스펙트럼 흡수율 α_λ 의 구간가정

7. 적외선 방사

물체에서는 적외선이 방사되고 있는데 물질에 따라서 물체의 표면 온도가 동일해도 방사성이 다르게 나타나고 있다.

적외선을 이용하는 축에서 적외선 방사원의 방사특성을 고려할 때는 적외선의 작용효과를 활용할 수 있는 물질의 적외선 흡수특성과 부합하는 것이 중요하다.

a) 방사체

방사의 발생방법은 열방사와 냉방사의 2종류가 있으며 대표적인 방사체는 표 1에 나타내었다. 물질이 열에너지를 공급받아 온도가 높아지면 외부로 열에너지를 방출하는데 이과정을 열방사라 한다. 물질로부터 방사되는 전자파 즉 적외선의 열방사는 그 물질의 재질과 온도에 따라 파장의 길이와 에너지의 강도가 결정된다. 금속의 경우는 방사율이 낮고 고온으로되면 근적외선 영역의 적외선을 방사한다.(그림 2.7 참조). 세라믹스는 고온에서도 원적외선 영역의 방사율이 높아 원적외선 히터의 방사재료로 사용되고 있다.

표 1. 적외선 방사체

분 류	방 식	방 사 물 질	방사원예	방사과장역 (μm)	비 고
열방사	통전에 의한 저항발열이용	텅그스텐	적외선전구	1 ~ 2.5	외관밸브 (유리) 에서 장파장측이 차단된다. 외관밸브로부터 2차 방사
		니크롬탄탈	전열기히터	2 ~ 5	
		탄화규소	그로버	1 ~ 50	저전압, 대전류
		세라믹스	네른스트등	1 ~ 50	통전초기에 열이 필요
	타열원에 의한 2차 가열이용	금속 (스테인 레스)	시즈히터	4 ~ 10	
		세라믹스	IRS형램프	4 ~ 25 1 ~ 20	가스연소에 의한 가열 가스연소에 의한 가열
	방전에 의한 가열이용	카 본	카본아크등	2 ~ 25	그을음 발생등의 환경문제
냉방사	기체방전이 이용	수 은 세 습 크 세 논 이산화탄소	수 은램프 크세논램프 CO ₂ 레이저	0.8 ~ 2.5	외관밸브에서 장파장 측이 차단 외관밸브로부터 2차 방사

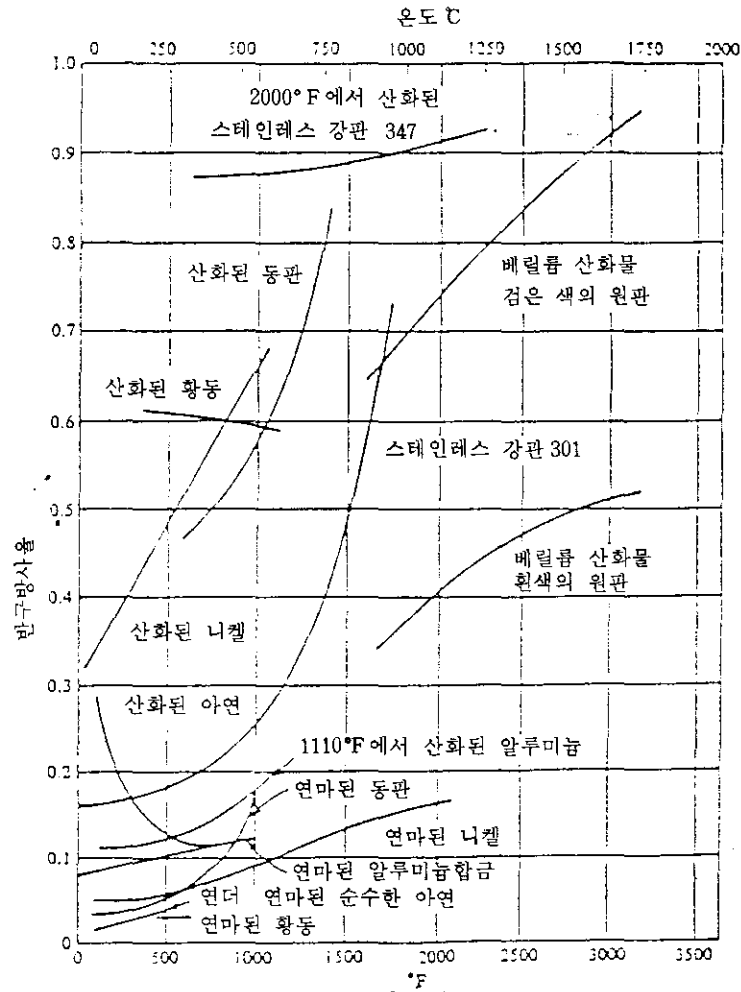


그림 2.7 금속의 반구방사율에 미치는 온도와 산화의 영향
(Gubareff 등 [9]의 자료를 근거로 함)

b) 방사율

임의의 물체는 물체를 구성하는 원소의 종류, 분자의 크기, 배열상태, 결합력의 차이에 따라 고유의 진동수와 회전주파수를 갖고 있다. 특히 금속의 산화물이나 세라믹스는 개체금속이나 합금보다도 원자배열이 복잡하고, 방사율(ϵ)은 금속보다 상대적으로 크다. < 표 2 >는 대

표적인 금속, 합금, 금속산화물, 탄화물의 방사율을 나타내고 있다. 또 부록 I 에 전형적인 표면에 대한 방사율을 수록하였다.

〈 표 2 〉 각종재료의 방사율

a) 금속, 합금의 전방사율

b) 각종 금속산화물의 전방사율

물 질	방사율	물 질	방사율	물 질	방사율	물 질	방사율
헬 른	0.61	로 듸	0.24	Al_2O_3	0.50	Ce_2O_3	0.70
바 나 듸	0.35	탄 탈	0.49	BcO	0.35	ZrO_2	0.74
텅 스텐	0.43	티 탄	0.63	V_2O_5	0.70	$CaCO_3$	0.40
철	0.35	우 라 늑	0.54	Fe_2O_3	0.70	TaC	0.81
금	0.14	크 른	0.34	Y_2O_3	0.50	ZrC	0.46
은	0.07	지 르 크늑	0.32	Co_3O_4	0.75	SiC	0.72
백 금	0.30	탄 소	0.80	MgO	0.20	Nd_2O_3	0.70
이 트 른	0.35	그라파이트	0.93	Cu_2O	0.70		
이 리 듸	0.30	콘 스텐탄	0.35	NiO	0.90		
코 발 트	0.36	구 리	0.35	ZnO	0.11		
망 간	0.59	니 크 른	0.64	SiO_2	0.83		
구 리	0.10	스테인레스	0.37	SnO_2	0.70		
몰리브덴	0.37	아 루 멜		TiO_2	0.60		
니 켈	0.36			Cr_2O_3	0.70		

8. 적외선 센서와 응용

a) 적외선 센서

적외선 센서는 적외선을 감지하거나 검지하는 센서를 말한다. 적외선 센서는 동작원리에 따라 양자형과 광전형, 열형으로 나눌 수 있다. 전자의 적외선 센서에는 이원반도체 화합물 예로서 Insb(안티몬화인듐), 3원 반도체 화합물, 예로서 HgCdTe(텔루르화 카드뮴수은) 등이 있고 후자의 적외선 센서로는 더미스터, 더모파일 등이 있다.

적외선 센서를 대별하면 전술한 바와 같이 양자형 적외선 센서와 열형 적외선 센서로 나뉜다.

양자형 적외선 센서는 광도전효과, 광기전력효과 등을 이용한 적외선 센서이고 다음과 같은 특징이 있다.

- ① 감도가 높다.
- ② 응답속도가 빠르다.
- ③ 검출감도는 파장의존성이다.
- ④ 원적외선 영역에서 동작시는 액체 질소의 냉각이 필요하다.

한편 열형 적외선 센서는 집속효과를 이용한 적외선 센서인데 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- ① 감도는 양자형에 비해 낮다.
- ② 응답속도는 양자형에 비해 느리다.
- ③ 검출감도의 파장의존성은 없다.
- ④ 냉각이 필요치 않다.

b) 적외선 센서의 응용

종래 적외선의 응용분야로서는 산업용을 필두로 민생용, 의료, 보건, 군사용등 광범위하게 파급되고 있다. 또 원적외선은 건조기나 가열기기의 개발도 실용화 되고 있으며, 가열이나 건조가 필요한 산업예는 기계, 금속의 부품가공, 자동차의 도장후 건조, 섬유나 식품공업계의 건조공정 등에 이용되고 있다.

적외센서를 적용하는 경우에 필요한 조건은 대상물체의 적외선방사율과 적외선센서의 적외선검출도이다. 일반 센서의 성능은 ①감도 ②응답속도 ③검출도에 따라 결정된다. 멀티 스펙트럼스캐너 등에 있어서 특정 파장 대역에 적합한 센서의 문제점은 ①분광감도 ②검출기에 본질적으로 합하는 내부잡음 등이다.

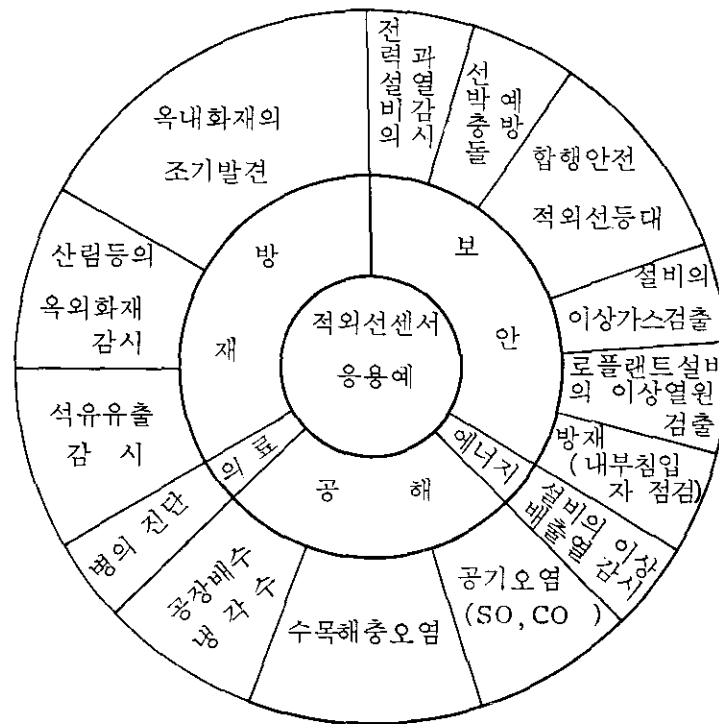


그림 2-8 적외선 센서의 응용

Ⅲ. 조 작 방 법

1. 표준 시스템

표준 열탐상기 모델은 보통 주사기, 디스플레이 유닛과 그밖의 폴라로이드나 35 mm 카메라, 운반용 끈, 손잡이, 렌즈와 작동지침서로 구성된다. 팩킹 풀기와 장비(주사기, 디스플레이, 전원장치)의 첫 작동을 점검하고 기타 렌즈, 필터와 그밖의 보조장비인 삼각대, 컴퓨터 등에 대해서도 살펴본다.

1) 팩킹 풀기와 검사

이 시스템은 두개의 휴대용상자로 공급하며, 대표적인 내용물은 그림 3.1에 나타내었다. 열탐상기 시스템을 받으면 운반용상자에 각 내용물을 꺼내어 각각의 품목을 검사하고 인도장에 따라 내용물을 점검한다.

2) 주사기 점검

두점이 일직선으로 되도록(삽입피팅)앞면에서 보아 시계방향으로 자물쇠고리를 돌려서 렌즈 카바를 제거하고 고정된 앞면렌즈가 흠이 없는가를 확인한다.(그림 3.2). 주사기의 뒤에 위치한 필터(FILTER)와 구경(APERTURE)조정기를 작동시켜 그것이 자유롭게 작동하는가를 확인하고 두 조정기를 “0”로 맞춘다. 내장된 다른 렌즈들도 좋은 상태에 있는가를 점검한다.(그림 3.3), 장비를 작동중에 시험하고자 하면 주사기 렌즈 커버 위치에 교환가능한 렌즈를 끼운다. 두점을 일치시킬 베이어넷 피팅에 조심스럽게 렌즈를 끼우고 반시계 방

향으로 주사기의 자물쇠고리에 있는 점을 돌리면 렌즈는 안전하게 끼워진다.

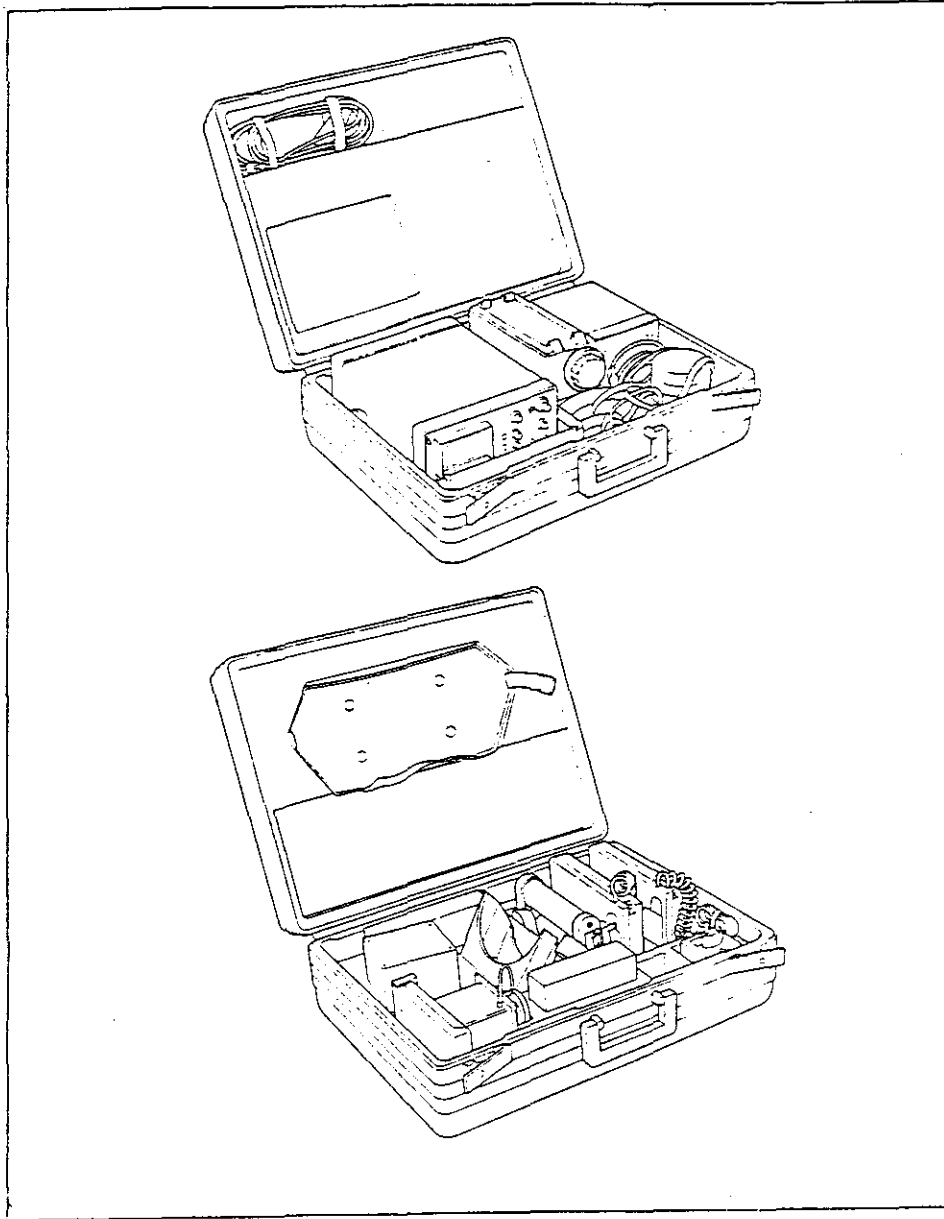


그림 3.1 운반 케이스

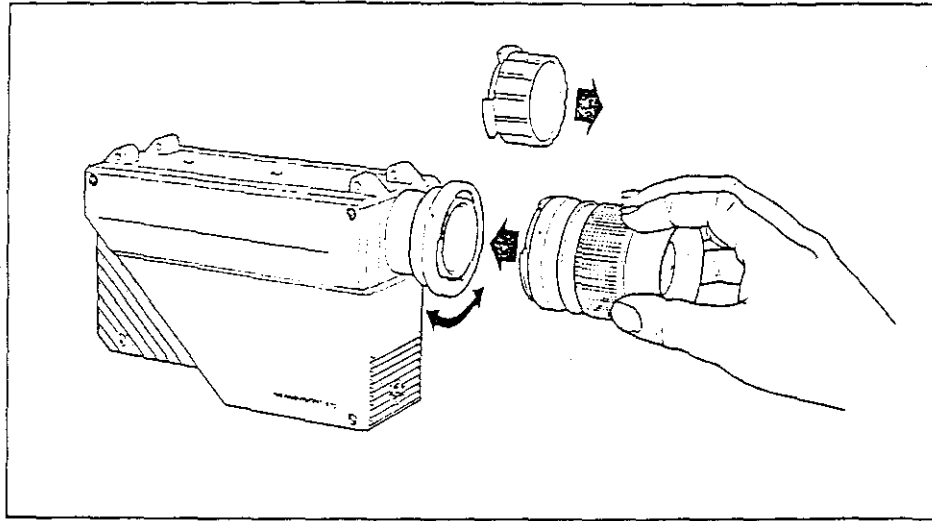


그림 3.2 렌즈 두껍제거와 렌즈 조립

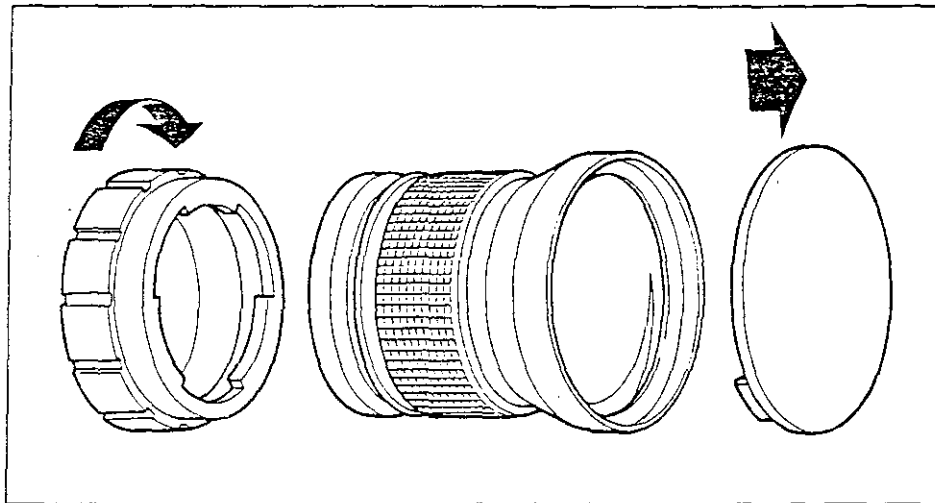


그림 3.3 렌즈 점검

3) 디스플레이 유닛 점검

스위치와 조정기가 잘 작동되는지를 점검하고 다른 품목도 모두 점검하여 파손유무를 확인한다.(그림 3.4) .

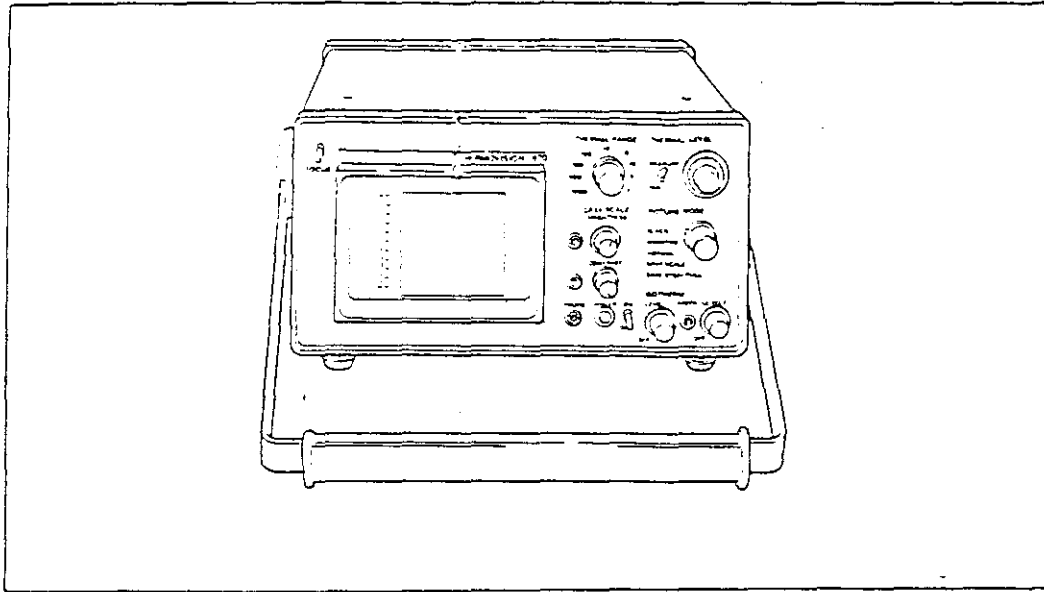


그림 3.4 열탐상기 디스플레이 유니트

4) 조립

열탐상기는 휴대용, 이동형 또는 고정형의 3가지 설치법중의 한가지를 사용하도록 설계되었다. 휴대용 구성시스템은 전원공급원으로서 휴대용 축전지와 운반멜빵을 사용하여 사람에 장착한다.

이동형구성에서 이동손수레는 휴대용과 고정형 조작 양쪽으로 결합시킬 수 있으며, 이런 이동손수레는 시스템에 휴대할 수 있는 보유장비로써 안정한 플랫폼으로 되어있다. 고정형에서는 흔히 주사기를 삼각대나 디스플레이, 컴퓨터 등, 테이블 상단에 장치한다. 3가지 설치법은 아래에 나타내었다.

(1) 휴대용 시스템

열탐상기의 가장 일반적인 사용방법은 사람이 운반하는 것이다.

이 구성에서 디스플레이 유닛과 기록 카메라 (필요한 경우) 는 휴대용 컴퓨터 TRC와 같이 임의로 설치한 멜빵에 장착한다. (그림 3.5)

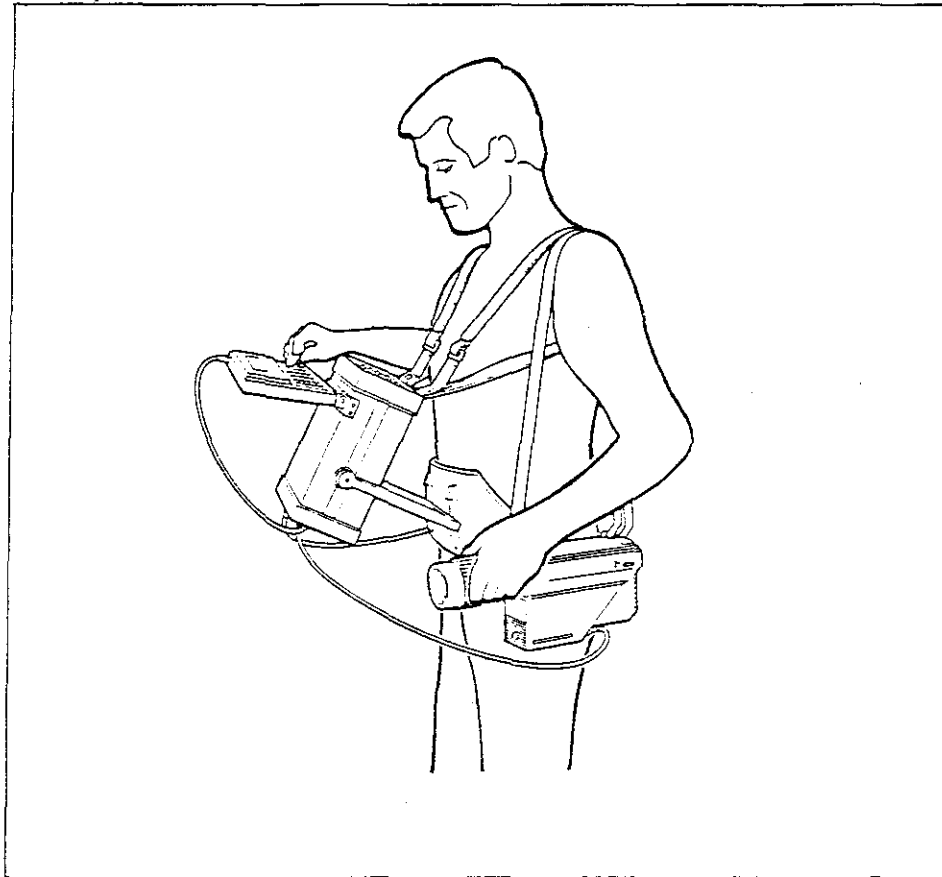


그림 3.5 휴대용 시스템

주사기는 피스톨형의 손잡이 (혹은 운반 핸들) 로 임의로 고정시킨다.

휴대용 충전 축전지는 디스플레이 유닛에 연결하고 벨트 (경량형) 나 멜빵 (중량형) 을 사용하여 클립시켜 운반하며, 멜빵은 다음 방법에 따라 장착한다.

(i) 멜빵을 사용하여 허리를 돌려 싸 디스플레이 플레이트를 안전하게 한다.

(ii) 멜빵을 통하여 팔을 넣을 것

(iii) 디스플레이 유닛에서는 유닛 아래쪽의 핸들을 돌린다.(운반 핸들 안쪽의 주축점을 누른다.) 디스플레이 유닛의 두 전면 피트에 2개의 걸쇠를 연결한다.

(iv) 주사기 의존방법은 멜빵에 고정시키거나 (그림 3.5) 주사기 바닥에 피스틀형의 손잡이를 나사로 고정시켜 사용하고 수평 운반 핸들의 하나를 그림 3.6 에 나타내었다.

(2) 이동형 시스템

수송손수레 (옵션) 는 열탐상기 시스템의 수송을 쉽게하기 위하여 경량인 두 바퀴가 달린 손수레로 설계되었다. 열탐상기 시스템을 조작할 때에 손수레로 대체하므로써 이동에 더 안정을 기할 수 있는 장점이 있다. 주사기는 고정삼각대를 사용하여 분리하여 운반하거나 손수레에서 제거할 수 있다. 수송손수레는 디스플레이 유닛과의 칸막이가 설치되어 있어, 수송 폴라로이드 필름, 기록 카메라, 전원 충전 축전지와 녹화장치를 조작자가 고정할 수 있다. 손수레는 완전히 장치에서 철회가 가능한 텔레스코픽 핸들을 가지며 쉽게 수송이 가능하다. 그림 3.6 은 완전히 장치가 설치된 수송 손수레를 나타내었다.

(3) 고정형 시스템

고정형 시스템은 주사기와 디스플레이로서 고정 설비로 설계되었으며 고정삼각대에 설치되었다. 이는 탁상 컴퓨터, 칼라모니터와 칼라그

래픽프린트로 조합되며, 더모그램의 과학적인 분석에 대해 완전한 설비
비 요구에 대처할 수 있다.(그림 3.7)

이 시스템 역시 subpara(a) 와 (b) 에서 상설한 장치를 포함할
수 있다.

(주 : 축전지는 수송손수레의 전면에 위치하여야 한다. 즉 바퀴 축앞에
있으므로서 무게 분산과 알맞은 균형을 확실하게 유지할 수 있
다.

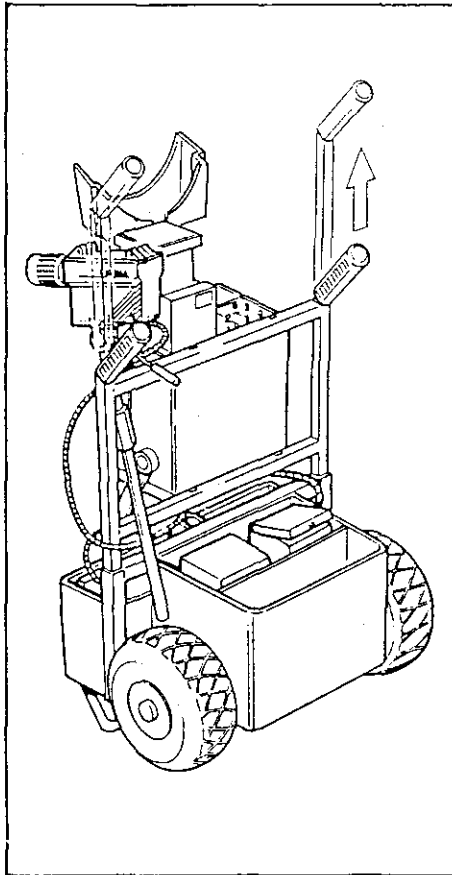


그림 3.6 이동형 시스템

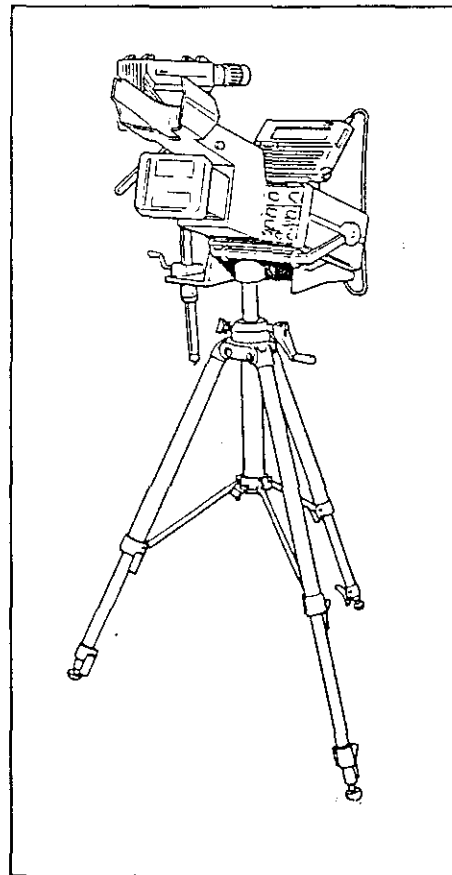


그림 3.7 고정형 시스템

5) 상호 연결

주사기는 단일 상호연결케이블에 의하여 디스플레이 유니트에 연결된다. 케이블은 디스플레이 유니트 배후의 주사기 소켓에 연결된 플러그로 이어지며, 이 플러그는 지지된 클립위치에 고정되고 주사기상의 플러그는 하부 유니트에 위치한 두 스크류에 의해 고착된다.

(주: 상호연결 케이블 제거시 디스플레이 유니트 지지 크립을 풀고 정상적인 방법으로 플러그를 제거하여야 한다. 클립이 유지된 상태로 소켓에서 플러그제거는 결코 시도해서는 안되며, 시도할 때는 케이블, 장치 또는 둘다가 파손될 우려가 있다.

휴대용 온도감식 컴퓨터 (TRC) 는 디스플레이 유니트 배후의 데이터 소켓에 연결시키며, 시스템에 대한 상호연결은 그림 3.8에 나타내었다.

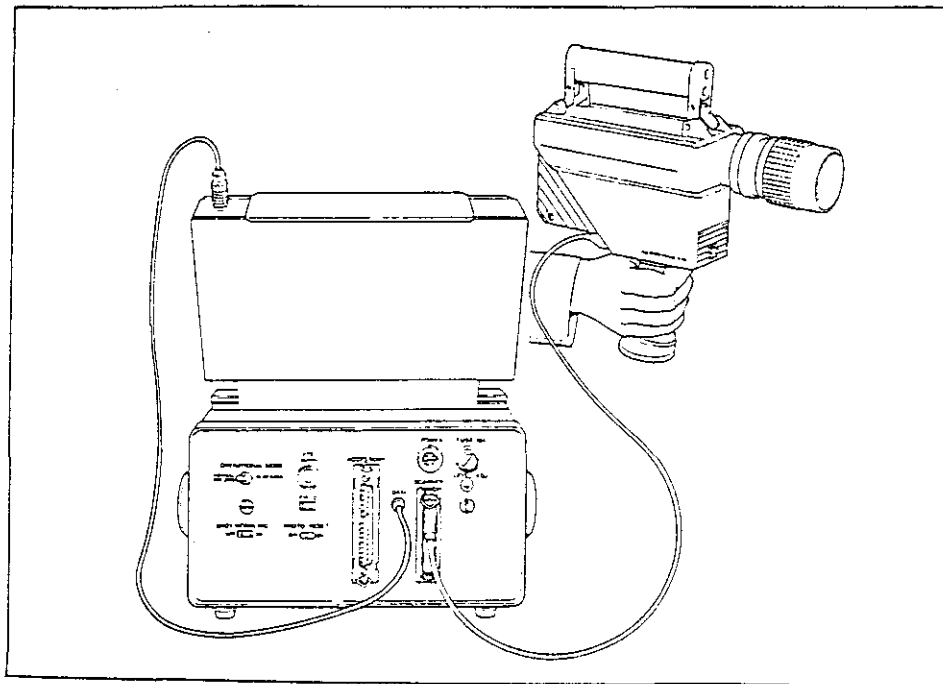


그림 3.8 열탐상기 상호연결

6) 전원장치

열탐상기 R 870 사용에 필요한 전원은 디스플레이 유니트와 주사기는 $\pm 15\text{ V DC}$ 이고 컴퓨터에 대해서는 $\pm 5\text{ V DC}$ 이다. 시스템은 축전지나 AC / DC전원 전환장치에 의해서 임의로 공급한다. 충전 축전지는 재충전할 수 있는 두가지 형의 니켈카드뮴(Nicd) 축전지를 사용한다.

(a) 중량형 : 최소 두시간 연속작동용으로 7.0 Ah

(b) 경량형 : 1.2 시간 연속작동용으로 4.5 Ah

(c) 전원연결 : Battery Packs 나 Power Supply/Charger Unit 는 그림 3.9 에 나타난 것처럼 연결한다.

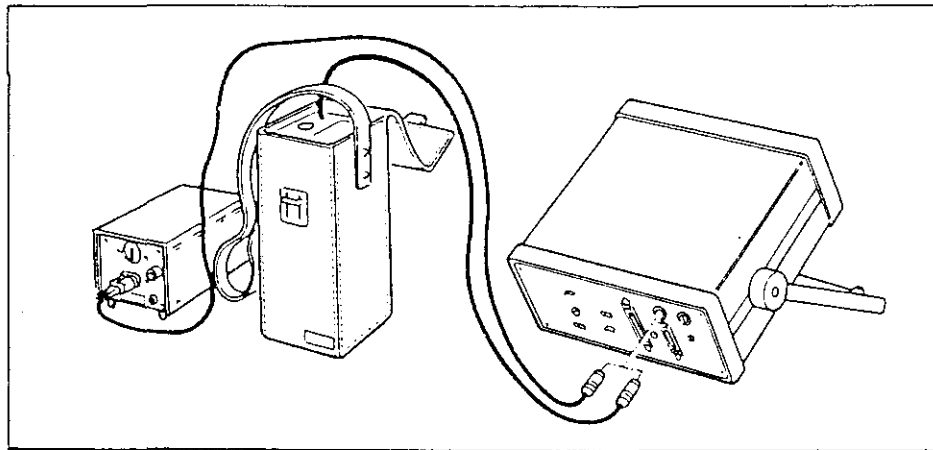


그림 3.9 표준 축전지 충전과 충전기 유니트

(d) 메인으로 부터의 전원 : Power Supply/Charger Unit 는 100-240 $\text{V} \pm 10\%$ AC로 가동할 수 있으며 두개의 $\pm 15\text{ V}$ 출구단자와 열탐상기 디스플레이 유니트에 사용한 고정케이블과 악세사리 즉 DISCON 에 대한 접속부가 각각 한개씩 있다.

연결한 Power Supply/Charger Unit 에 AC를 공급하기 전에 장치의 전압설정이 바로 되었는가를 점검하여야 한다. 전압설정을 할 경우 다음과 같이 변화시켜야 한다.

7) 전압 선정

주의 : 다음 조작을 수행하기 전에 AC공급장치로 부터 유닛을 차단한다.

1. 작은 스크류드라이버나 더 작은 것의 날을 사용하여 주입력 장치의 두껍을 연다.
2. 퓨우즈 블록 어셈블리를 제거하고 틀에서 전압선정 카드를 제거한다.
3. 카드하부에서 사용전압을 읽고서 카드의 방향을 바로 잡는다.
4. 접속부의 인쇄된 면을 향하여 카드를 넣고 하부모서리에서 원하는 전압을 읽고 첫번째 소켓에 공급한다.
5. 퓨우즈 블록과 두껍을 복귀시킨다.
6. 원하는 전압을 나타내는가 지시계의 바늘을 확인한다.
7. 스위치를 ON으로 하고 전원장치를 시험한다.

8) 퓨우즈 교환

1. 작은 스크류드라이버나 더 작은 것의 날을 사용하여 주입력 장치의 두껍을 연다. 퓨우즈는 유럽식이나 미표준 퓨우즈 중 적당한 것을 선택할 수 있다. 퓨우즈 교환은 계속해서 다음에 따른다.

2. 퓨우즈 블록은 2 회전으로 크로스헤드스크류를 풀어 제거시키고 크로스헤드스크류로 부터 떨어져 위로 향해 블록을 슬라이딩시켜 퓨우즈를 제거한다. (주의 : 더미퓨우즈가 더 낮은 호울더에 적합

하지만 두 유럽식 퓨우즈도 필요하다.

3. 브라운 퓨우즈를 제거해 버리고 호울더에 새 퓨우즈를 끼운다.

4. 퓨우즈 블록을 복귀시키고 크로스헤드스크류를 꼭 죄인다.

(주: 유니트의 내부에는 열스트립스위치며, 이 스위치가 작동하면

전원장치의 두껍을 제거하고 스위치를 재설정한다.

5. 퓨우즈 블록과 두껍을 복귀한다.

6. 원하는 전압을 나타내는가 지시계의 바늘을 확인한다.

7. 스위치를 ON으로 하고 전원장치를 시험한다.

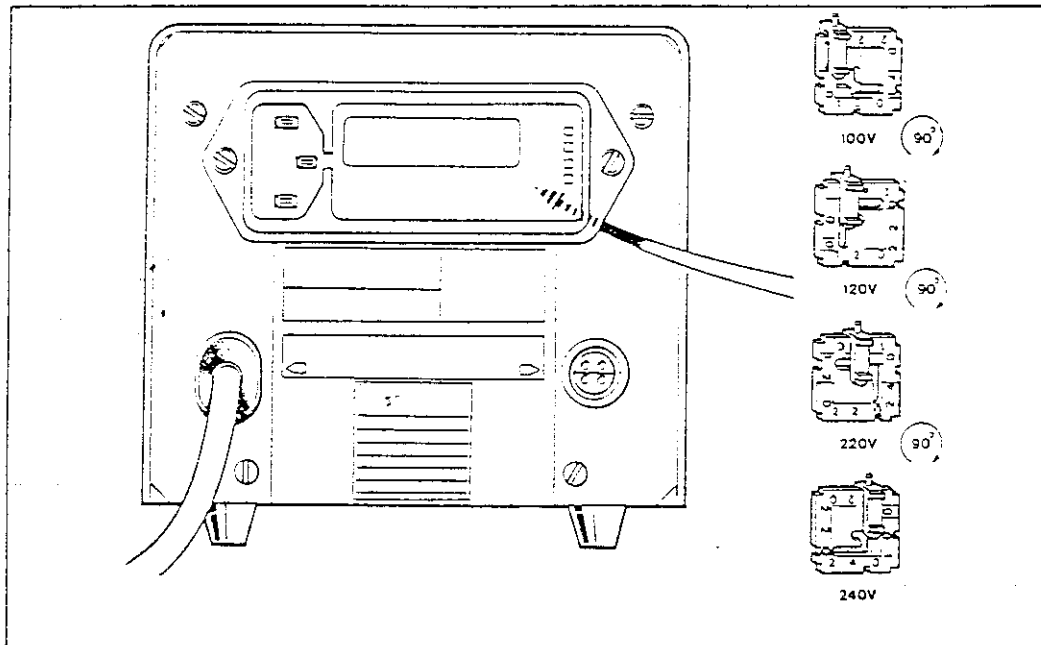


그림 3.10 전원장치 / 충전기 유니트, 전압 선정기

9) 축전지 충전

(1) 중량형

AC Power Supply/Charger Unit 는 역시 이 축전지형으로서 재 충전하여 사용한다. 두 축전지는 케이블 part no.192844(DISCON 전원장치 케이블과 같다.) 를 사용하여 동시에 충전한다.

축전지 충전시간은 완전히 방출시켜 완전히 충전하는데 거의 18 시간 소요된다. Power Supply / Charger Unit 는 열탐상기와 DISCON 시스템의 전원공급에 사용하거나 축전지 충전에 사용할 수 있지만 한쪽만 사용이 가능하다.

(2) 재충전

1. 전원장치로부터 축전지에 케이블을 연결시킨다.
2. 연결된 전원장치에 AC 를 공급한다. 축전지상에 LED 가 점등된다.
3. 축전지는 16 - 20 시간 충전시킨다.(주① 참고),
4. 축전지는 $+30^{\circ}\text{C}$ ($+68^{\circ}\text{F}$) 이상 또는 $+10^{\circ}\text{C}$ ($+50^{\circ}\text{F}$) 이하 온도에서 충전시키지 않는다.

(3) 경량형

이 축전지는 분리 충전유니트가 설치되어 있어서 직접 플러크로 AC 를 공급할 수 있다. 완전히 방출된 축전지에 대한 충전시간은 14 - 18 시간이다.

(㉞ : ① Nicd 축전지가 사용되고, 축전지의 과충전의 위험이 없고, 축전지를 바로 사용하더라도, 사용하지 않을 때는 축전지 충전기로부터 축전지를 제거하여야 한다.

- ② 최신 Nicd 축전지도 비록 그것이 총용량의 일부가 방출되고 재충전하였다고 하더라도 “MEMORY” 되지는 않는다. 그것은 축전지가 년에 3 - 4 번 즉 완전방출과 그 다음에 재충전 (정상적인 사용으로는 규칙적으로 축전지를 충전시킬 수가 없다.)을 순환시켜야 제대로 된다.
- ③ NiCd 축전지는 휴대용 기기에 대하여 가장 실용적인 전원 공급원이다. 여러번 충전과 방전을 할 수 있고 용량도 적당하다. 또 저온작업과 충전이 가능하고 위험이 없으므로 방치할 수도 있다. 하지만 전압이 $1V / cell = 10$ 볼트 이하일 때는 전류 송출을 계속해서는 결코 안된다. 축전지를 규칙적인 간격으로 재충전하는 습관을 가지도록 하여야 한다.
- ④ 새 NiCd 축전지에서의 충분한 용량은 2 - 3 회 완전 방출과 충전 순환후에 얻을 수 있다.
- ⑤ ① - ④는 축전지의 양쪽 형에 다 적용된다.

10) 초기 조작

(1) 조작

장치를 조립하고 점검한 후 다음을 사용하여 착실히 작동테스트를 하면 열탐상기 조작이 가능하다. 초기조작은 Power Supply /Charger Unit 를 사용하여 수행하면 된다. AC 공급에 대한 절환 전에 모든 스위치의 위치와 기능과 조정을 익숙하게 한다.

(a) 주사기는 디스플레이 유닛에 바르게 연결되었으며, Power Supply/Charger Unit AC 설정이 사용하는 전원공급에 대하여 바

르게 설명되었는가, 유닛이 메인에 연결되었는가, 렌즈 두께의 제거와 구경과 필터 조정이 0으로 설정되었는가를 확인한다.

(b) 디스플레이 유닛의 Power ON/OFF 스위치를 ON에 설정한다.

(c) LED가 점등하였는가를 점검한다.

(d) 주사기 모터 시동과 (20 초이내) 스케일 점등이 켜지고, 레스트는 디스플레이 스크린상에 나타나는가를 확인한다.

(e) PICTURE MODE 선정기를 “GRAY SCALE”로 설정한다.

(f) MEASURE/PAN 스위치를 “ MEASURE”로 설정한다.

(g) 그레이 스케일 눈금은 다음과 같이 조절한다.

(i) CONTRAST 조정기를 완전히 역시계 방향으로 설정한다.

(ii) BRIGHTNESS 조정기를 완전히 화면영역에서 중간회색이 되도록 조절한다.

(iii) 눈금을 매긴 그레이 톤을 얻도록 CONTRAST 조정기를 재조절한다. 중간회색으로 화상의 베이스에서는 검게하고 화상 상부에서는 회게 한다.

(iv) PICTURE MODE 선정기를 NORMAL로 설정한다.

(h) THERMAL RANGE 스위치를 10으로 설정한다.

(i) 주사기로 시험물체의 포인트를 잡는다. 즉 사람얼굴

(그림 3.11)

(j) 스크린상에 물체의 열영상이 나타날 때까지 THERMAL LEVEL 을 조절한다.(그림 3.12)

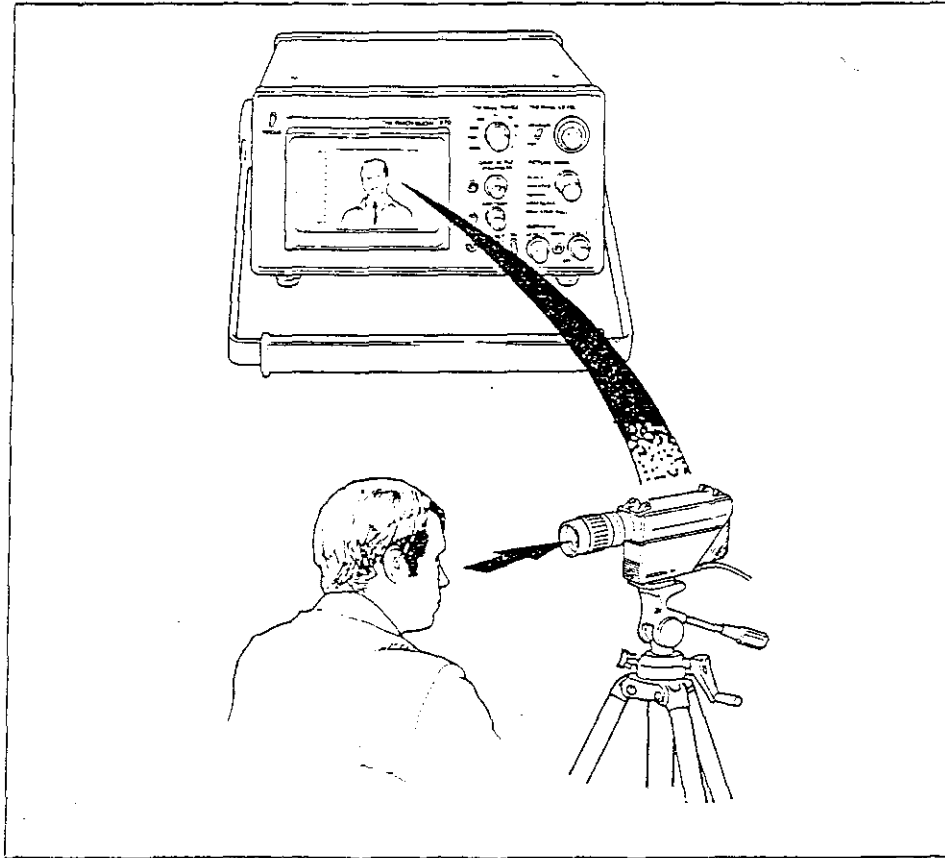


그림 3.11 초기 조작

(주) : 그레이 스케일 화상으로 얻어진 설명서의 설정은 작동시 GRAY STEP 모우드 선정으로 완화될 수 있다. GRAY STEP 의 선정은 5 개의 각각의 레벨을 연속적인 그레이톤 화상으로 분리된다.

각각 분리된 레벨은 디스플레이 화면의 상부에서 백색으로 디스플레이 화면에 같은 영역을 차지한다.

(k) 렌즈의 초점을 수동으로 가장 선명한 영상이 되도록 조절한다.

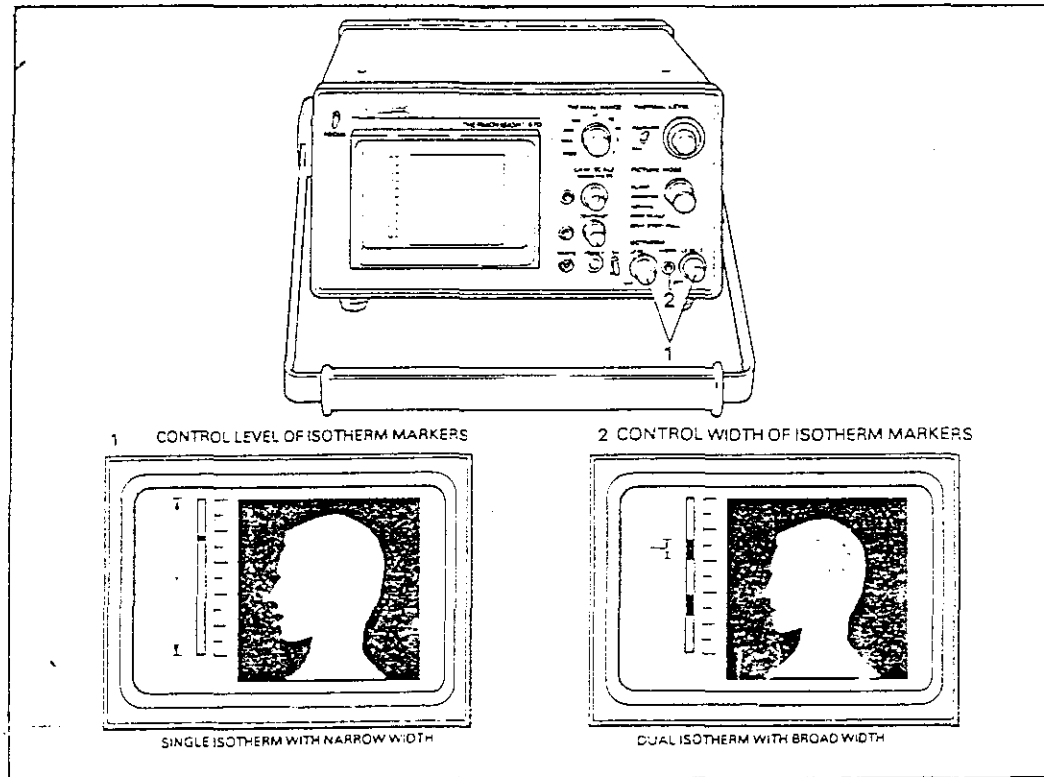


그림 3. 12 등온선 조정기의 조절

(2) 등온선 조정

다음과 같은 절차로 조정하여 시험한다. (그림 3.12)

(a) 등온선 표시물이 등온선 눈금 (화면의 왼편면) 상에 나타날 때까지 OFF 위치로부터 ISOTHERM LEVEL 조정기를 돌린다.

(b) 원하는 등온선 표시물 폭을 얻을 때까지 ISOTHERM WIDTH 조절한다.

(c) 물체의 가장 낮은 온도와 가장 높은 온도를 알 때까지

ISOTHERM LEVEL 조정기를 조절한다. 이것은 모니터한 온도 레벨로서 디스플레이된 포화백색으로 지시된다. 등온선 눈금의 고저한계 양쪽의 차를 넘는다면 최고저 물체 온도로 디스플레이 할 수 있을 때까지 THERMAL RANGE 를 제조조절한다.

(d) 두개의 레벨이 각각 등온선 눈금상의 0 위치에 같아지게 THERMAL LEVEL 로 중심을 조절한다.

(e) 선정된 RANGE 한계내로 두 온도 레벨 사이에 가장 폭넓게 진행되는 위치로 THERMAL RANGE 스위치를 조절한다.

(f) PICTURE MODE 스위치를 INVERTED 로 설정한다. 백색은 냉각기 온도를 지시하고 흑색은 가열기 온도를 가르키는가를 점검한다.

11) 검사와 점검목록

시스템이 작업에 부정확하다면, 그것은 조정 혹은 스위치의 부정확한 위치에 기인되며, 점검시 가장 명백한 포인트를 아래에 수록하였다.

그것은 역시 이 절이 표준 시스템 작동과 열측정 항목의 관계를 언급하였기 때문이다. 아래 점검 목록들은 사람의 얼굴을 조사 물체로 사용한 경우이며 보다 높은 온도나 낮은 온도의 시험물체를 사용한다면 THERMAL LEVEL 과 RANGE 를 적당하게 변화시켜야 할 것이다.

항목이나 조정기를 다음과 같이 설정하여 점검한다.

(1) 주사기

(a) 렌즈 캡을 제거한다.

- (b) FILTER를 0로 설정한다.
 - (c) APERTURE을 0로 설정한다.
 - (d) 모터를 가동한다.(DISPLAY UNIT ON/OFF 스위치를 ON으로 설정한다.)
 - (e) FOCUS를 정확하게 설정한다.
 - (f) 상호연결 케이블을 정확하게 마무리한다.
- (2) 디스플레이 유닛 (FRONT PANEL)
- (a) THERMAL RANGE를 10으로 설정한다.
 - (b) THERMAL LEVEL을 30으로 설정한다.
 - (c) MEASURE/PAN을 MEASURE로 설정한다.
 - (d) PICTURE MODE를 누르고 NORMAL로 설정한다.
 - (e) BRIGHTNESS AND CONTRAST를 중간 위치로 설정한다.
 - (f) POWER ON/OFF를 ON으로 설정한다.
 - (g) ISOTHERM LEVEL 조정기를 완전히 역시계바늘 방향으로 한다.
 - (h) POWER LED가 점등한다.
- (3) 디스플레이 유닛 (REAR PANEL)
- (a) OPERATION MODE 스위치를 NORMAL/RECORD로 설정한다.
 - (b) PHOTO PRESET를 OFF로 설정한다.
 - (c) SPOT WOBBLING을 ON으로 설정한다.
 - (d) FIELD 스위치를 4로 설정한다.
 - (e) 모든 악세사리들을 분리시킨다.
 - (f) 주사기 유닛을 바르게 연결시킨다.

(g) POWER SUPPLY/CHARGER UNIT 를 연결하고 적당하게 조정하여 AC 공급장치를 연결시킨다.

조정기로 최소 조절로 얻어진 화상을 보정한 위치에 설정한다. 그림 3.13 은 정상적으로 가열한 방열기의 사진을 나타내었고, 그림 3.14 는 온도구배와 비가시적인 내부구조를 나타낸 더모그램이다.

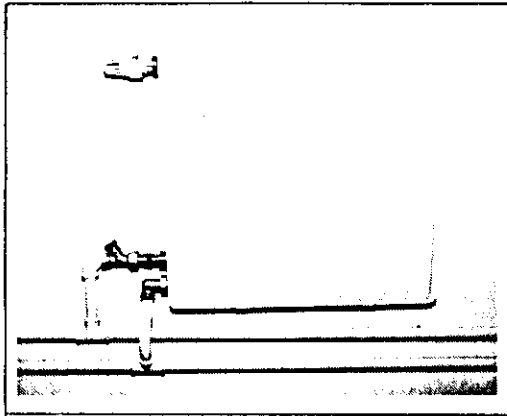


그림 3.13 정상가열된 방열기

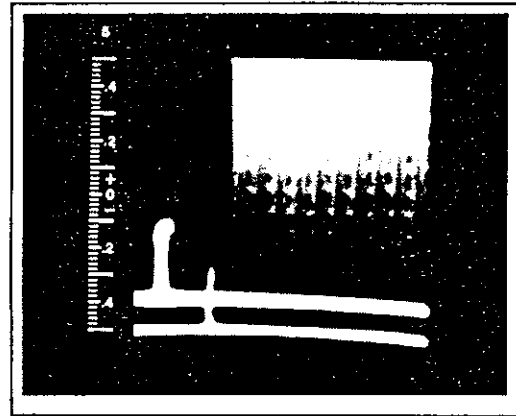


그림 3.14 정상가열된 방열기의 더모그램

12) 주사기 유닛

적외선 주사기 유닛은 전자 비디오 신호로서 물체로부터 방사된 전자기 열에너지를 전환시킨다. 이들 신호를 증폭시키고, 디스플레이 모니터로 상호연결된 케이블에 의해 더 증폭된 신호는 전송되어지며 합성영상은 디스플레이 화면상에 재생된다.(그림 3.15 참조)

주사기 유닛은 다음과 같이 이루어진다.

- ① 전기광학적인 주사 메카니즘
- ② 적외선 검지기
- ③ 비디오 인터페이스

④ 전자 조정기와 데이터 출력에 대한 마이크로 프로세스

주사된 물체로부터 방사된 전자기 에너지는 거울로 적외선 렌즈로 집중되고 그 거울은 DC 모터로 발진시킨다. 발진된 거울로부터의 광학적 출력은 1600 RPM 으로 회전하는 수평 다각형 거울상으로 3 개의 고정된 거울에 의해 집중된다. 마이크로 프로세서는 디스플레이 유니트 트리거 회로로 수평적이고 수직적인 트리거 펄스에 대처한다. (그림 3.16 은 간단한 블록선도를 나타내었다.)

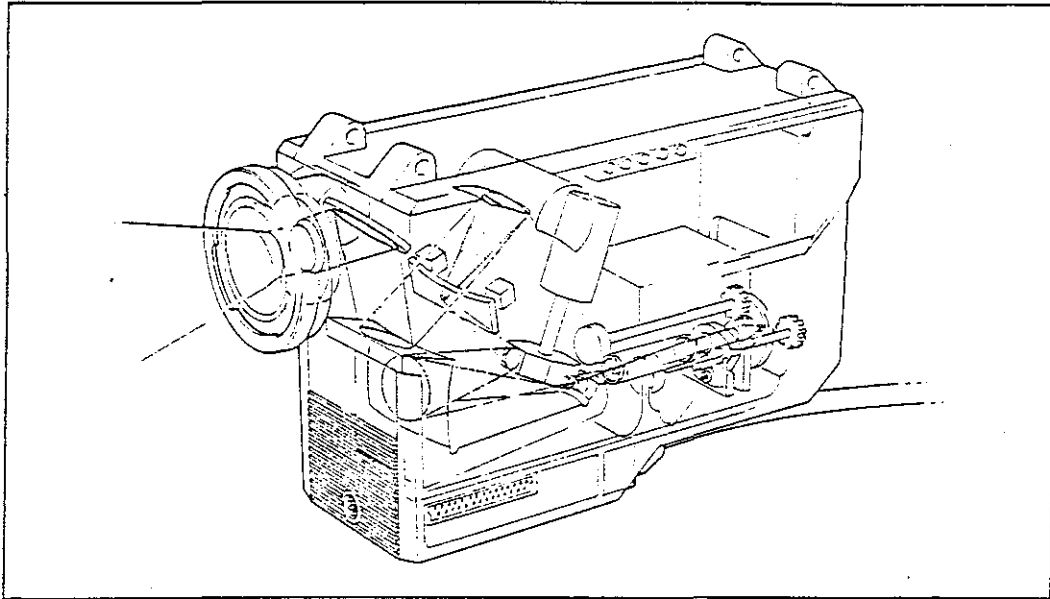


그림 3.15 열탐상기 주사기의 투시도

발진된 거울과 수평모터는 하나의 인터레이스 프레임 (그림 3.17) 개개는 100 개의 수평주사선을 가지고 4 필드에서 진행되는 방법으로 동조한다.

이들 중 70 은 필드당 활성 영상선으로 또는 프레임당 280 이 사용된다.

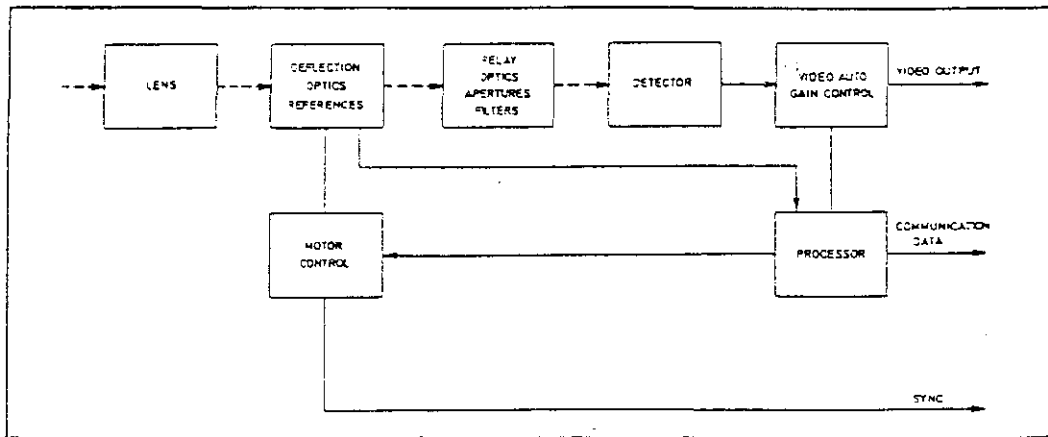


그림 3.16 열탐상기 주사기의 간단한 블록선도

25 필드 / 초의 주사속도로 완전하게 인터레이스된 화상 프레임 / 초 25/4 는 이와같이 진행된다. 수평다각형 거울로부터 반사된 빔은 선정된 구경 유닛과 필드유닛을 포함한 광학릴레이의 설정을 통해 패스하여 포인트 검지기상에 최종적으로 집중된다.

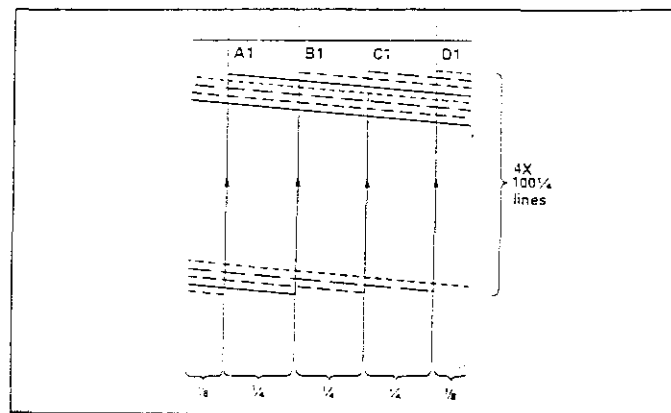


그림 3.17 단일 인터레이스 프레임

(1) 검지기

검지기는 SPRITE(Signal PROCESSing In The Element)라고 한다. 본질적으로 검지기는 사파이어 기질에 부착한 적외선 감지 물질의 스트립이다. (텔루르화 수은 카드뮴) 검지기칩의 작은 영역을 적외선 복사에 노출시키면 과전류 캐리어가 그 영역에서 발생한다. 과전류 캐리어 'Drift'는 스트립을 따라서 주사된 영상과 함께 동일 속도로 연결되어 감식영역으로 향한다. 그러므로 과잉캐리어는 적외선 영상과 함께 스트립을 따라서 공급되며 모든 캐리어는 동시에 감식영역에 도달하는 결과를 초래한다. 그 결과는 검지기 자체 (그림 3.18)로 부터 내부적분 기능에 의해 얻어진 시그널 / 노이즈에서 개선된다.

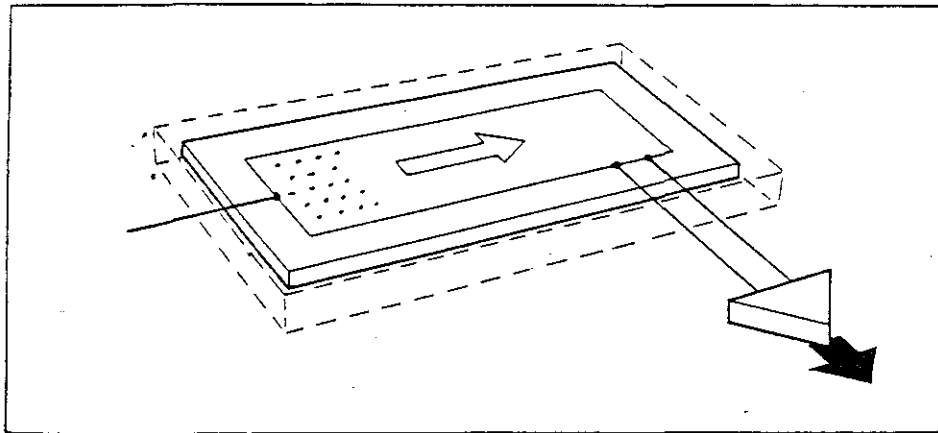


그림 3.18 내부적분 기능

SPRITE 검지기는 -70°C 의 온도에서 작동한다. 이는 캡슐 삽입형으로 일원화한 3단 열전냉각기 (펠티에 원소)를 사용한다. 이 단일 원소 SPRITE 검지기는 $2 \sim 5 \mu\text{m}$ 간의 복사를 감지한다. (그림 3.19)

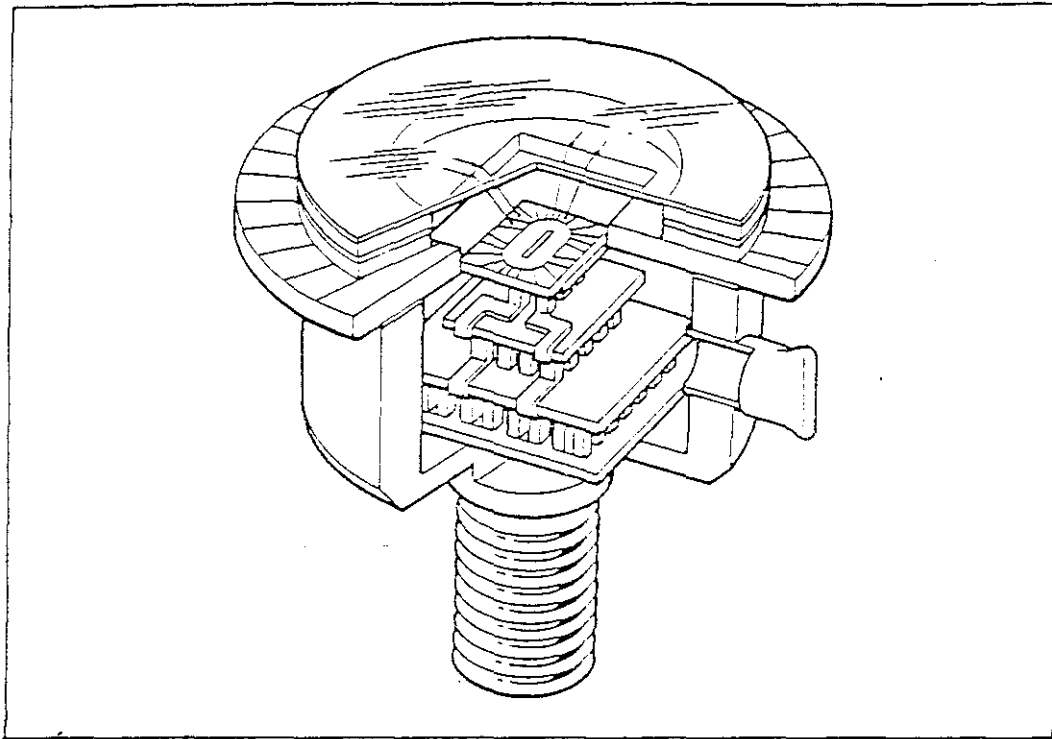


그림 3.19 열전냉각기와 SPRITE 검지기

(2) 렌즈

① 호환성 렌즈

주: 렌즈 교환시 렌즈의 표면 코팅에 닿지 않도록 특별히 주의해야 한다. 반사 도장이 되어있어 짝을 때는 주의해야 하며 먼 양모에 에틸알코올을 적시어서 렌즈를 짝는데 사용해야 한다. 렌즈를 용액으로 한번 짝은 먼 양모는 버리며, 베니어넛 피팅을 갖는 렌즈는 유의해야 한다.

렌즈는 베니어넛 피팅 (그림 3.2) 과 포토그래픽 렌즈와 같이 동일 방법으로 주사기에 고정시킨다. 피팅이나 렌즈 교환을 할때는 다음과

같은 점을 유의해야 한다.

(a) 항상 주사기 유니트의 가장 가까운 링에 그리핑하여 렌즈를 고정시키거나 제거한다.

(b) 피팅이나 렌즈 교환시 타물질의 유입으로부터 주사기에 고정된 렌즈를 보호한다.

(c) 렌즈나 광학주사기의 표면접촉은 피한다.

(d) 영역에 장치된 렌즈로부터 어떤 오물이나 모래를 제거한다.

(주: 한번 고정시킨 렌즈는 교환시에만 주사기로 부터 제거한다.

그러므로 주사기는 가능하면 렌즈부착을 완성시켜서 이동용 케이스로 복귀시키는 것이 최선이다.

② 렌즈 형태

열탐상기의 주사기 유니트는 7° 에서 40° 까지 변화시켜 관측장에 4 개의 다른 표준 렌즈중의 하나로 고정시킬 수 있다. (그림 3.20)

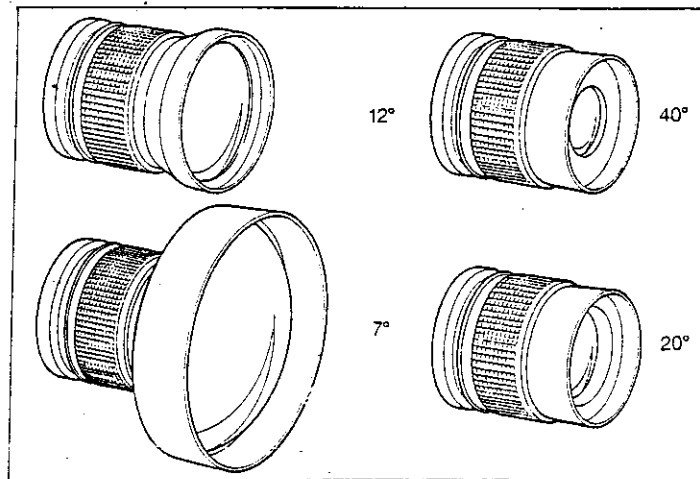


그림 3.20 열탐상기 렌즈

표 3.1 은 사용할 수 있는 렌즈의 대표적인 값을 수록하였다.

〈 표 3.1 〉 렌즈 사양

Lens	Min Focus	Focal dist	Geo Res *
7°	1.2 m	110 mm	1.4 mrad
12°	0.8 m	665 mm	2.3 mrad
20°	0.5 m	38 mm	3.9 mrad
40°	0.3 m	19 mm	7.8 mrad

기하학적 리졸루션은 50 % 콘트라스트에서 공극응답으로 측정된다.

정상적으로 포토그래픽 렌즈를 교환하고 초점을 맞춘 것과 같은 동일한 방법으로 렌즈를 상호교환하고 초점을 맞출 수 있다.

고정된 렌즈는 거의 20 mm의 물체 거리로부터 매크로 작업에 사용할 수도 있으며 13 × 13 mm의 영역을 디스플레이 유니트의 완전크기로 확대시킬 수 있다.

(3) 물체장 데이터

아래 표와 그림 3.21 은 설정거리 d에서 주사된 필드 주위 물체의 차원을 주고 4 개의 다른 렌즈를 사용하였다.

표 3.2 역시 물체의 샤프한 그림으로 얻어지는 것으로써 포커스의 심도를 상실하였다.

(4) 광학 코팅

광학 코팅이 사용된 열탐상기 (그림 3.22) 은 2.0 에서 4 μm 영역의 스펙트럼으로 주사기의 상대응답을 증가시켰다. 이것은 요구하는 즉 표적용법, 석유화학과 레이저 응용스펙트럼 필터링의 이점이다.

표 3.2 주사된 필드(w)와 여러 거리에서 설정(d)한 포커스의 심도(H)

Lens	d	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	5	10
$7^{\circ} \times 7^{\circ}$	W				0.13	0.22	0.34	0.59	1.2
	+				0.04	0.12	0.30	1.2	4.6
	-				0.04	0.11	0.25	0.7	2.4
$12^{\circ} \times 12^{\circ}$	W			0.13	0.23	0.42	0.65	1.1	2.1
	+			0.05	0.13	0.41	0.83	4.2	∞
	-			0.04	0.10	0.29	0.62	1.6	4.7
$20^{\circ} \times 20^{\circ}$	W		0.14	0.22	0.37	0.68	1.0	1.7	3.5
	+		0.05	0.16	0.45	1.9	12.1	∞	∞
	-		0.04	0.11	0.25	0.6	1.3	2.8	7.1
$40^{\circ} \times 40^{\circ}$	W	0.17	0.34	0.59	0.82	1.6	2.4	4.0	8.2
	+	0.05	0.29	1.90	∞	∞	∞	∞	∞
	-	0.03	0.12	0.30	0.60	1.30	2.20	4.10	9.0

(주) : 모든 측정단위는 미터이다.

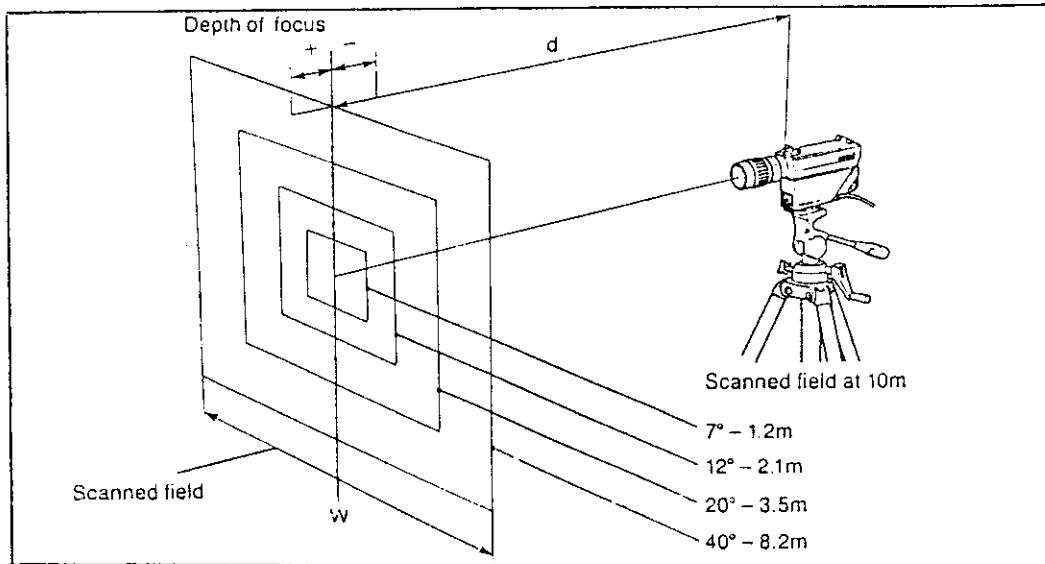


그림 3.21 여러가지 렌즈로 주사된 표면의 차원

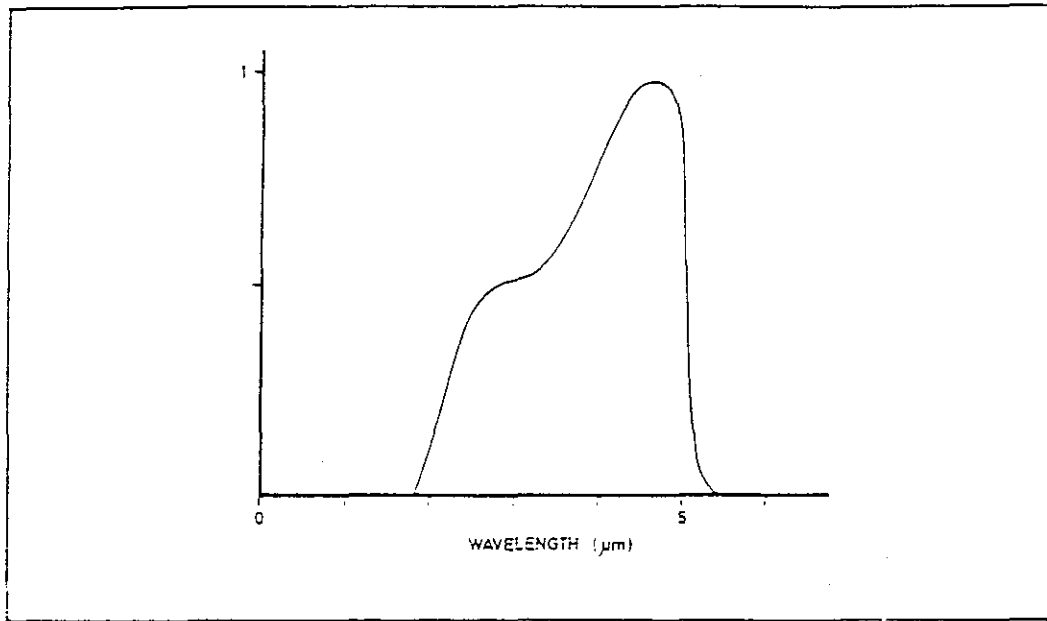


그림 3.22 광역 코팅 응답

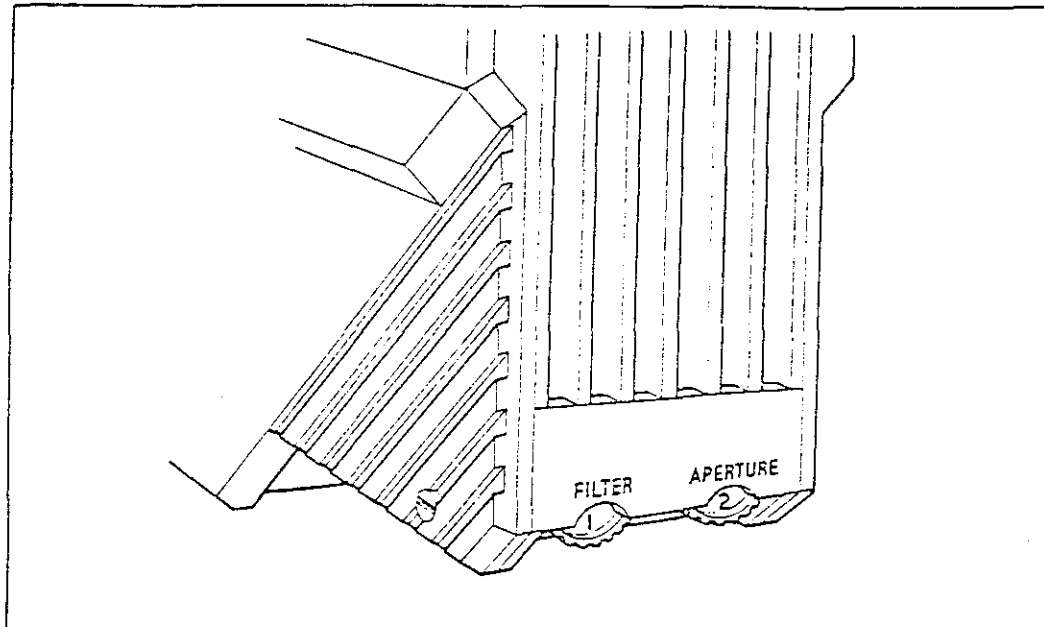


그림 3.23 구경과 필터 조정기

(5) 구경 선정

조립주사기의 배후에 고정된 것은 0, 1과 2로 표시된 3 구경에 대해 위치한 구경 터릿이다 (그림 3.23). 구경은 필터 사용없이 측정할 수 있는 물체 온도를 -20°C 에서 $+500^{\circ}\text{C}$ 까지 커버링 할 수 있기 때문에 선정한다. 보다 작은 구경(2)은 고온을 관찰할 수 있으며, 구경 역시 확실하게 온도범위간에 20%의 중첩으로 선정된다. 처음 표준시스템 설정 목적은 최상 감지 세팅을 위해 구경을 설정한다(0).

(6) 필터

필터는 주사기 유니트에 수용된 필터 터릿에 고정시킨다. 두개 필터의 최대는 회전홀더로 고정할 수 있으며 주사기 배후에서 조정한다.

(주) : 조작자는 아래에 나타낸 것처럼 2 위치에서 필터를 교환할 수 있으며 1 위치에서의 필터는 항상 공장에서 고정한다.

필터제조 혹은 설치에 관해서는 주사기의 왼쪽면 커버 (뒤에서 볼 때) 를 제거한다. 다음 순서로 필터영역 (그림 3.24) 을 노출시켜 pcb 를 제거하십시오.

(a) 부착이 명확한 처음 위치(2)까지 필터 터릿을 돌린다. 이것은 필터 선정 조정기상에 CH를 가르킨다.

(b) 새로운 필터를 설치하여 고정시키고 로킹링으로 필터를 잠근다.

(c) 설치된 유니트를 그 원래의 위치로 돌린다.

(d) pcb를 교체한다. 교체한 접속을 점검하며, 스크류를 꼭 죄이고 주사기 커버를 교체한다.

주사기는 2 위치에 사용하는 검정된 두개 필터를 인도 받았다면 마이크로 프로세스에 필터를 설치한 것을 통지하여야 한다.

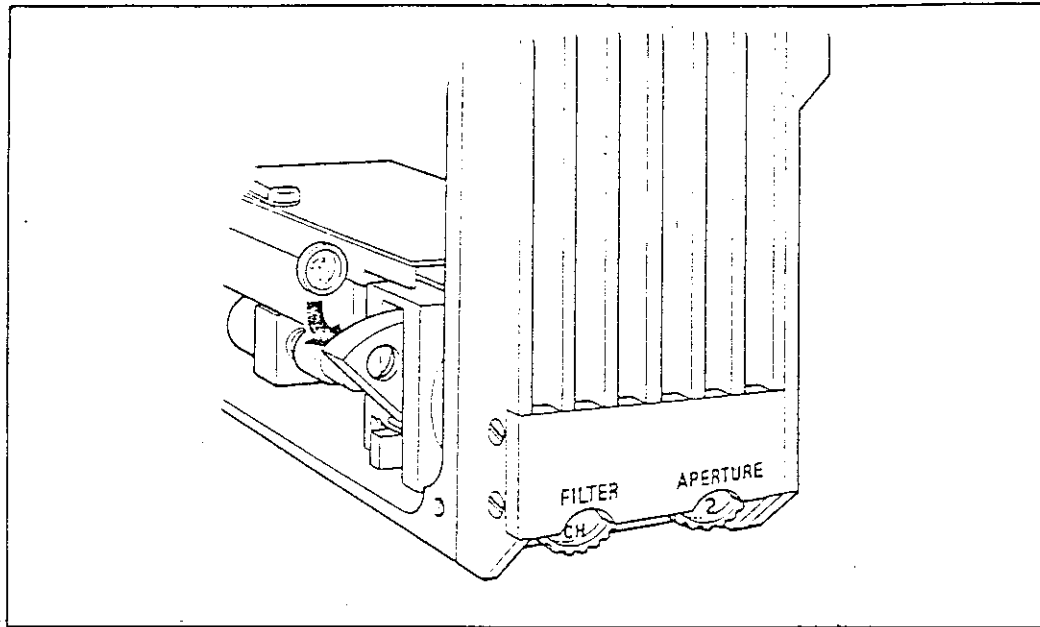


그림 3.24 필터 교환시 위치

이것은 프로세서 pcb (그림 3.25)에 설치된 스위치뱅크를 사용하여 수행한다. 스위치 1에서 3 (4는 구경측정에 사용함)은 마이크로 컴퓨터 (ON = 1 ; OFF = 0)로 정보가 주어지는 것으로 설정할 수가 있다.

그러므로 필터 교환후 검정 데이터 시이트에 포함된 결함에 대한 스위치 재설정에는 작은 스크류드라이브를 사용한다. PROM은 검정에 사용되는 TRC나 TIC-8000 보정상수 (R.B.F)를 제공할 것이다

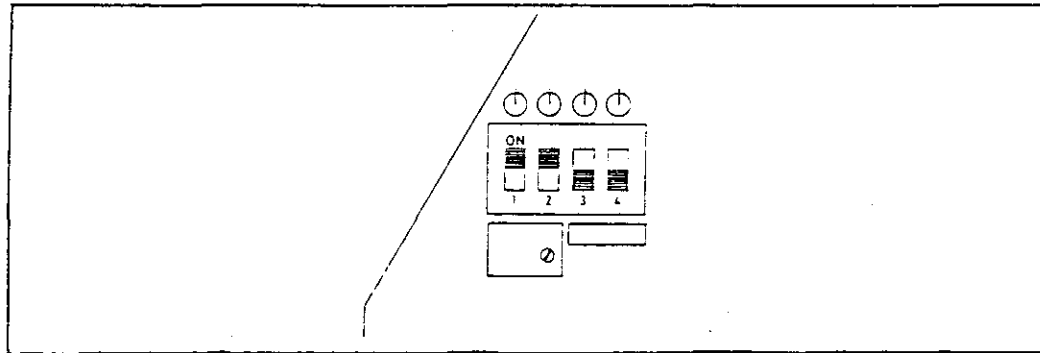


그림 3.25 대기 필터에 대한 스위치뱅크 세트

표 3.3은 표준필터번호와 사용법 목록이다. 이것은 완전한 목록이 아니며, 작업응용에 많은 다른 필터를 사용하는 것은 연구중이다.

표 3.3 필터

필터	기술	칼라코드
불꽃, 고온 “FLM”	불꽃을 사용하는 뜨거운 물체를 측정할 때 사용한다. 즉 로나 500 ~ 1,500 °C간의 물체에 대한 고온 제동 필터로서 사용한다.	흑 / 녹
대기 “ATM”	원거리에서 200 ~ 300 °C보다 뜨거운 물체를 측정할 때 사용한다.	흑 / 갈
이산화탄소 “COS”	CO ₂ 흡수대에서 에너지를 측정할 때 사용한다. 적정영역에서 에너지 결합.	흑 / 적
태양반사 “SRX”	3.4 μm 이하 즉 태양이 1.7 μm의 파이크에서 수신되는 것으로 부터 단파복사의 압축반사에 대하여 사용한다.	갈 / 적

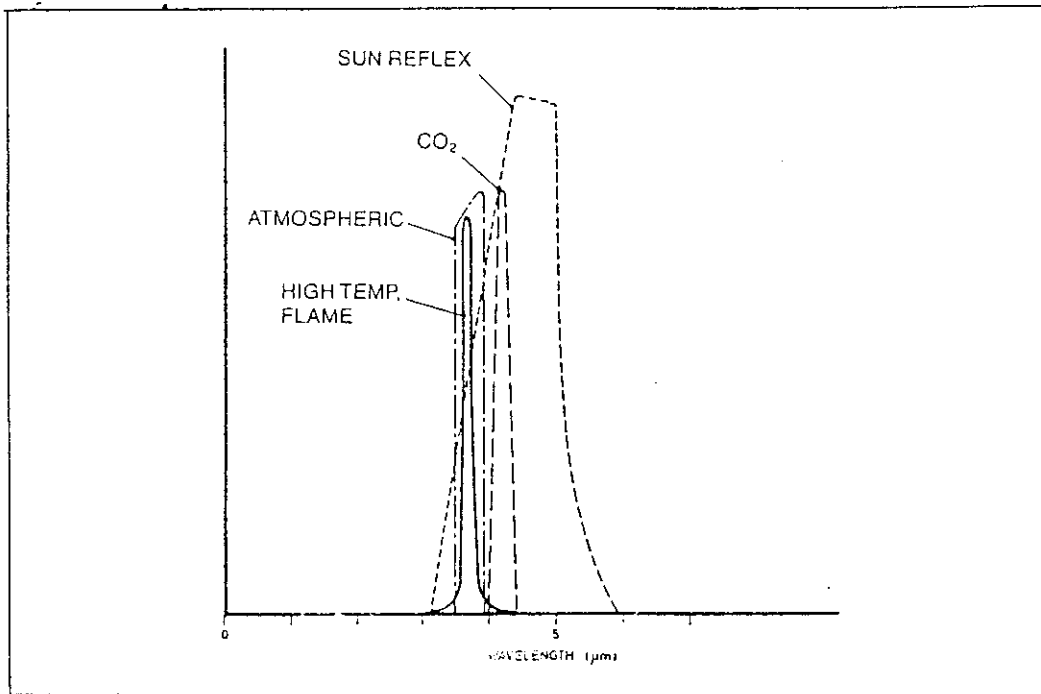


그림 3.26 필터 곡 선

필터에 대한 곡선은 그림 3.26 에 나타내었다. 칼라코드는 필터 (그림 3.27) 상의 점으로 나타내었다.

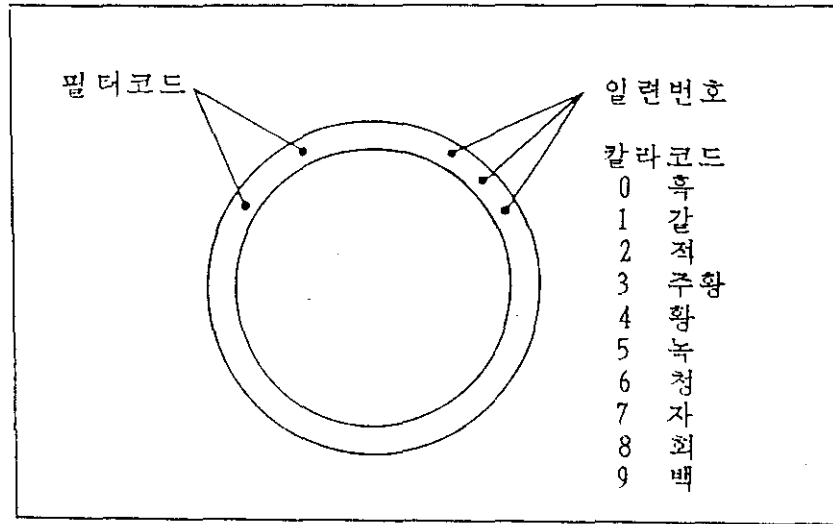


그림 3.27 필터 칼라코드와 일련번호

13) 디스플레이 유니트

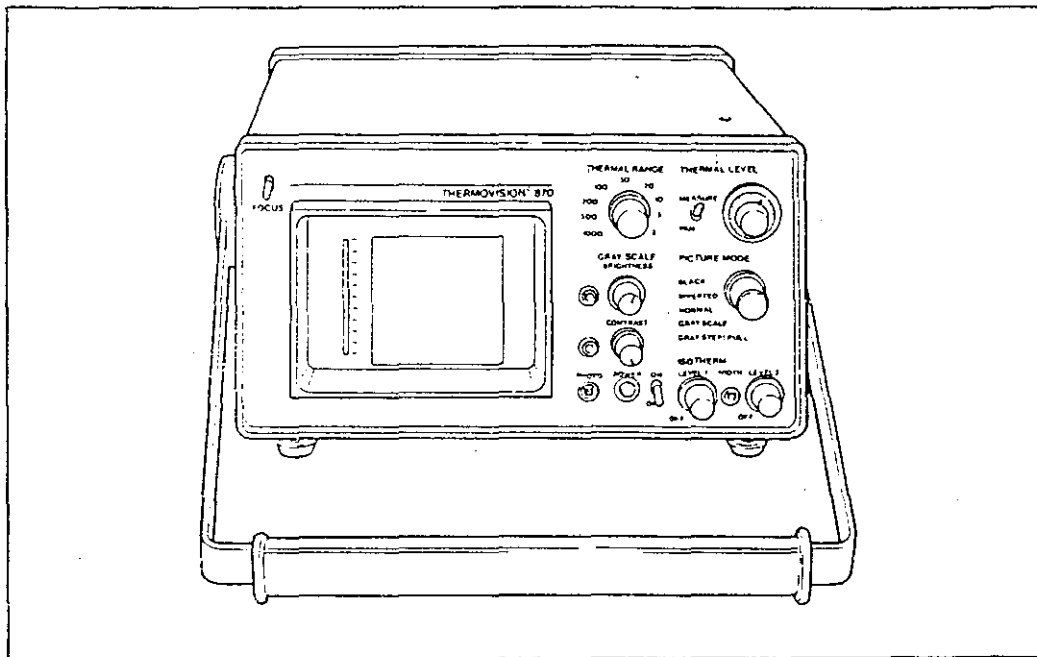


그림 3.28 디스플레이 유니트 - 전면

디스플레이유니트는 열탐상기 시스템에 대한 모든 작동 조정기를 수용한다. 각 조정기와 그 기능을 그림 3.28 과 그림 3.29 에 나타내었으며, 디스플레이 유니트의 전후 판넬에 대해서는 각각 표 3.4 와 표 3.5 에 설명하였다.

표 3.4 디스플레이 유니트 전면 판넬 조정기와 지시계

단 자 명	기 능
ON/OFF	이 두 위치의 스위치는 시스템의 전원에 사용한다. 스위치는 축전지 조정함 또는 전용으로서의 전원장치 / 충전 유니트 양쪽 다를 조정한다.
POWER(LED)	이 지시계는 디스플레이 유니트에 가용할 수 있는 전원을 나타낸다.
PHOTO	이 연결 소켓은 사진기록장치 결합에 사용한다.
GRAY SCALEBRIGHTNESS (MANUAL)	이 조정기는 디스플레이 명암을 증가 혹은 감소시킨다.
BRIGHTNESS(PRESET CONTROL)	이 스크류드라이버는 PHOTO소켓에 플러그를 연결한 사진기록장치가 활성화될 때나 사전조건설정 조정기를 ON으로 설정할 때 디스플레이상의 명암을 설정하여 조정기로 조절한다.
GRAY SCALE CONTRAST (MANUAL)	이 조정기는 디스플레이 대비를 증가 혹은 감소시킨다.
CONTRAST(PREST CONTROL)	이 스크류드라이버는 PHOTO 소켓에 플러그를 연결한 사진기록장치가 활성화될 때나 사전조건설정 조정기를 ON으로 설정하였을 때 디스플레이상의 대비를 조정기로 조절한다.

단 자 명	기 능
THERMAL RANGE	이 9개 위치의 스위치는 탐상물체의 열범위를 선정한다. 스위치는 2와 1,000사이의 등온선 유닛을 점검한다.
MEASURE/PAN	PAN에 기인한 영상을 설정할 때 이 두 위치의 스위치는 디스플레이된 물체의 평균 온도에 의해 결정한다. MEASURE MODE에서 온도 준위는 THERMAL LEVEL 조정기로 조절하고 다만 열 측정동안만 사용한다.
THERMAL LEVEL PICTURE MODE	이 조정기는 열영상의 0 열준위를 조절한다. 이 스위치는 디스플레이된 영상의 형태를 선정한다.
GRAY SCALE	이 위치는 화면상에 디스플레이된 연속적인 그레이 스케일을 조절한다.
NORMAL	이 위치는 정상적인 열영상 디스플레이를 선정하며, 정상보다 뜨거운 물체는 백색, 찬 물체는 흑색을 나타낸다.
INVERTED	이 위치는 반전디스플레이 표시에 사용한다. 즉 온=흑, 냉=백
BLACK	이 위치는 그레이 톤 영상 (ISOTHERM LEVEL과 WIDTH 조정기와의 결합에 사용한다) 압축시 디스플레이된 등온선 준위에만 조절한다.
GRAY STEP(pull)	이 푸시 풀 스위치는 5단계 그레이 톤 영상을 디스플레이 화면상에 연속적인 그레이 톤 영상을 변화시킨다.

단 자 명	기 능
ISOTHERM LEVEL (1)	이 조정기는 2 개의 등온선 기능 ON 중의 하나를 돌려서 사용하고 물체상 (포화백색으로 나타난다) 의 불연속 열 준위의 식별에 대하여 조절한다.
ISOTHERM LEVEL (2)	등온선 준위(1)을 보시오.
ISOTHERM WIDTH	이 조정기는 2 등온선 marker 의 넓이를 설정하고, 수직 스케일을 디스플레이 한다.
REMOTE FOCUS	렌즈를 부착시킬 수 있는 광학적인 포커스 모터 조작에 대한 이로 스위치.

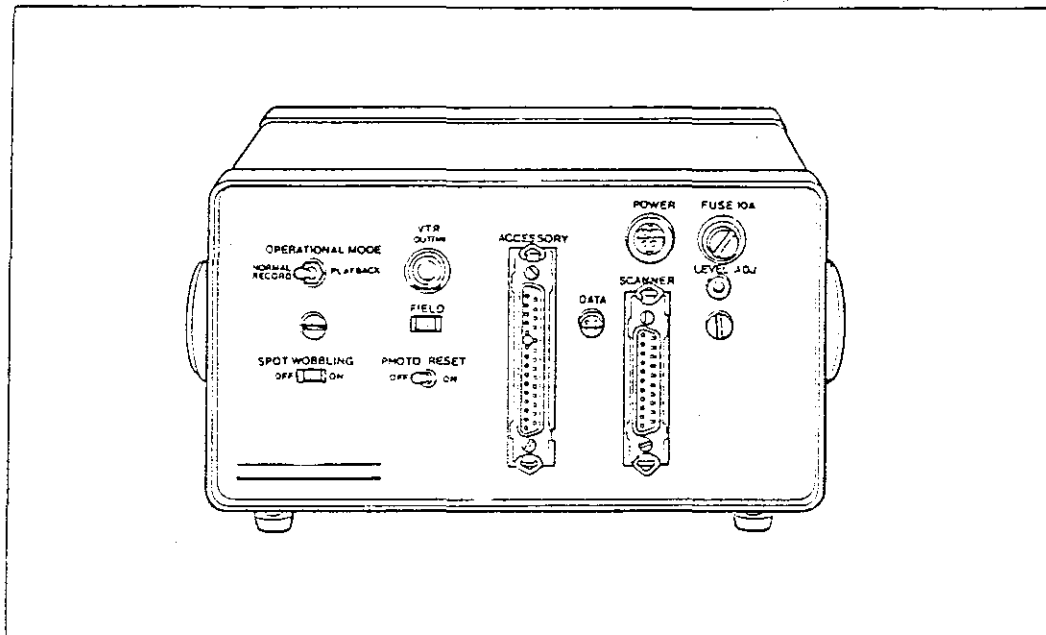


그림 3.29 열탐상기 디스플레이 유닛 - 전면

표 3.5 디스플레이 유니트 - 전면 패널접속단자와 스위치

단 자 명	기 능
SPOTWOBBLING	이 스위치는 SPOT WOBBLING이 디스플레이 영상에 부가할 것인지를 선정한다.
OPERATIONAL MODE	이 스위치는 디스플레이 (생 혹은 녹화)된 가상원을 선정한다.
NORMAL/RECORD	이 위치는 디스플레이나 녹화에 대한 정상적인 생영상을 선정한다.
PLAYBACK	이 위치는 VTR상에 사전에 기록된 재생영상을 선정한다.
FIELD 1-4	이 스위치는 필름상에 (일반적으로 4 위치가 된다) 기록할 필드를 1이나 4를 선정한다.
ACCESSORY CONNECTOR	소켓 악세사리는 디스플레이 유니트 즉 TIC-8000 혹은 DISCON의 악세사리 결합에 사용한다.
VIDEO	이 출력 소켓은 직접적으로 VTR에 연결시킨다.
POWER	이 플러그는 시스템의 양쪽 전원공급 연결에 사용한다.
DATA	이 출력 소켓은 직접적으로 TRC에 연결시킨다.
SCANNER	이 소켓은 디스플레이 유니트에 주사기 유니트를 연결시키는데 사용한다.
LEVEL ADJUST	이 조정기는 시스템 검량 동안 THERMAL LEVEL을 조절한다.
PHOTO PRESET	이 스위치는 ON으로 설정할 때 조작자는 사전조건설정 대비와 전면 패널상의 명암 조정기를 설정할 수 있다.

2. 컴퓨터

1) 개 요

열적화상은 인간의 눈으로는 알 수 없는 많은 정보가 내포되어 있다. 영상 공정시스템을 컴퓨터화하여 사용함으로써 간단히 정보를 처리할 수 있다. 영상 환원에 의하거나 한 영상에서 다른 영상을 감하므로써 차이점을 부각시킬 수 있다. 컴퓨터에 의한 해석은 정보의 저장과 보정, 통계해석과 표현, 계산이 포함되며, 컴퓨터를 사용함으로써 결과를 신속하고 더 정확하게 얻을 수 있으며, 외부 파라미터 즉 방사도, 주위온도 및 거리 등을 쉽게 계산할 수 있다.

열탐상기를 사용하여 얻는 영상의 컴퓨터 해석방법은 TIC-8000과 TRC 두 가지가 있다.

2) 사용 컴퓨터의 종류

(1) 열영상 컴퓨터 시스템 TIC-8000 (그림 3.30)

- ① 이 시스템은 IBM PC-XT와 연결되어 작동한다.
- ② 열탐상기는 온라인과 실제시간으로 수행되는 칼라 영상해석이 가능한 인터페이스와 소프트웨어를 사용한다.
- ③ 필요할 경우 시스템에 칼라그래픽프린터와 다른 하드카피 장비가 포함될 수 있다.

(2) 온도감식 컴퓨터 (TRC)

- ① HUSKY사가 제작한 HUNTER 휴대용 컴퓨터를 사용한다.
- ② 열탐상기가 컴퓨터와 온라인으로 작동될 수 있도록 특별한 소프트웨어 프로그램이 로드된다.

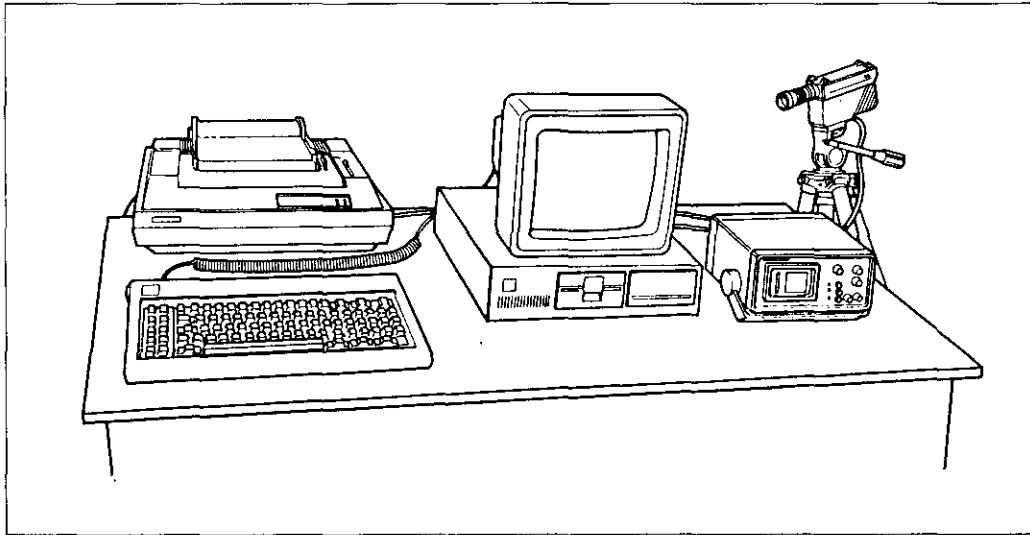


그림 3.30 열영상 컴퓨터 시스템

- ③ 디스플레이 유니트에 설정한 두개 등온선에 대응하는 온도나 방사도를 컴퓨터 화면에 바로 디스플레이할 수 있다.
- ④ 결과를 계산하기 전에 작동자가 관련 파라미터를 입력시킨다.
- ⑤ THERMAL RANGE와 LEVEL 설정은 자동적으로 열탐상기 디스플레이 유니트로 부터 컴퓨터에 전송된다. 그리고 열탐상기 주사기로 부터 구경, 위치 등이 또한 전송된다. 그림 3.31는 디스플레이 유니트에 설치한 TRC를 나타내었다.

3) 설 치

TRC는 열탐상기의 디스플레이 유니트에 설치한다. 그것은 두개의 브래킷 설치와 경사 가능한 지지 홀더에 의해서 안전해진다. 컴퓨터를 홀더 안으로 삽입하여 동전으로 죄거나 늦출 수 있는 두개의

큰 스크류로 고정시킨다. 컴퓨터 뒷면에 있는 IN/OUT 소켓과 디스플레이 유니트의 뒷면에 있는 데이터 접속기 간은 케이블로 연결한다. 소켓은 붉은 점으로 표시되어 있고, 이것이 플러그의 붉은 점과 일직선상에 오도록 한다.

4) 일일작동

열탐상기와 TRC결합은 다음 파라그래프에 상설된 것과 같이 사용되도록 준비되고 작동되어야 한다.

(a) 열탐상기 디스플레이 유니트를 ON으로 설정한다. 열탐상기에

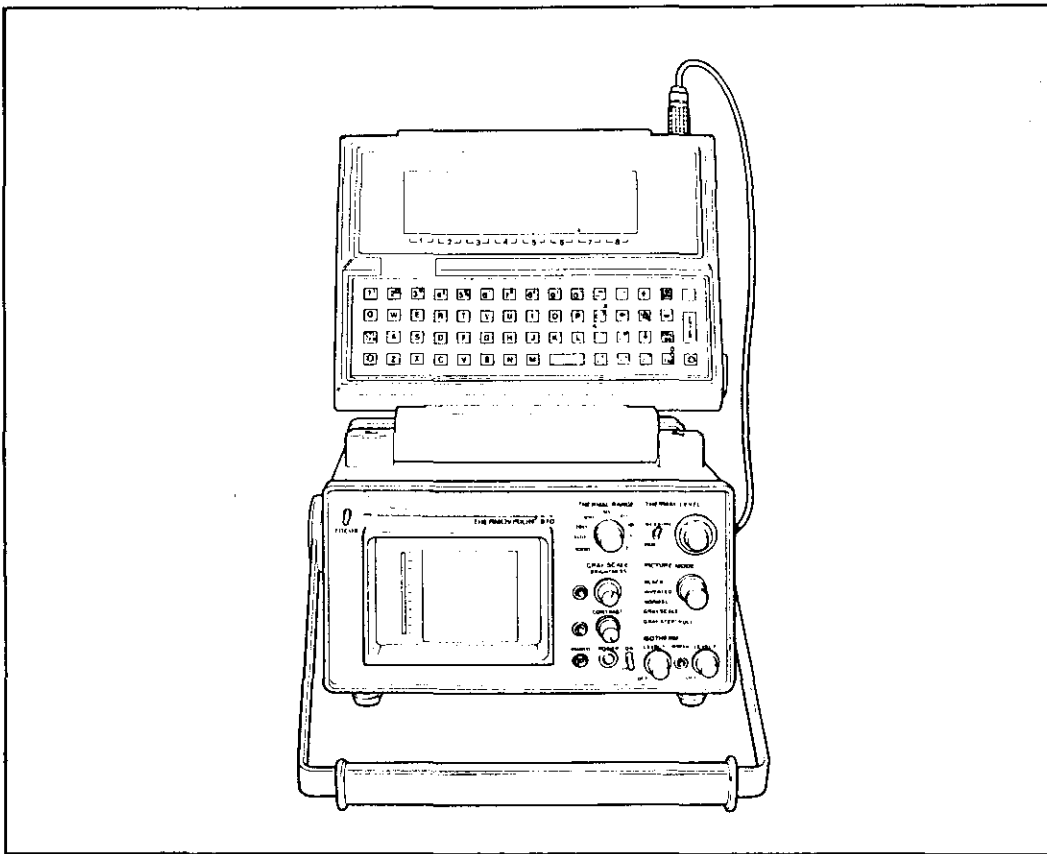


그림 3.31 디스플레이 유니트상에 설치된 TRC

내장된 인터페이싱 마이크로 컴퓨터가 자동적으로 작동하고 필요하면 TRC에 정보를 전송할 준비를 한다.

(b) TRC에 붉은색 PWR (전원보턴)을 누른다. 이 작용은 TRC가 만약 INPUT 모드로 되어 있으면 사전에 스위치를 끈 상태에서 TRC를 다시 스타트 한다. 다른 모드에서는 그림 3.32에서 나타난 메뉴 / 파라미터 리스트가 디스플레이 되고 디스플레이된 아래 부분에는 메인 메뉴가 포함된다.

주사기 형태와 일련번호를 제외한 다른 디스플레이 된 파라미터들은 측정 결과가 자동적으로 계산되기 전에 바꿀 필요가 있으면 (e)항을 참조하라. 구경과 필터는 VTR로부터 재생되는 지정값이다. 새로운 지정값으로서 기록할 동안 사용된 값을 넣어라. 그러면 그들이 RESULT 디스플레이로 나타날 것이다.



그림 3.22 TRC 메인 메뉴 감식

(c) 원하는 측정모드①은 TRC키보드의 1에서 5까지의 선택번

호를 CTL/FN키와 함께 누름으로서 메뉴에 있는 항목 1에서 5까지 선택할 수 있다. 측정하기 위하여 BRK(Break)키를 누른다. 그러면 선택된 모드에서 결과를 디스플레이 한다. 유틸리티 (UTILITY) 메뉴④를 디스플레이 하기 위하여 CTL/FN키와 함께 키 8을 누른다. 이것은 항(i), (j)에서 설명한다.

- 1) Dir T(Direct Temperature)는 두 등온선 온도 ISO1, ISO2를 측정한다.
- 2) Dir E(Direct Emissivity)는 ISO1과 ISO2 두 방사도를 측정한다.
- 3) Rel T(Relative Temperature)는 기준으로 ISO2를 사용하여 ISO1의 온도를 측정한다.
- 4) Rel E(Relative Emissivity)는 기준으로 ISO2를 사용하여 ISO1의 방사도를 측정한다.
- 5) Diff(Differential Temperature)는 ISO1과 ISO2의 온도차이를 측정한다.

(d) 온도값은 십씨나 화씨로 디스플레이 될 수 있다.

(e) 파라미터를 바꾸려면 화살표 키를 사용하여 변경될 수치에 커스②를 놓고 새로운 수치를 타이프하고 ENTER키를 눌러서 이것을 확인한다. 커스는 ←와 →키로 입력 필드내에서 수평으로 움직일 수 있다.

새로운 입력 필드로 움직이기 위하여 ↑와 ↓키 또는 ENTER키를 사용한다.

(주) : 디스플레이가 커스를 포함할 때 ENTER는 정상적으로 입

력을 마칠 때 또는 다음 필드로 옮길 때 사용된다. BRK 키는 현재의 디스플레이로부터 빠져나갈 때 쓰는 일반적인 명령어이다.

(f) 이 디스플레이에서 TAB 키는 IS02를 점멸③하는데 사용될 수 있다.

(g) 필요한 파라미터가 변경되었을 때 (c)항에서 선택된 측정모드는 BRK 키를 누르므로 들어간다. 디스플레이된 전형적인 결과를 그림 3.33에 나타내었다.

① 영상이 VTR로부터 재생되었다면 디스플레이될 것이고 구경과 필터에 대한 지정값은 디스플레이되어 사용될 것이다.

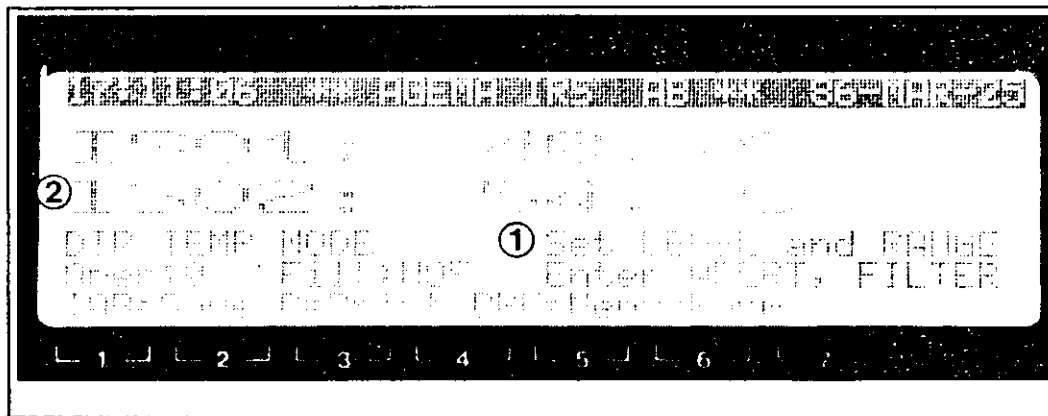


그림 3.33 디스플레이 결과

② IS02가 (f)항 상에서 스위치 오프되었다면 디스플레이 되지 않을 것이다. 입력파라미터의 어떤 변화 LEVEL, RANGE, 등은선 준위, 구경과 필터 위치 같은 것은 디스플레이된 IS01과 IS02 결과에 기인될 것이다.

(h) 측정모드 메뉴는 아래의 기능을 갖는다.

① TAB = SAVE

디스플레이된 값을 메모리에 저장하기 위하여 TAB 키를 누른다. 확인된 이름과 노트는 저장된 파라미터와 데이터의 패키지로 들어갈 수 있다. 자동연속번호는 저장된 데이터를 지정한다. 저장 메모리가 꽉차면 경고 메시지와 “(h), ④”항에서 설명된 프롬프트가 디스플레이된다. 입력을 끝내고 측정데이터를 저장하기 위해서는 ENTER 키를 사용한다. 이 때 프로그램은 측정모우드로 되돌아 간다.

② P = PRINT

디스플레이된 데이터를 메모리에 저장하지 않고 바로 프린트할 때는 P를 누른다. ENTER를 누를 때는 출력이 시작되고 프로그램은 측정 모우드로 되돌아 간다.

③ BRK = MENU/Parm

빠져나가서 메뉴로 되돌아 가기 위해서는 BRK 키를 누른다. BRK가 눌러지면 다른 측정모우드를 선택하고, 파라미터를 변경하며, 유틸리티 모우드로 들어간다.

④ Storage Memory Full

Overwrite ? (Y/N) N

메모리에 사용할 수 있는 더 이상의 공간이 없으면 위의 메시지가 디스플레이된다. 메모리에 있는 자료를 지우거나 디스플레이된 데이터로 바꿀 수 없으면 ENTER 키를 누른다. 프로그램은 측정모우드로 되돌아 간다. 디스플레이된 데이터를 저장할 필요가 있다면 메모리 내용, 4 'page' 상의 총 96 number와 name (데이터 기록)을

디스플레이하기 위하여 Y를 누른다. 24 데이터 기록은 동시에 볼 수 있다: ↑와 ↓키를 사용하여 다른 페이지를 디스플레이 한다. 공간은 선택적으로 삭제분리한 기록 수로 지울 수 있다. 즉 기록 수 5와 17(5, 17로 한 다음 ENTER를 누르는 형태); 혹은 완전한 그룹 삭제로 즉 22~35에 포함된 기록(22~35 ENTER인 형태); 또는 완전한 메모리 내용(A=A11을 누르고 ENTER를 누른다)을 삭제하는 것 까지도. 각 삭제한 경우에는 측정 모우드로 자동적으로 돌아오게 될 것이다.

Overwrite ? (Y/N) N는 (h). ①항에 수록된 이름이라면 역시 디스플레이될 것이다. Y는 파라미터와 데이터의 초기 패키지를 겹쳐서 쓸 것이다. N는 MEASURING 모우드로 프로그램은 자동적으로 되돌아 갈 것이다.

(주) : 기록이 더이상 필요하지 않을 때는 바로 삭제한다. Strage Memory Full 메시지를 나타내므로써 메모리에 저장된 원하지 않는 기록은 프로그램 속력을 감소시킨다.

(i) 저장된 기록은 유틸리티 프로그램에 의해서도 지울 수 있다. 이 유틸리티 프로그램은 메뉴를 디스플레이 하기 위하여 BRK 키를 먼저 누름으로서 측정모드로 들어갈 수 있다. 그리고 CTL과 8을 동시에 누름으로서 유틸리티 프로그램으로 들어갈 수도 있다.

(j) 스크린의 하부에 디스플레이된 유틸리티 메뉴는 CTL키와 1에서 6까지의 적당한 숫자키를 누름으로서 선택되는 6개의 선택을 부여한다.

① Prnt는 파라미터, 데이터 그리고 노트를 포함하는 하나

이상의 선택된 저장기록을 프린트하게 된다. 원하는 기록은 적당한 숫자를 쳐 넣거나 ENTER 키를 누름으로서 화면에 디스플레이된 기록 숫자의 전체 리스트로부터 선택한다. 기록 숫자들은 “(h), ④”항의 삭제 순서에서 서술된 것과 같은 방법으로 정의된다.

② DSPL(Display)는 모든 저장된 기록수와 이름을 화면에 리스트로서 디스플레이 되도록 한다. 그래서 특정기록들이 그들의 지정된 기록 숫자하에서 찾아 디스플레이 되도록 한다.

③ Ctrl(Control)은 디스플레이 유니트로부터 오는 데이터를 점검하는데 사용된다.

④ Cnst(Constant)는 검량 데이터를 점검하고 추적하는데 사용된다.

⑤ Cclk(Clock)는 시간과 날짜를 설정하는데 사용된다.

⑥ Dstr>Delete Storage)는 저장된 데이터를 지우는데 사용된다. BRK 키는 MENU를 다시 선택할 때 사용한다. 임의로 “(j), ②”나 “(j), ⑥”항이 삭제로 선택된다면 다음 순서를 적용한다.

② Dspl이 메뉴 선택은 데이터 기록이 새로운 데이터를 위한 공간을 남겨두기 위해 메모리에서 삭제되도록 결정하는데 사용될 수 있다. 첫 24 기록숫자와 이름이 디스플레이될 것이다. 다른 페이지에 있는 기록을 디스플레이하기 위해서는 ↑나 ↓키를 사용한다.

모든 데이터를 디스플레이 하려면 특정 기록번호하에 저장된 그 번호를 쳐 넣는다. 그 번호는 타이프된 대로 커스 위치에서 디스플레이될 것이다. 정확한가를 점검하고 ENTER 키를 누른다. 다음과 같이 디스플레이되기도 한다 :

NOT FOUND는 이 번호하에는 아무런 데이터 블록도 메모리에 존재하지 않는다는 것을 의미한다.

WRONG NUMBER는 입력한 번호가 1에서 96 범위 밖이라는 것을 의미한다.

Dsp1 기능으로 되돌아 가기 위해서는 BRK 키를 누른다. 그리고 원한다면 유틸리티 메뉴로 돌아가기 위해서는 한번 더 BRK 키를 누른다.

⑥ Dstr는 임의의 기록을 삭제하는데 사용된다. 우선 삭제할 기록번호나 기록을 쳐 넣는다. 이 번호는 타이프된 대로 커스 위치에 디스플레이 된다. 정확한가를 확인하고 ENTER 키를 누른다.

(주) : 한번에 한 기록 이상도 삭제된다. 모든 기록을 삭제하고 메모리를 비우기 위하여 A를 타이프한다. 개개의 기록을 지우기 위해서는 n.n.n를 쳐 넣는다. 기록의 그룹을 삭제하기 위해서는 n-n를 타이프한다. 불필요한 기록을 삭제함으로써 얻어지는 메모리 공간은 새 기록을 저장하는데 사용된다.

5) 프로그램 수행 및 주사기 파라메타 입력

TRC가 처음으로 동작될 때나 CP/M으로부터 재출발할 때 주사기 형태와 일련번호가 주사기로 부터 프로그램으로 입력될 것이다.

(a) 주사기 형태와 일련번호가 로드된 후 프로그램은 검량선 표를 찾는다. 표가 발견되면 프로그램은 메뉴 / 파라메터로 들어가고 표가 발견되지 않으면 다음과 같은 프롬프트가 나타난다 :

Create Calibration Table ? (Y/N) N

생략성 응답은 N이고 이것이 ENTER 키를 눌러서 선택되면 기존
검량선 파일들이 디스플레이 되고 어떤 키라도 누르면 프로그램은
주사기 형태와 일련번호를 다시 로드한다. 새로운 주사기 파라미터들
이 로드되거나 입력하려면 Y를 누른다. 그러면 프로그램은 유틸리티
에 있는 Cnst로 진행된다. 컴퓨터와 주사기 사이에 접촉이 없으면
약 5초 후에 타임 아웃이 되고 주사기 형태와 일련번호는 키보드
를 통하여 입력할 수 있다.

(b) 검량선 파일이 존재하지 않는 경우 새로운 주사기 형태를
쳐 넣으려면 디스플레이는 다음과 같이 프롬프트한다 :

Load calibration table ? (Y/N) N

보통은 Y 응답이고, 이것이 선택되면 검량선 테이블은 주사기로
부터 로드될 것이다. 프로그램은 로딩이 완료된 후 메뉴로 돌아간다.
로딩될 동안 “.....” 이 화면에 디스플레이 된다. 완료되면 음향 신
호가 들린다. 키보드를 통하여 검량 데이터를 입력하려면 N를 누른
다. 그러면 다음과 같은 디스플레이가 프롬프트된다 :

Lens

Filter

Serial numbers

Cal dist

디폴트 렌즈와 필터값은 각각 20° 와 NOF 이다. 그 다음 각 구
경에 R, B 그리고 F 상수를 입력한다.

↑나 TAB을 누르면 다음 프롬프트가 나타난다 :

Changing Alpha/Beta ? (Y/N) N

보통응답은 N이지만 Y를 누르면 알파 / 베타 값이 디스플레이되고 N을 누르면 다음과 같은 프롬프트가 나타난다 :

Continue ? (Y/N) N

Y를 누르면 프로그램은 렌즈와 필터 입력으로 돌아가고, N을 누르면 프로그램은 유틸리티 메뉴로 돌아갈 것이다.

(주) : 비표준 필터가 사용되고 있으면 필터의 알파 / 베타가 입력되어야 한다. R, B와 F 상수나 고유의 알파 / 베타값을 저장하기 위해서는 TAB을 누른다.

대응하는 상수를 갖는 두 주사기와 렌즈 / 필터조합은 정상적으로 저장될 수 있다. 유틸리티는 보통 다음의 기능에서 첫번작동에 대하여 사용된다.

(c) Cnst(Constant) : CTL과 4를 누를때, 이 선택은 점검하고 입력하는데 사용하거나 검량 데이터, 상수 등을 보정하는데 사용될 수 있다.

다음과 같이 나타난다 : 주사기 형태, 일련번호와 프롬프트 D(PROM의 식별). 이 3 값 모두는 주사기로부터 전송된다. 계속하려면 ENTER를 누른다.

(d) Clck(Clock) : CTL과 5를 함께 누를때 시각과 데이터를 설정할 수 있다. 이것들은 일, 월, 년, 시간, 분과 초로 구성되고 ←와 →키로서 커스를 움직여 설정한다. 그리고 원하는 값이 나타날때 까지 디스플레이된 값을 ↑키로 증가시키고 ↓키로 감소시킨다. 값을 확정하기 위해서는 ENTER키를 눌러야 한다. 시간은 가장 가까운 분으로 설정한다. 그러나 일분 앞으로 분을 설정하고 정확한 동기

시간에 ENTER를 누름으로서 정확한 초 단위까지 설정할 수 있다.
프로그램은 유틸리티 메뉴로 돌아간다.

(e) 메뉴 디스플레이에서 화씨나 섭씨로 디스플레이된 온도 값의 선택이 가능하다. CTL과 6을 누르면 섭씨가 되고 CTL과 7을 누르면 화씨가 된다.

6) 부가적인 온도감식 컴퓨터 (TRC) 정보

HUSKY HUNTER 컴퓨터는 자체로도 아주 강하고 대단히 견고하여 휴대 컴퓨터로 사용할 수 있고 BASIC으로 프로그램할 수 있다. 이 경우 원래 작동 매뉴얼을 사용한다. 그러나 컴퓨터에 내장된 특정 열탐상기 프로그램을 빠져나와서 CP/M과 BASIC으로 들어 가더라도 열탐상기 프로그램은 지우지 말아야 한다. TRC 프로그램 플로우 차트와 요약한 작동순서는 다음과 같다.

a) 간단한 작동순서

- ① 열탐상기 스위치를 켜다.
- ② 메뉴 / 파라미터 디스플레이를 선택한다.
- ③ 필요시 파라미터를 선택하고 변경한다. - ENTER
- ④ 측정 - BRK
- ⑤ 측정 데이터 저장 - TAB
- ⑥ 노트 부가 후 프린트 - P
- ⑦ 지정된 이름으로 기록을 저장 - ENTER
- ⑧ 저장으로 부터 프린트 - 유틸리티에서 CTL/1
- ⑨ 측정모우드로 복귀 - BRK

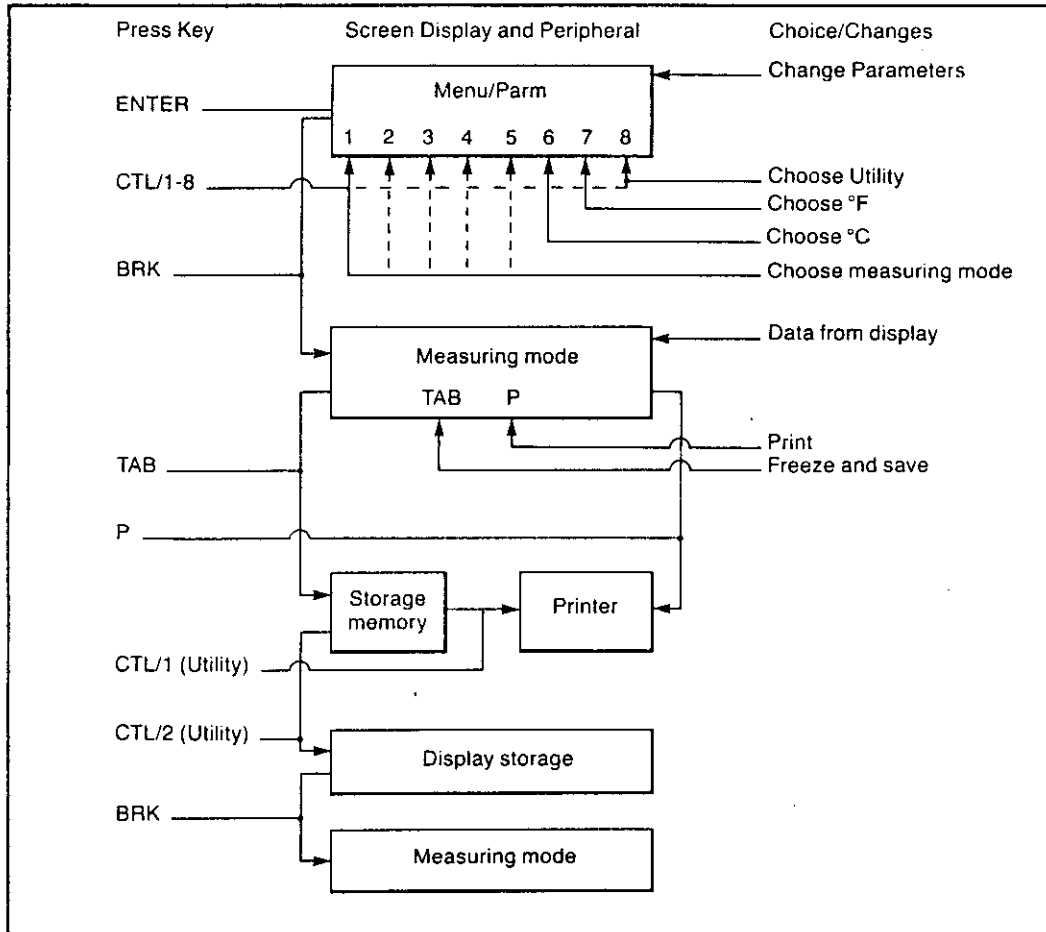


그림 3.34 온도감식 컴퓨터 (TRC) 플로우 차트

b) 약어 일람표

① 키보드 약어

CTL/FN : 메뉴기능을 선택하기 위하여 특정 숫자키와 같이 사용한다.

ENTER : 문자, 숫자의 연속 입력을 마치거나 프로그램에 값을

입력하기 위하여 사용한다.

ESC/BRK : BRK 키는 프로그램의 한 부분에서 나와 다른 부분으로 들어갈 때 사용한다.

즉 측정 디스플레이로부터 결과 디스플레이로 옮기기 위해 사용된다. ESC 키는 열탐상기 프로그램 내에서는 사용되지 않는다.

PWR : TRC 전원 ON/OFF

TAB : 측정 모드에서 저장 기능을 수행하도록 지정한다.

② 디스플레이 약어

시간은 시, 분, 초로 디스플레이 된다. 시계는 TRC가 전원이 꺼질 때도 계속적으로 돌아간다. 일자는 월, 일, 년으로 표시된다.

870 SWB01000 : 열탐상기 주사기 형 870

Amb tmp : 측정 대상물 주위의 주변온도를 반영한다.

Aper : 선택된 주사기 구경 위치

Atm tmp : 대기 온도

C : 섭씨 온도

Cal dist : 검량 거리 (주사기에서 피관측 물체 사이)

Clck : 시간, 날짜

Cnst : 상수와 검량 데이터

Cont : R, B와 F의 상수

Ctrl : 입력 데이터의 정확성 점검

Diff : 온도차 측정 모드

DirE : 직접 방사도 모드

DirT : 직접 온도 측정 모드
 Dspl : 저장된 파라미터 디스플레이
 Dstr : 메모리 저장으로 부터 항목 삭제
 F : 화씨 온도
 Filt : NOF : 선정된 필터 : 이 경우에는 필터가 없다.
 ISO : 열탐상기 디스플레이 유닛에 설정된 등온선
 Lens : 20° 시야인 주사기
 m : 거리 (m)
 Menu/Parm : 메인 MENU 가 포함된 디스플레이와 측정파라미터
 Objdst : 주사기와 피관측 물체 사이의 거리
 Objems : 피관측 물체 표면에서의 방사도
 P : 디스플레이된 데이터의 인쇄
 Pbflag : 재생 표시 문자
 Prnt : 저장된 파라미터의 인쇄
 Promid : 주사기에서 PROM 의 식별 숫자
 Rel E : 상대 방사도 측정 모드
 Rel T : 상대온도 측정 모드
 Ser-no : 렌즈와 필터의 일련번호
 TAB : 메모리에서 디스플레이된 값을 저장하기 위해 지정한다.
 Util : 저장점검, 인쇄 등에 대한 UTILITY 메뉴
 c) 예러 메세지
 다음 메세지가 디스플레이 화면 상부 라인에 나타난다.
 ONLY NUMERRICS ALLOWED : 잘못된 입력, 수치만 사용.

WRONG EMISSIVITY : 잘못된 입력 0.01~1.00 범위에서만 사용.

WRONG APERTURE : 잘못된 입력 0, 1, 2 중 하나만 선택

WRONG LENS : 잘못된 입력, 7, 12, 20, 40 중 하나만 선택

WRONG FILTER : 잘못된 입력

WRONG LENS/FILTER : 잘못된 렌즈 / 필터 조합.

DISTANCE TOO LONG : 주사기의 피관측 물체간의 거리가 너무 멀다.

WRONG CAL CONSTANT : 틀린 R, B 또는 F 상수

YOU MUST ENTER DATA : 하나 이상의 입력 필드에 잘못된 데이터

OTHER CALC ERROR : 다른 계산 에러

ISO VALLIE < = 0 : 제로 이하의 계산된 등온값

AMB TMP = OBJ TEMP : 주위온도가 피관측 물체온도와 동일하다.

WRONG NUMBER : 저장된 데이터에 대한 입력 수치가 1~96 범위가 아니다.

NOT FOUND : 데이터 블록이 없다.

TOO MANY FILTERS : 9개 필터보다 더 많이 넣으려고 시도할 때

WRONG SCANNER : 주사기로부터 주사기 형태와 일련번호가 컴퓨터에서의 주사기 형태와 일치하지 않는다.

d) 생략성 값

열탐상기 프로그램은 다음의 생략성 값을 가진다. 이 값들은 적당한 시간에 눌러지면 자동적으로 프로그램 순서에 삽입된다. 메뉴 / 파라미터 디스플레이 화면에서 생략성 값은 다음과 같다.

Amb tmp : 20 ℃,	Obj dst : 1 m,	Obj ems : 1,
Lens : 20°,	Aper : 0,	Filt : NOF

생략성은 측정 모드에서 저장 메모리가 가득차면 겹쳐서 쓰는 실수가 있을 수 있으므로 이를 피하기 위하여 N이다. 유틸리티 모드에서 점량 데이터를 입력 / 점검할 때 R, B와 F 상수는 새로운 주사기에 대해서는 0으로 생략성을 설정한다. NOF와 표준 필터에 대해서는 알파와 베타값이 생략성이다. 유틸리티 모드에서 CP/M 작동 시스템에 들어갈 때 Enter CP/M ? (Y/N) : 프롬프트의 생략성 값은 N이다.

e) 전원 장치

TRC는 4개의 1.5V 건전지용과 재충전식인 1.2V NiCd 축전지의 여분의 한 세트로 구성된다.

(주) : 1. TRC는 건전지가 재충전식 전지보다 더 긴 수명을 가지므로 장시간 보관할 경우에는 건전지를 사용해야 한다. 이것이 수행되지 않으면 프로그램은 사라진다. 특별히 안전을 위하여 HUNTER내에 내장된 두번째 백업 축전지가 있으며, 교환 가능한 세트로 재충전된다.

2. TRC의 정상적인 사용을 위해서 재충전식 축전지세트를 사용하고, 건전지는 사용하지 않는 것이 좋다. 디스플레이 유닛은 스위치 ON이고, 컴퓨터 스위치가 OFF이면 과충전에 대한 위험이 있다.

3. 디스플레이 유닛이 스위치 ON일 때 TRC를 충전한다. 이때 반드시 작동중이고 TRC가 스위치 OFF이어야 한다. 정상작동 중 TRC는 충전되지만, 재충전식 축전지를 충전할 만큼 충분하지는 않다. 축전지가 낮은

준위이면 TRC를 스위치 OFF시키고 디스플레이 유니트를 ON 시켜라. 이 때 주사기는 연결하지 말라. 표준 건전지가 HUNTER에 설치되어 있으면 이런 방법의 충전은 하지 말라. 누설되거나 폭발할 수도 있다. 열탐 상기의 디스플레이는 50mA의 비율로 충전한다. 그러나 HUNTER는 동작시 100mA 정도 소비한다. HUNTER가 스위치 ON이면 과충전의 위험은 없다.

4. 축전지가 낮은 준위이면 TRC를 14시간 동안 사용하지 않을 때는 50mA 충전기를 연결하는 것이 좋다.

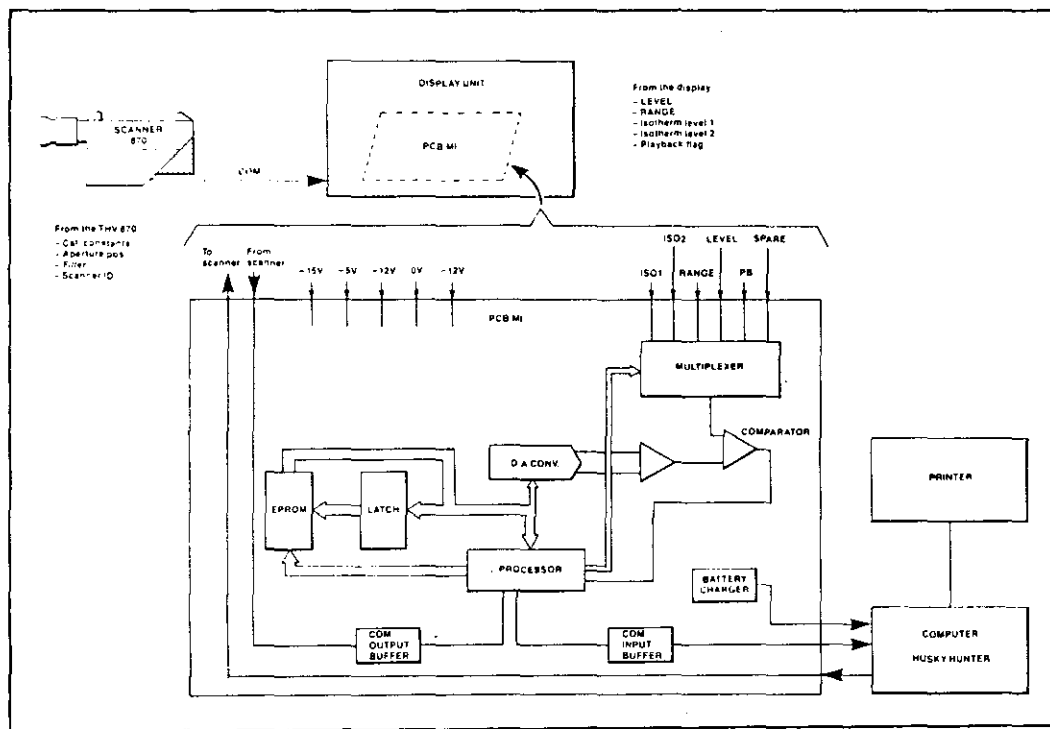


그림 3.35 인터페이스 블록 선도

f) 기술 사양

컴퓨터의 일반 사양은 HUNTER 작동 지침서에서 알 수 있다. TRC 용량은 144KB 이고 그 중 RAM 이 80KB이며 ROM 이 40KB 이다. TRC 소프트웨어는 마이크로 소프트웨어 BASIC 에 쓰여진다. 프로그램은 두 HUNTER 사이에 전송될 수 있다. 화면상의 대비는 CTL ↑와 ↓를 눌러서 바꿀 수 있다. 컴퓨터가 열탐상기 유니트로 부터 데이터를 받지 않으면 음향 알람이 울린다. 만약 5분 후에도 컴퓨터가 어떤 데이터도 받지 못하면 스스로 스위치 OFF 된다. 화면의 왼쪽 하부 구석에 청색 습기 지시기가 있다. 이것이 분홍색으로 되면 HUNTER를 구입처로 반송한다.

g) 온도감식 컴퓨터 (TRC) 열탐상기 프로그램 탈출 및 재출입루틴 열탐상기 프로그램으로부터 CP/M으로 진행하기 위해 유틸리티 메뉴를 선택하고 CTL와 7을 동시에 누르면 다음과 같은 메시지가 나타난다. CP/M으로 들어가기를 원하면 TRCH870.COM 파일을 삭제하지 말라. HUNTER 지침서를 참조하라.

Enter CP/M ? (Y/N) N

CP/M 메뉴를 열기 위하여 Y와 ENTER를 눌러라. TRC 프로그램으로 다시 들어가기를 원할 때 TRCH870을 타이프하고 ENTER를 눌러라.

h) 인쇄 인터페이스

인쇄 출력은 보통 4800의 보오 비율로 RS232C/V24 단자를 사용하는 표준 직렬 프린터로 가능하다. 필드 사용에서 HUSKY는 축전지 작동 유니트 즉 HUSKY REPORTER를 사용한다.

3. 비디오 테이프 녹화

열탐상기를 작동할 때 녹화방법은 두가지가 있다. 수정된 VTR(영상테이프녹화)이 연결된 내장된 어댑터 회로나 임의의 악세사리인 DISCON을 사용한다.

전자의 방법에서는 PICTURE MODE 스위치와 ISOTHERM LEVEL 조정으로 열탐상기 디스플레이 유니트상에서 영상을 해석하도록 재생 동안 이용할 수 있다. 후자의 방법으로서 표준 VCR(영상 카세트 녹화)는 DISCON에 직접 연결할 수 있는 방법을 사용할 때 영상은 기록되었을 때와 같은 형태로 표준 모니터에 만 재생될 수 있다. 그러나 독립적으로 두가지 기술로 작동이 가능하고 VTR에 기록된 영상을 DISCON을 통하여 연결된 것으로 VCR로 옮기는 것이 가능하다.

1) 비디오 녹화(VTR 사용)

수정된 VTR이 열탐상기 디스플레이 유니트에 연결될 때 녹화를 위한 영상신호는 THERMAL LEVEL과 THERMAL RANGE 이후에 영상체인으로 부터 얻는다.

이것은 'B' 또는 시스템 영상으로 부른다. 재생에서 영상의 그레이 레벨은 클램핑 회로에 의해서 저장된다. 관측 노우트는 녹화동안 유지되고 THERMAL RANGE와 LEVEL의 설정은 영상녹화를 재생할 동안 정확한 해석이 수행될 수 있도록 조정한다. 등은 준위를 사용할 때 이들 분석이 수행되지 않으면 잘못된 결과를 유발할 수 있다.

측정의 정확성은 직접적으로 사용한 VTR의 질에 의존한다. 모든

녹화시에는 가장 양질의 테이프가 사용되어야 하고, VTR 녹화헤드는 VTR에 관련된 핸드북에 서술된 대로 깨끗하게 유지되어야 한다.

(1) 조 립

비디오 테이프를 녹화하기 전에 장치가 조립되어야 하고, 공급된 케이블을 사용하여 VTR을 열람상기 디스플레이 유니트의 배후의 판넬의 VTR OUT/IN 소켓과 VTR의 카메라 입력을 연결한다 (그림 3.36 참조). 그리고 카세트를 설명서에 따라서 녹화기에 로드하면 사용할 준비가 완료된다.

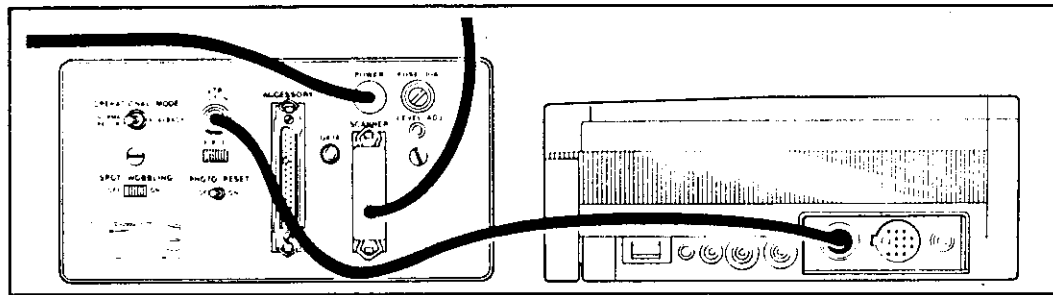


그림 3.36 디스플레이 유니트의 상호연결

(2) 녹 화

장비를 설치한 후 영상을 녹화하기 위하여 디스플레이 유니트 배후 판넬의 OPERATIONAL MODE 스위치는 NORMAL/RECORD로 설정한다.

(3) 재 생

녹화된 테이프를 재생하기 위하여 OPERATIONAL MODE를 PLAY

BLACK 으로 설정한다. 재생 모드에서 디스플레이에 주사기를 연결할 필요는 없다.

(4) 악세사리 연결

DISCON, VTR 과 TIC-8000 에 디스플레이를 상호 연결한다 (그림 3.37 참조).

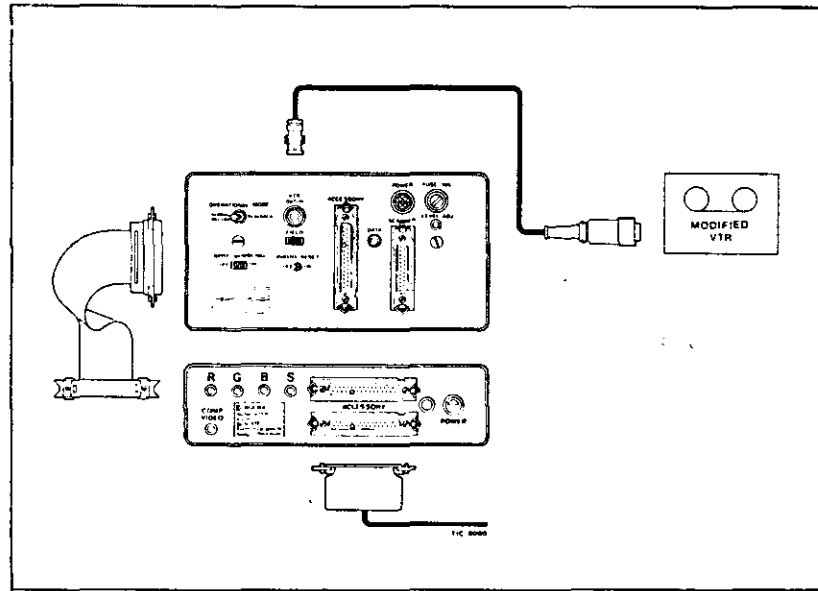


그림 3.37 악세사리의 상호연결

2) 비디오 녹화 (VCR 사용)

표준 VCR 을 열탐상기에 연결할 때 주사기와 연결시스템은 특별하게 개발된 변환기 DISCON 을 사용하므로써 변환되어진다. 대개 표준 VCR 은 연결될 수 있으나 VCR 이 적합한가를 반드시 확인한다. 이 시스템을 사용할 때 기록된 열적준위 범위, 등온선 설정과 함께 녹화된 영상은 표준 TV 세트를 사용하면 흑백으로나 VCR 입력을 가

진 TV 세트라면 칼라로 재생될 수 있다. NTSC나 PAL 시스템으로 세팅될 수 있는 내장된 칼라 부호기의 사용도 가능하다.

영상은 실제시간으로 표시되며, DISCON 유닛에 있는 FREEZE 기능을 이용하므로써 고정 영상으로도 적응할 수 있다. 이것은 영상을 연구할 때나 사진기록을 위해서 유리하다. 그림 3.38은 DISCON과 영상 악세사리를 사용하여 몇가지 가능한 배열을 나타내었다.

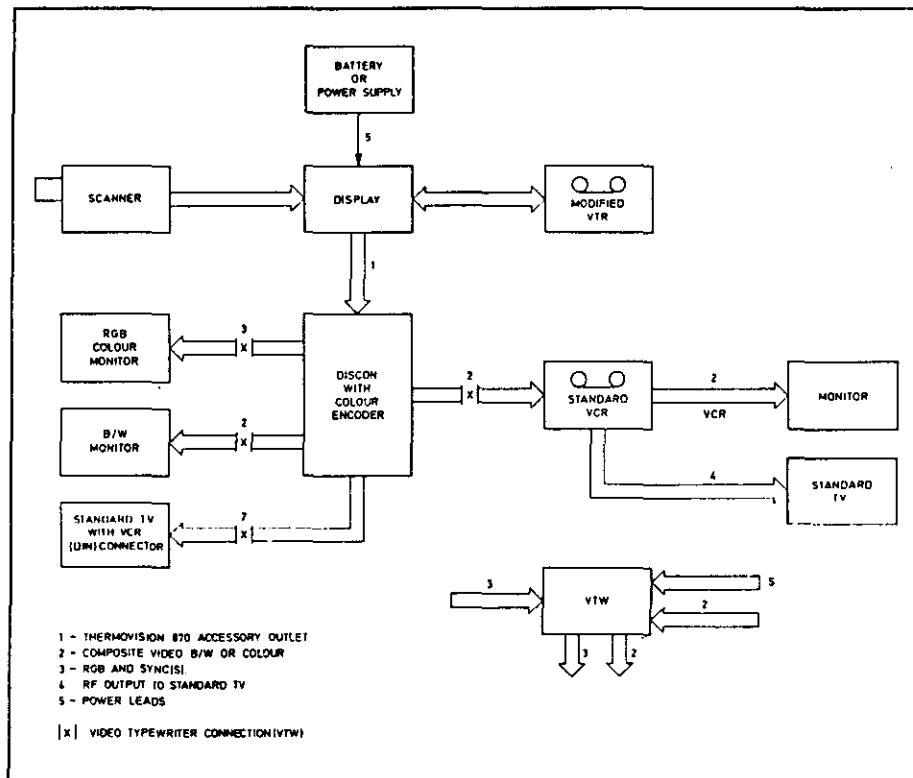


그림 3.38 DISCON과 비디오 악세사리에 대한 여러가지 구성

(주) : VTR 녹화는 계산에 대한 여러 열탐상기 디스플레이 유
니트상에서 재생할 수 없다. 그것은 단지 모니터상에서만
나타낼 수 있거나 다른 TV겸용 장치로 사용된다.

① DISCON (칼라 디지털 영상 시스템)

DISCON은 흑백 열탐상기 영상을 표준 TV 주사비율로 사용하여
10 가지 색상의 그림으로 바꾸는데 사용되는 실제시간 시스템이다. 부
가적으로 DISCON은 역시 온도 범위와 등온선 준위가 디스플레이된
것과 같이 표준 TV시스템 (칼라에 대한 VCR 입력) 상의 공정 혹은
허용기록을 흑백이나 칼라 영상출력의 혼성에 대치한다. DISCON 유
니트는 경량이고, 현장이나 실험실 사용에 대하여 아주 적합하게 만
들어진 휴대용이다. 그림 3.39 와 그림 3.40 은 접속기 전후면과 DIS-
CON의 중앙 클램프를 나타낸 것이다.

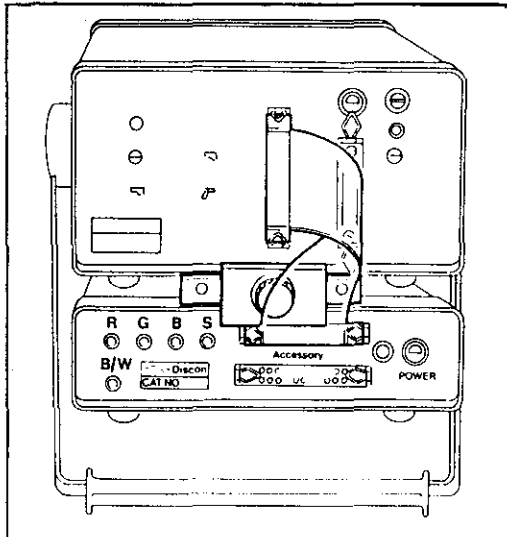


그림 3.39 DISCON 연결 배면도

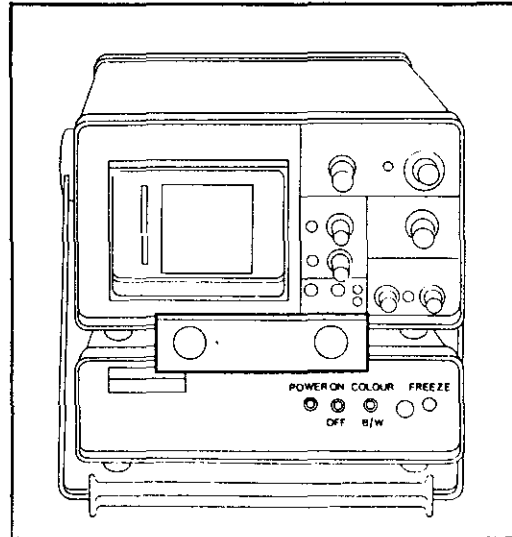


그림 3.40 DISCON 연결 정면도

② 간단한 기능 설명

수정된 VTR이나 열탐상기 주사기로 부터의 영상신호는 디스플레이 유니트에서 처리되어 DISCON에 공급된다. 혼성 흑백 또는 칼라 영상 혹은 RGB칼라 출력은 녹화된 VCR이나 적합한 모니터에 연결된다.

③ 조 립

DISCON 시스템은 DISCON 유니트, 중앙 클램프, 상호연결된 리본 케이블과 전원 케이블로 구성된다. DISCON 유니트는 정상적으로 포트 레코딩 악세사리가 부착되도록 하기 위하여 디스플레이 유니트 뒤에 설치한다.

a) 탁자위에 DISCON을 설치하고, 유니트 배후에 조절기가 부착된 DISCON 위에 중앙클램프를 놓으며 유니트 전후 모서리에 클램프 가장자리를 놓는다.

b) DISCON과 중앙 클램프 위에 디스플레이 유니트를 핸들이 방해가 되지 않도록 한다.

c) 조절기를 돌려서 클램프를 확실하게 꼭 죄인다.

d) 디스플레이 유니트 핸들을 DISCON 아래 쪽으로 돌린다 (설치한 유니트를 그림 3.39 및 그림 3.40에 나타내었다).

DISCON은 10개의 유사 칼라영상 디스플레이를 제공한다. 각각의 칼라는 주어진 온도 간격을 표시한다. 그림 3.41은 칼라, 등온선 범위 규모를 포함하는 대표적인 화면을 도시하였다.

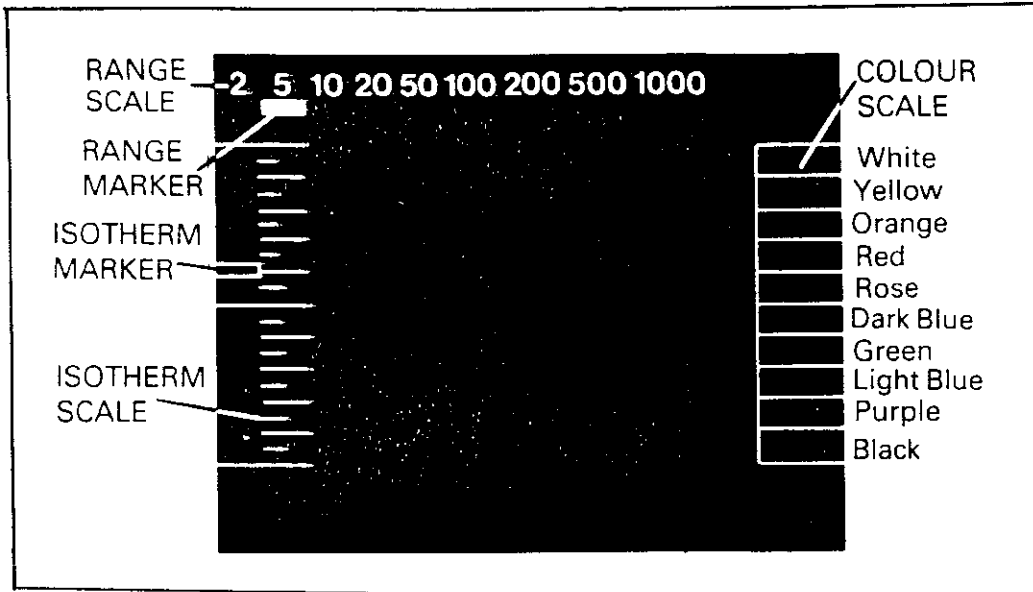


그림 3.41 대표적인 화면

3) 칼라 디지털 영상 시스템 (DISCON)

모니터로 부터 칼라영상을 녹화하는 것은 여러가지 다른 방법으로 수행될 수 있다. 가장 간단한 방법은 칼라모니터 화면 앞에 있는 삼각대 위에 카메라를 설치하고 방안의 빛을 줄이거나 끄고 필름을 노출하는 것이다.

두번째 방법은 내장된 카메라, 보통은 폴라로이드 (그림 3.42 참조) 로 표준 후드를 사용하는 것이다. 또 다른 방법은 작동자가 대낮에 작업하거나 화면을 보기 위하여 후드를 치우는 것이다. 이 포토레코딩 부착물을 소니 RGB 모니터 PCM 1370 QM (그림 3.43 참조)를 사용하도록 설계되어 있다.

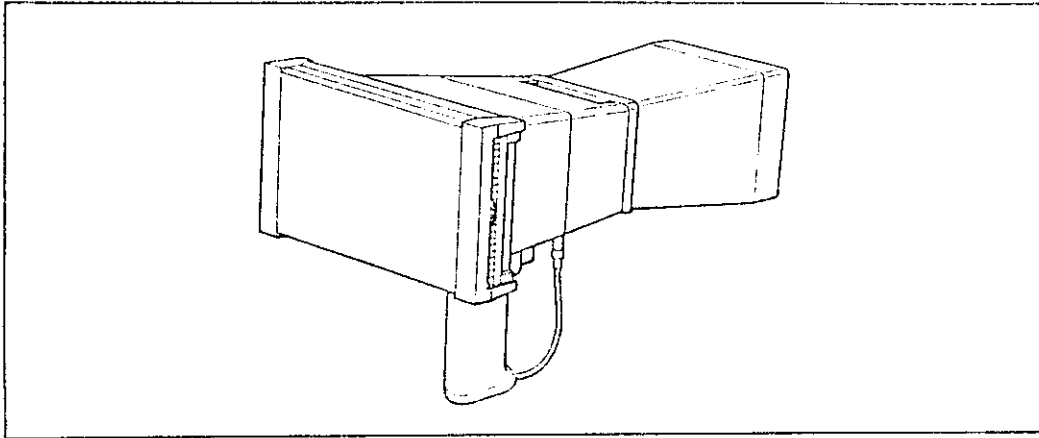


그림 3.42 표준 후드를 사용한 폴라로이드 카메라

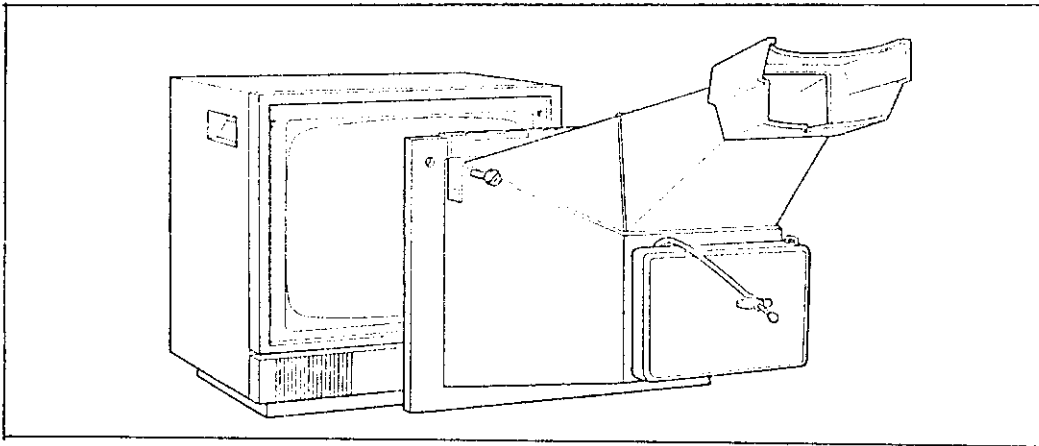


그림 3.43 포토 레코딩 부착물 조립

IV. 부 록

부록 I. 표 여러가지 표면의 방사율

부록 II. 열탐상기 검량데이터

부록 III. 여러온도에서 물체의 온도분포도

부록 IV. 여러물질의 방사율

여 백

부록 I.

여러가지 표면의 방사율 *

재	온 도	ϵ
아스베스토스 :		
판	100° F	0.96
형궤	93 °C	0.90
종이	100° F	0.93
벽돌 :		
적색	0~93°C	0.93
적색, 거칠음	0~200°C	0.93~0.95
도기 :		
유약이 칠해지고 흙으로 만들어진 것	20 °C	0.90
유약이 안칠해지고 흙으로 만들어진 것	20 °C	0.93
자기	22 °C	0.92
내화성, 검은색	93 °C	0.94
내화성, 진흙	158 °C	0.91
거칠은 콘크리트	0~93°C	0.94
유리	100° F	0.90
매끈한 유리	100° F	0.94
얼음	32° F	0.92~0.96
래커 :		
검은색	93 °C	0.96
철에 칠해진 검은색	0~93°C	0.875
녹슨 동에 얇게 칠해진 투명한 색	93 °C	0.64
녹슨 동에 이중으로 칠해진 투명한 색	93 °C	0.72
백색	20 °C	0.95
광채있는 동에 두껍게 칠해진 백색	93 °C	0.93
두께 0.003 in 이상의 검탕이	100° F	0.95

재	료	온 도	ϵ
연한 회색의 연마된 대리석		22 °C	0.93
금속 :			
연마된 알루미늄		100° F	0.04
산화된 알루미늄		100° F	0.20
연마된 황동		100° F	0.10
산화된 황동		100° F	0.46
연마된 크롬		100° F	0.08
연마된 동		100° F	0.04
달구어진 동		100° F	0.18
산화된 동		100° F	0.73
검게 산화된 동		100° F	0.87
연마된 금		100° F	0.02
연마된 철		100° F	0.06
산화된 철		100° F	0.74
연마만 된 납		100° F	0.05
회색으로 산화된 납		100° F	0.28
산화 안되고 거칠은 납		100° F	0.43
수은		100° F	0.10
연마된 몰리브덴		100° F	0.06
전해된 니켈		100° F	0.04
연마된 니켈		100° F	0.06
순수한 니켈		100° F	0.11
산화된 니켈		100° F	0.31
연마만 된 백금		100° F	0.04
검게 된 백금		100° F	0.93
연마된 은		100° F	0.01

재	료	온 도	ϵ
산화된 은		100°F	0.02
연마된 강철		100°F	0.07
뜨거운 강철		100°F	0.52
1,100°F에서 산화된 강철		100°F	0.68
평평하고 거칠은 강철		100°F	0.94
연마된 아연		100°F	0.02
순수한 아연		100°F	0.21
연마되고 산화된 아연		100°F	0.28
운모		100°F	0.75
연마된 강철에 칠해진 기름 :			
두께 매우 얇음		0~100°F	0.06
두께 0.0008 in		0~100°F	0.22
두께 0.004 in		0~100°F	0.61
대단히 두꺼움		0~100°F	0.83
페인트 :			
알루미늄		100 °C	0.27~0.67
도금된 철 위에 입혀진 알루미늄		20 °C	0.52
도료를 가진 알루미늄		0~200°C	0.34~0.42
유리 같은 백색의 에나멜		20 °C	0.90
연마된 평평한 알루미늄에 칠해진 백색		18~30 °C	0.91
연마된 평평한 알루미늄에 칠해진 백색		14~24 °C	0.88
모든 색의 기름		0~93 °C	0.92~0.96
임의의 색의 종이		0~93 °C	0.92~0.94
소석고		100°F	0.92
석영		100°F	0.89
모래		100°F	0.76

재	료	온 도	ϵ
검댕이 (석탄)		68°F	0.95
타일 :			
검은색		2,500°F	0.94
저칠은 갈색		2,500°F	0.92
갈색		2,500°F	0.87
무색		2,500°F	0.63
나무 :			
평면의 떡갈나무		100°F	0.91
툼밥		100°F	0.75
모래로 닦여진 가문비나무		100°F	0.82
모래로 닦여진 호두나무		100°F	0.83

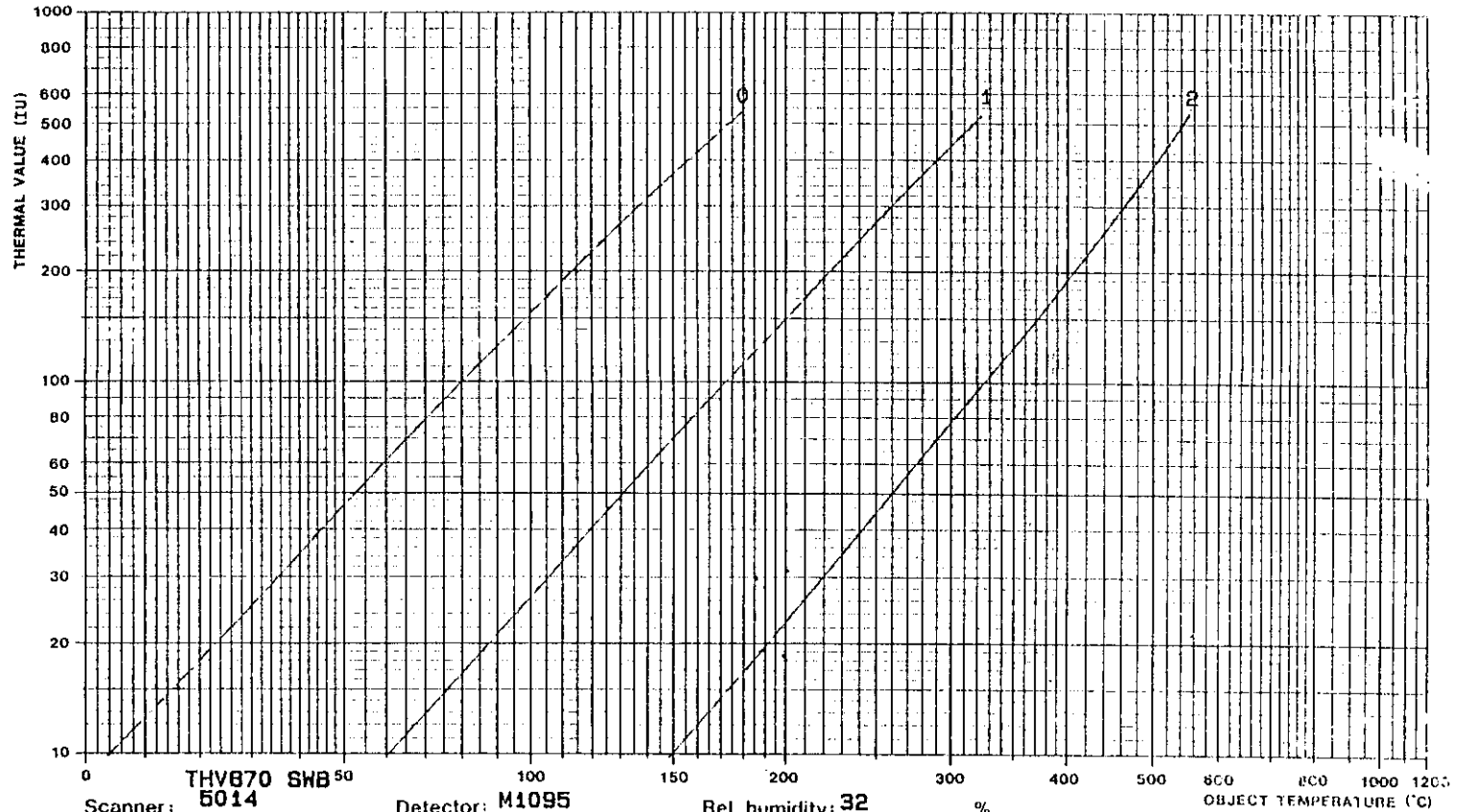
* 자료는 Gubareff 등 [9]과 Singham(Fishenden으로부터 인용된 자료) [10]에서 발췌한 것임.

부록 II.

열탐상기 검량데이터

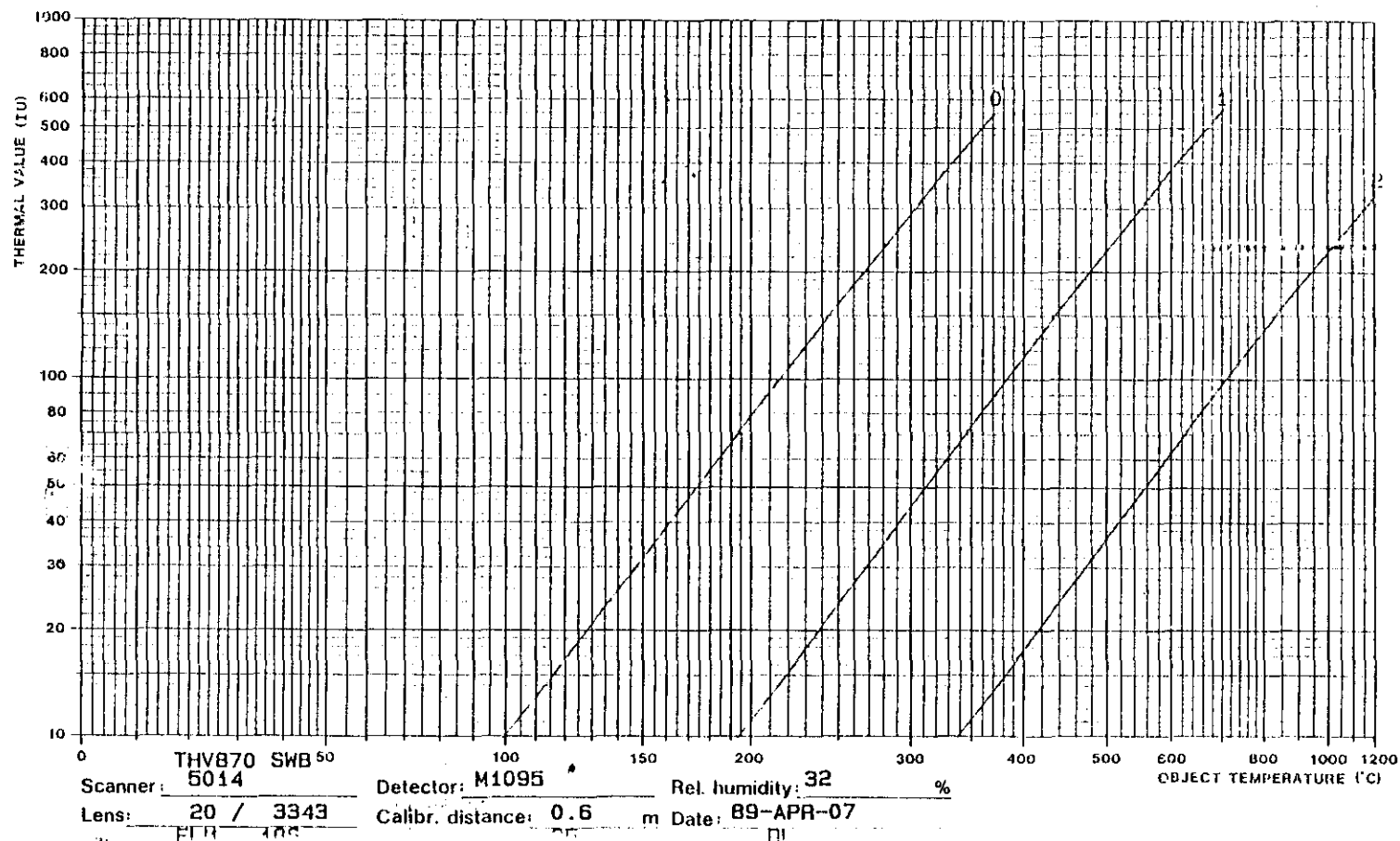
THERMOVISION - CALIBRATION DATA					Date	89-APR-07		
Scanner type 670 Version SWB S/N 5014					Operator	RL		
					Temperature	25°C		
					Humidity	32%		
					Detector	MI095		
Switch 321					Apri 0	Apri 1	Apri 2	
Lens 20	Filter NOF				R: 587600	121200	24170	
Ser 3343	Pos/Ser 0/-				B: 3033.0	3128.0	3279.0	
Dcal 0.6 m	Switch ---				F: -216.00	-27.50	10.90	
Lens 20	Filter FLM				R: 182200	31690	4876	
Ser 3343	Pos/Ser 1/ 186				B: 3648.0	3753.0	3771.0	
Dcal 0.6 m	Switch ---				F: -39.30	-9.05	-2.02	
Lens 20	Filter COS				R: 99760	17530	2393	
Ser 3343	Pos/Ser 2/ 29				B: 3383.0	3498.0	3453.0	
Dcal 0.6 m	Switch 000				F: -22.50	-7.80	-0.77	
Lens 2.5	Filter NOF				R: 358679	0	0	
Ser	Pos/Ser 0/-				B: 3023.2	0.0	0.0	
Dcal 1.6 m	Switch ---				F: -131.46	0.00	0.00	
Lens 2.5	Filter FLM				R: 115154	0	0	
Ser	Pos/Ser 1/ 186				B: 3647.7	0.0	0.0	
Dcal 1.6 m	Switch ---				F: -24.47	0.00	0.00	
Lens 2.5	Filter COS				R: 63032	0	0	
Ser	Pos/Ser 2/ 29				B: 3382.6	0.0	0.0	
Dcal 1.6 m	Switch 000				F: -13.85	0.00	0.00	
Lens 20W	Filter NOF				R: 0	0	0	
Ser	Pos/Ser 0/-				B: 0.0	0.0	0.0	
Dcal 0.6 m	Switch ---				F: 0.00	0.00	0.00	
Lens 1.2	Filter FLM				R: 177000	32590	4737	
Ser	Pos/Ser 1/ 186				B: 3644.0	3776.0	3764.0	
Dcal 0.6 m	Switch ---				F: -30.90	-10.90	-1.72	
Lens 20W	Filter COS				R: 0	0	0	
Ser	Pos/Ser 2/ 29				B: 0.0	0.0	0.0	
Dcal 0.6 m	Switch 000				F: 0.00	0.00	0.00	

Thermovision*Scanner Calibration

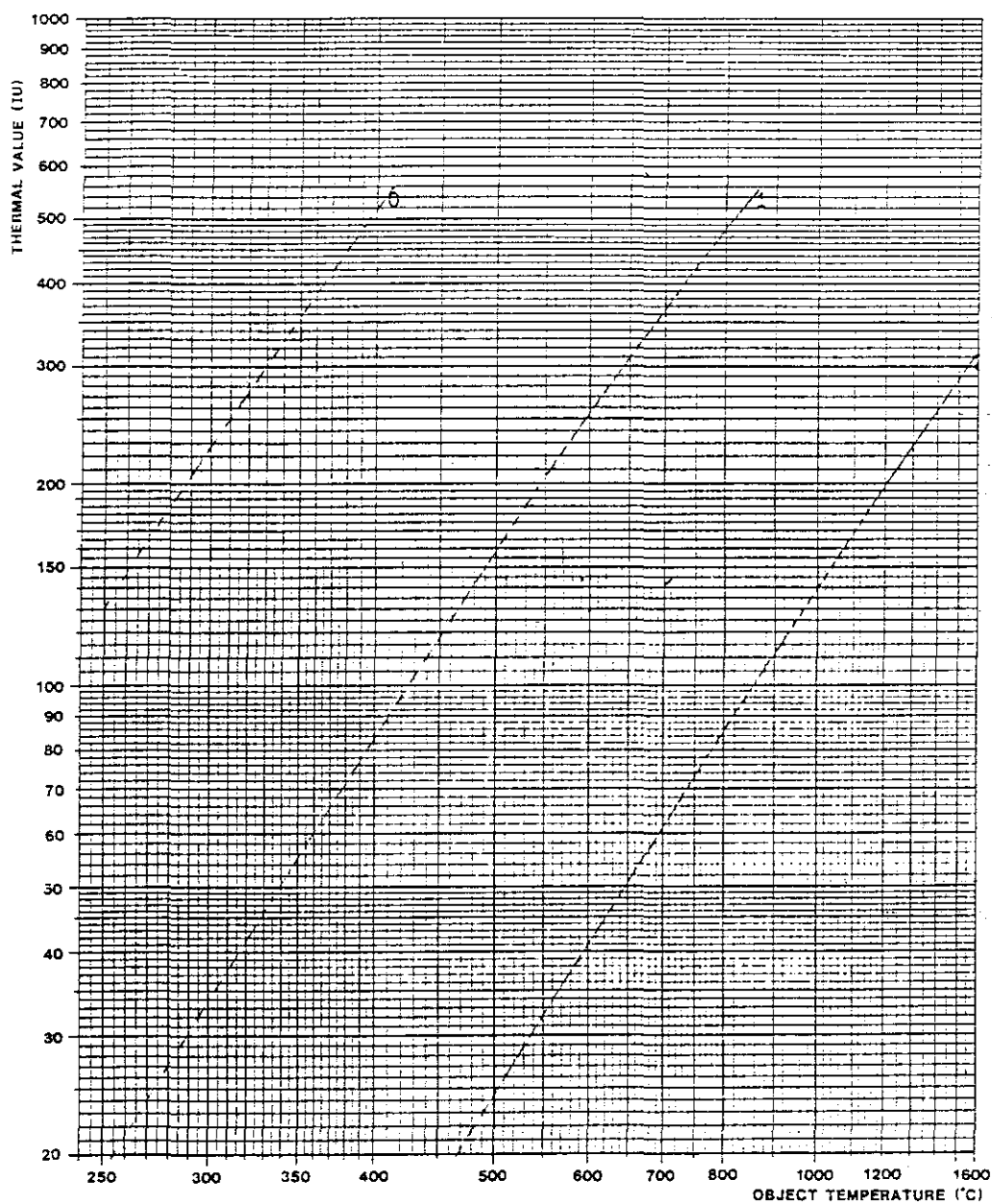


Scanner: **THV870 SWB 50**
 Lens: **20 / 3343**
 Filter: **NOF -**
 Detector: **M1095**
 Calibr. distance: **0.6 m**
 Ambient temp: **25 °C**
 Rel. humidity: **32 %**
 Date: **89-APR-07**
 Operator: **RL**

Thermovision® Scanner Calibration

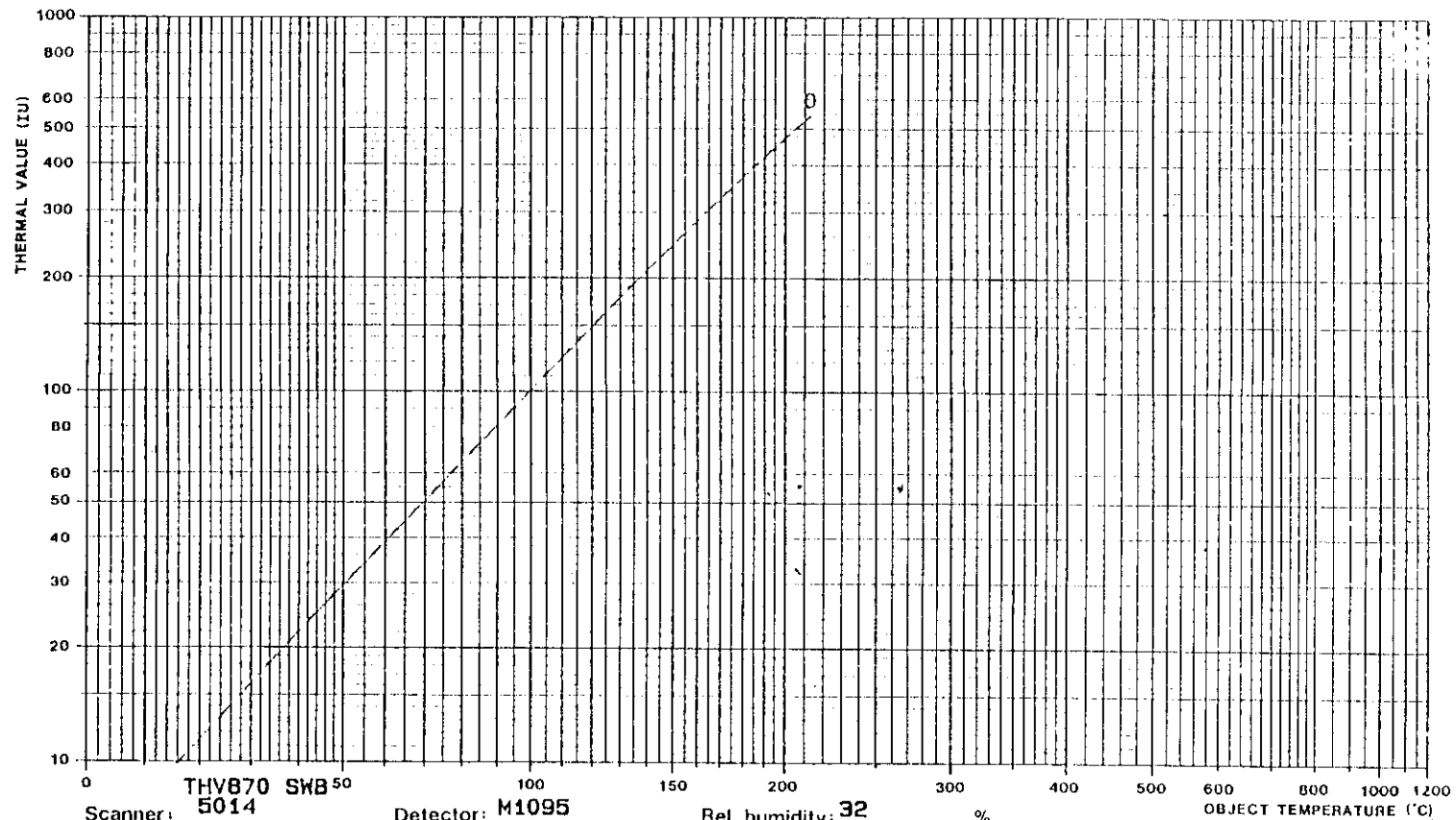


Thermovision® Scanner Calibration



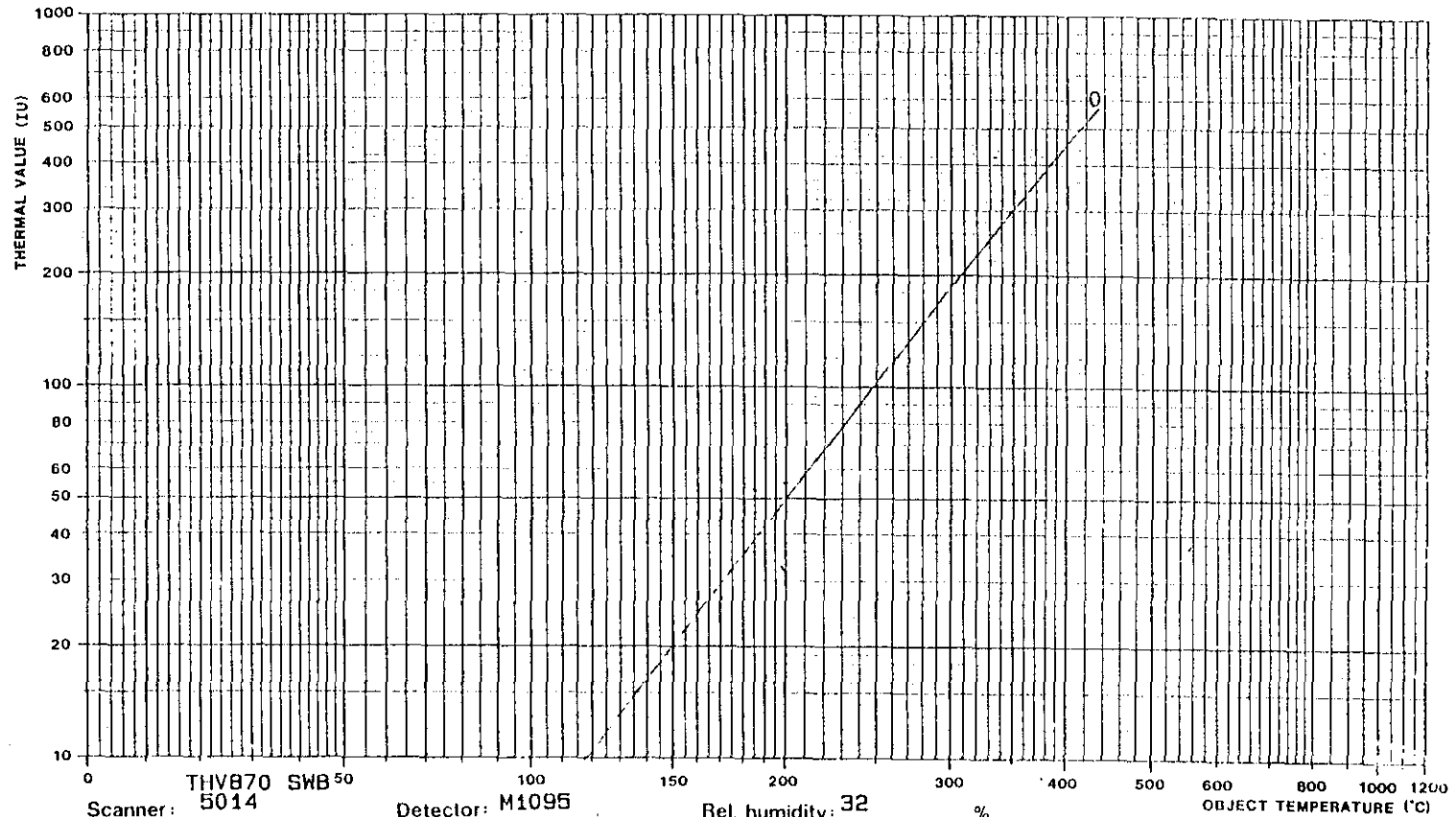
Scanner: <u>THV870 SWB</u>		Detector: <u>M1095</u>	Rel. humidity: <u>32</u> %
Lens: <u>5014</u>		Calibr. distance: <u>0.6 m</u>	Date: <u>89-APR-07</u>
Filter: <u>20 / 3343</u>		Ambient temp: <u>25 °C</u>	Operator: <u>RL</u>
Filter: <u>COS 29</u>			

Thermovision® Scanner Calibration



Scanner: THV870 SWB 50
 5014
 Detector: M1095
 Rel. humidity: 32 %
 Lens: 2.5 /
 Calibr. distance: 1.6 m
 Date: 89-APR-07
 Filter: 110F -
 Ambient temp: 25 °C
 Operator: RL

Thermovision® Scanner Calibration

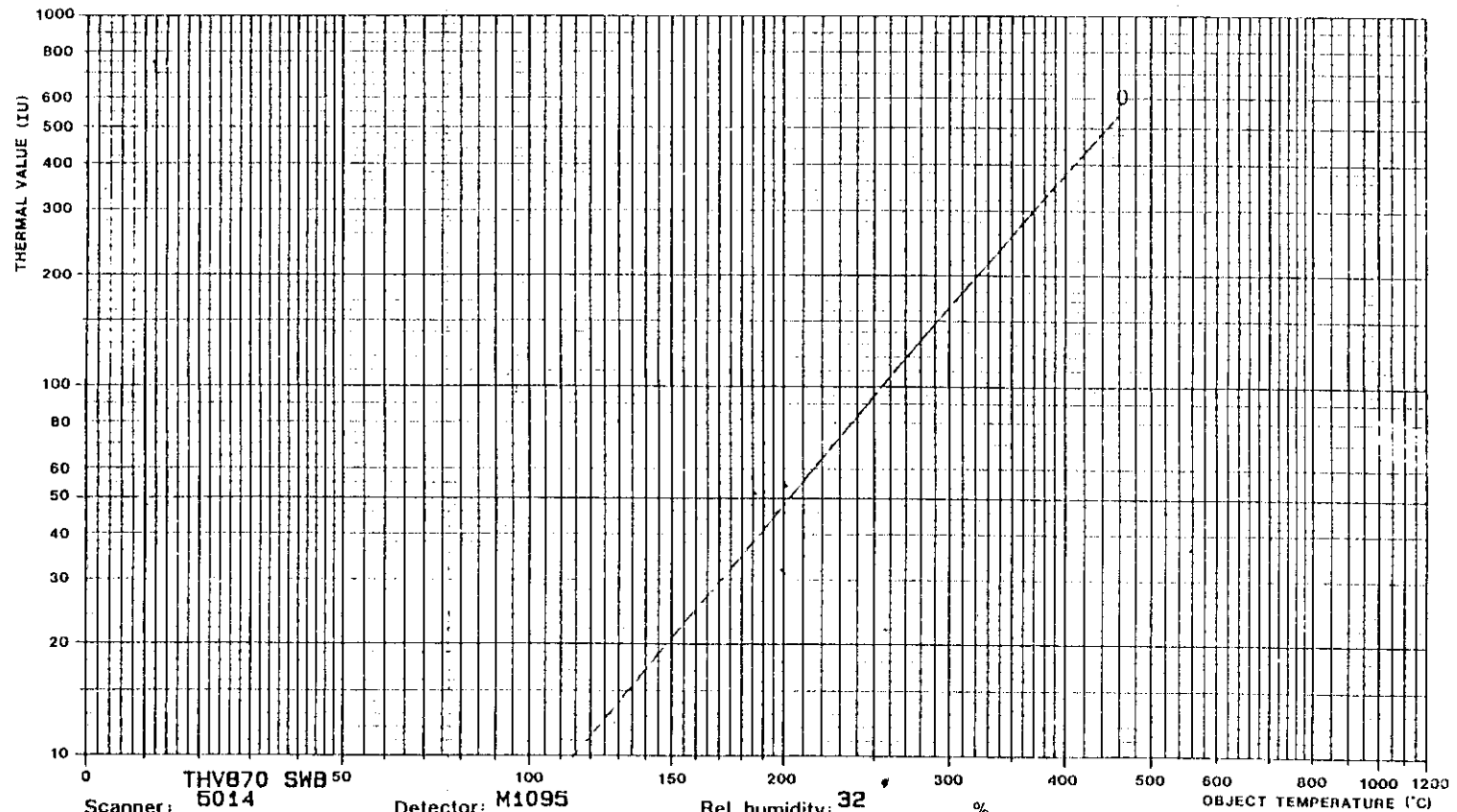


Scanner: THV870 SWB 50
 Lens: 5014
 Filter: 2.5 /
FLM 186

Detector: M1095
 Calibr. distance: 1.6 m
 Ambient temp: 25 °C

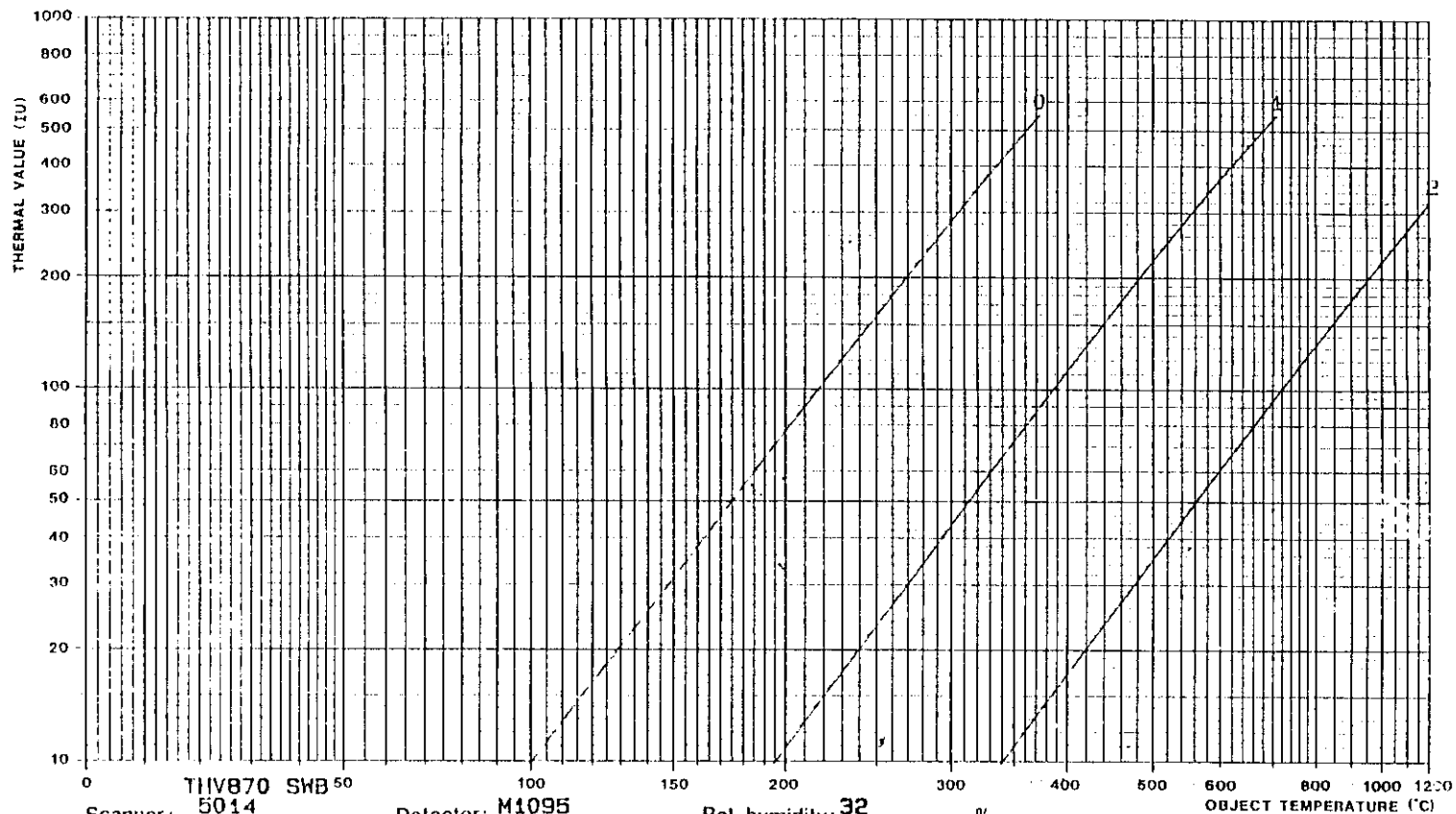
Rel. humidity: 32 %
 Date: 89-APR-07
 Operator: RL

Thermovision® Scanner Calibration



Scanner: THV870 SWB 50 6014 Detector: M1095 Rel. humidity: 32 %
 Lens: 2.5 / Calibr. distance: 1.6 m Date: 89-APR-07
 Filter: COS 29 Ambient temp: 25 °C Operator: RL

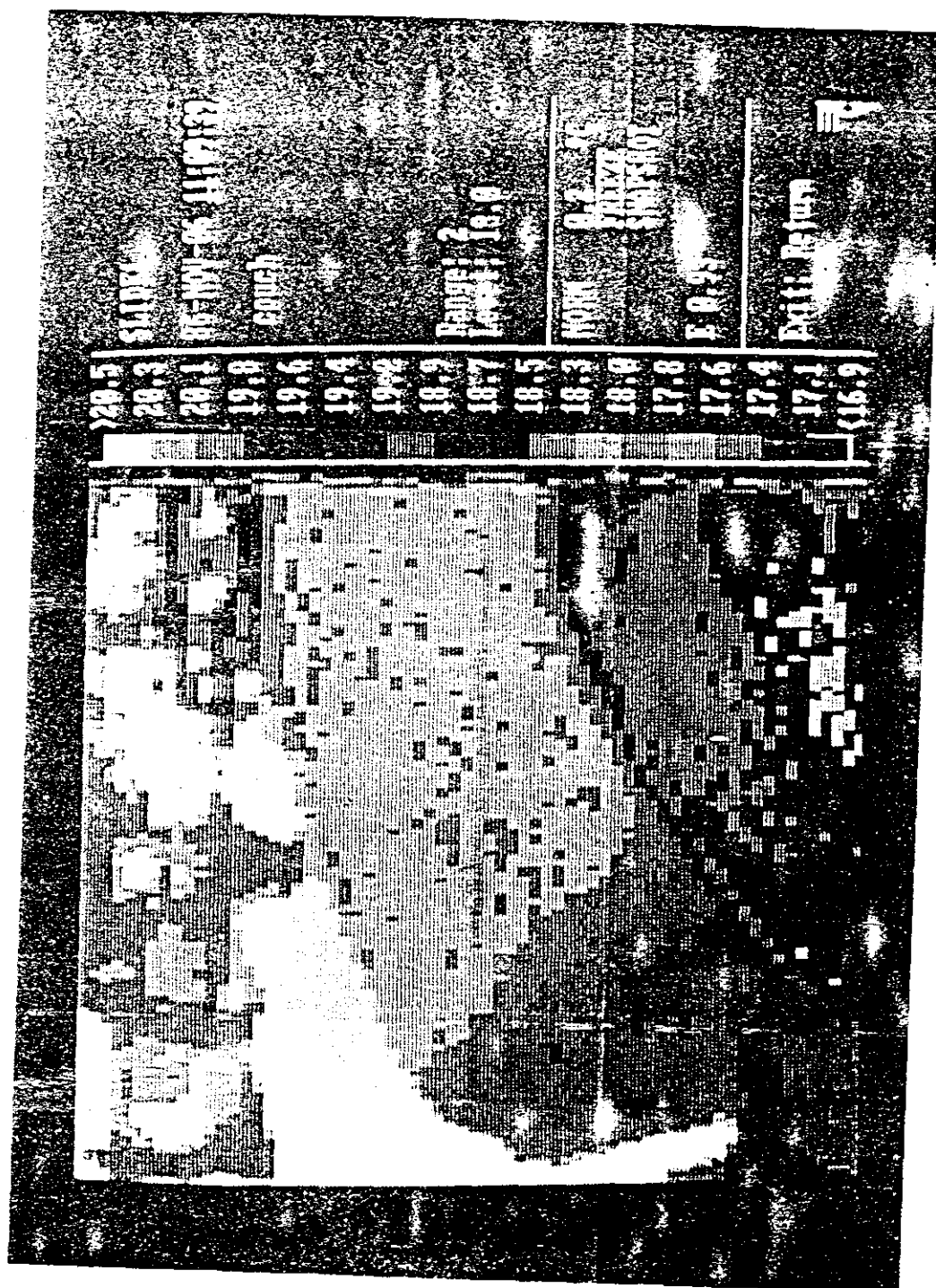
Thermovision® Scanner Calibration

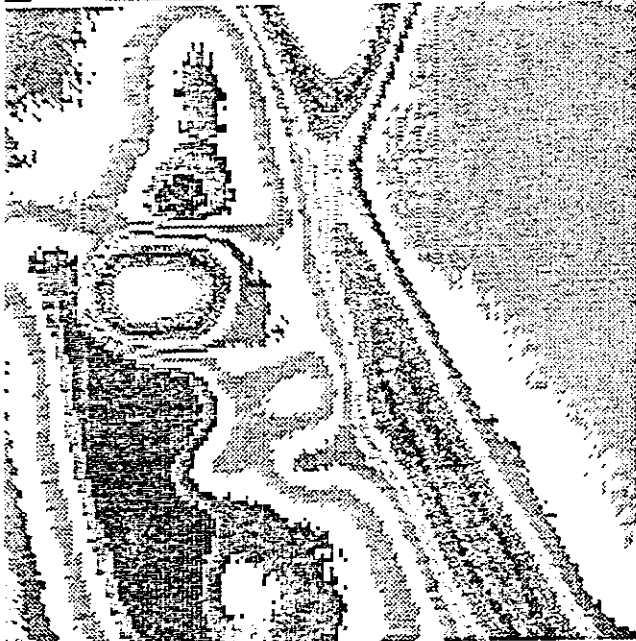
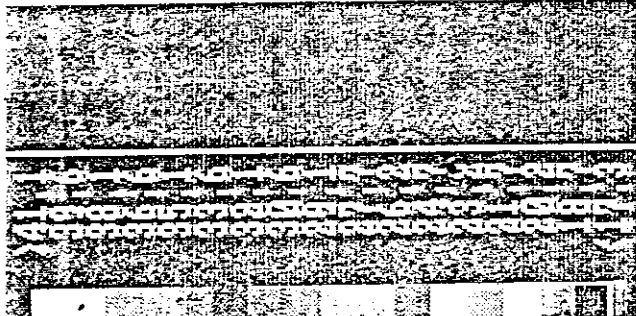
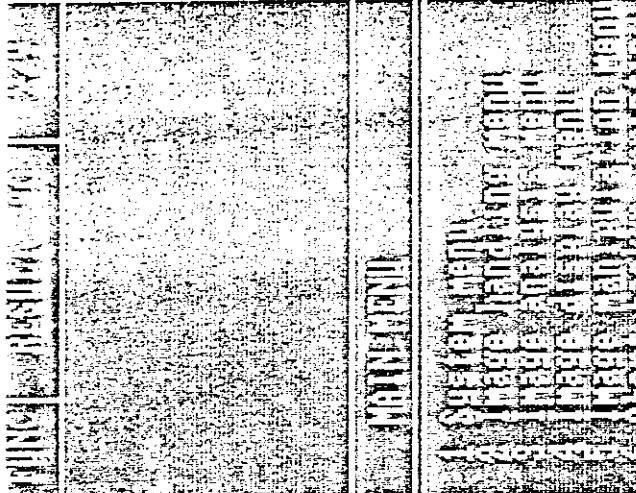
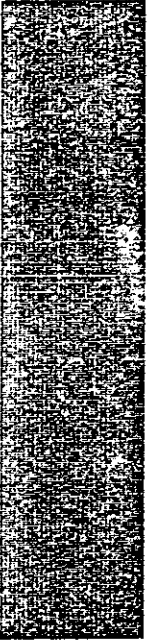
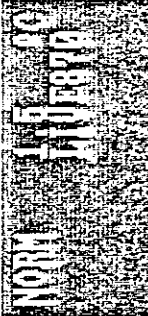
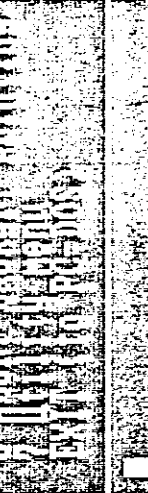


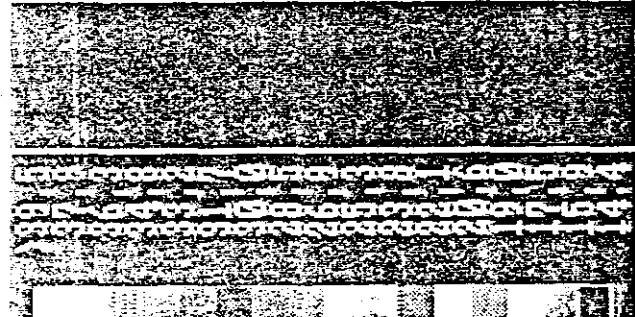
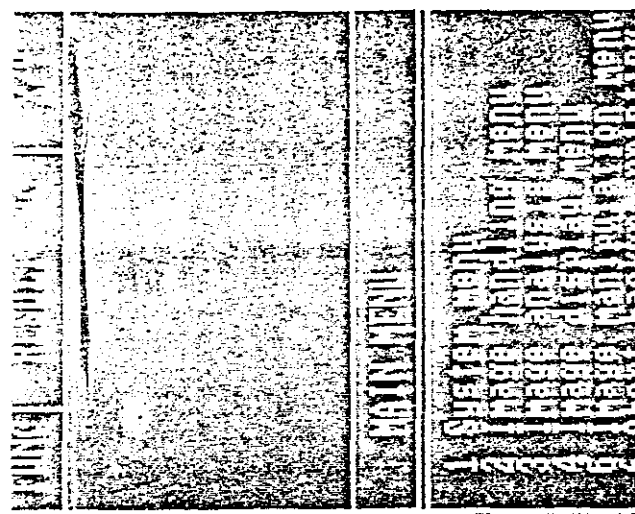
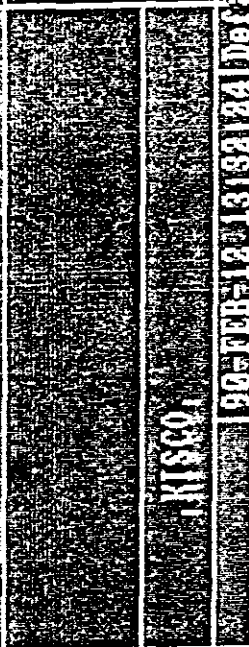
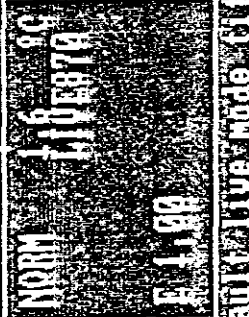
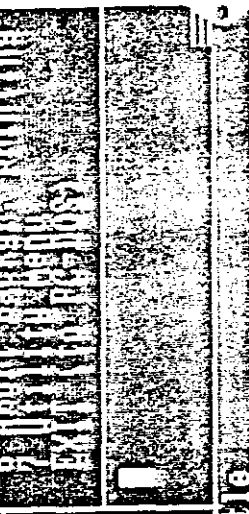
Scanner: TIIV870 SWB 5014 Detector: M1095 Rel. humidity: 32 %
 Lens: 20W / Calibr. distance: 0.6 m Date: 89-APR-07
 Filter: FLM 186 Ambient temp: 25 °C Operator: AL

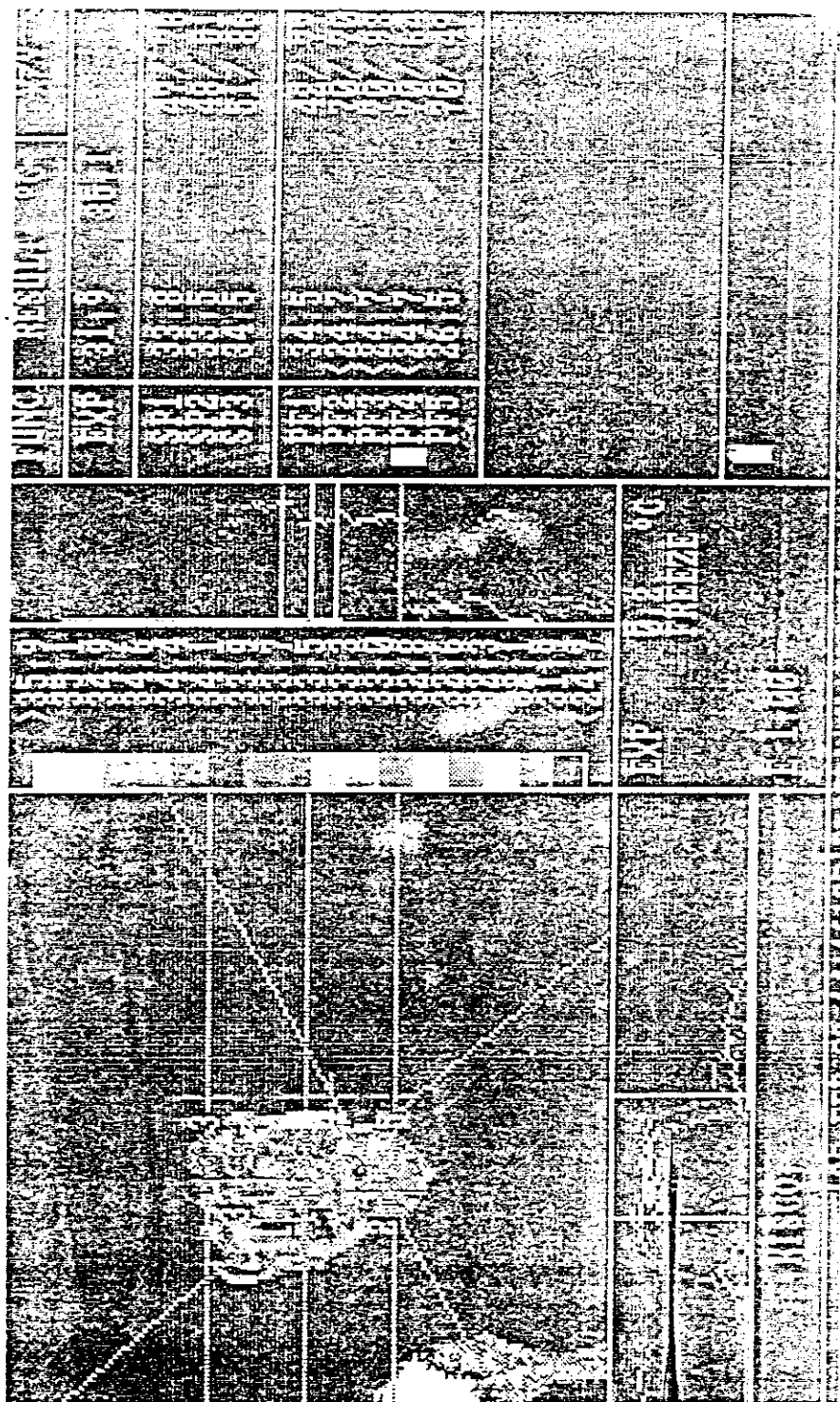
부록 Ⅲ.

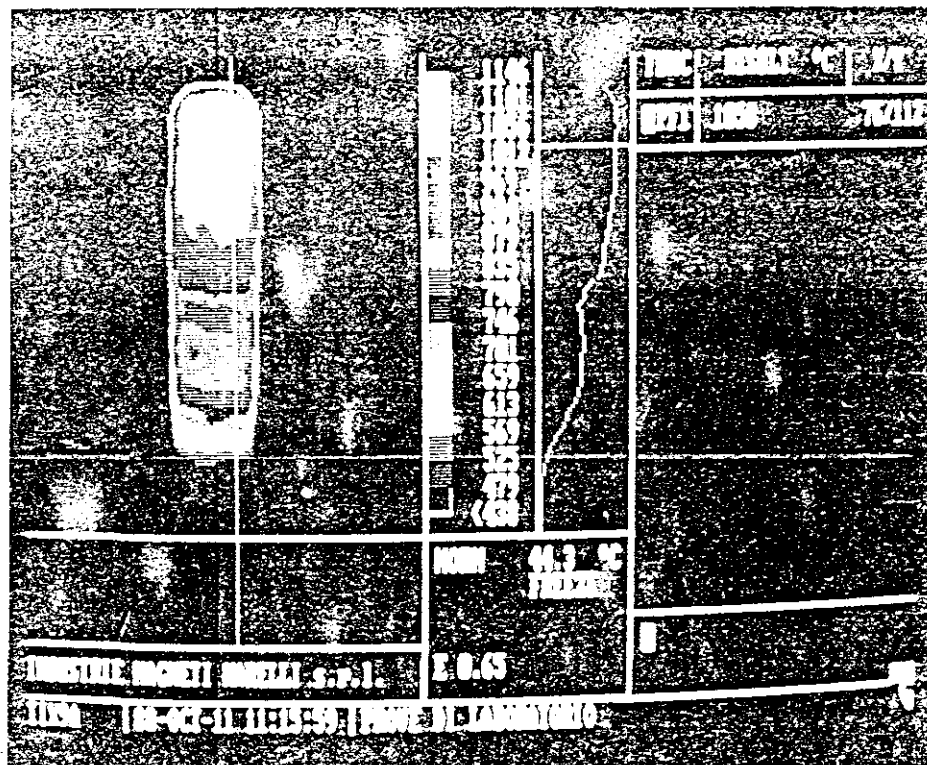
여러온도에서 물체의 온도분포도







부록 IV.

여러물질의 방사율

TABLE OF NORMAL SPECTRAL EMISSIVITIES

SW = 2 - 5.6

LW = 6.5 - 20

Material	Wavelength (Microns)	Temperature C	Emissivity
Alumina brick	SW	17	.68
Aluminum, heavily weathered	SW	17	.83-.94
Aluminum foil	3		.09
Aluminum foil (bright)			.04
Aluminum disk, roughened	3		.28
Asbestos slate (wallboard)			.96
Brick, common	SW	17	.81.86
			-.92
Brick, facing, red	SW		.92
Brick, facing, yellow	SW		.72
Brick, masonry	5	0	.94
Brick, red			.9
Brick, waterproof	SW	17	.87
Chipboard, untreated	SW		.90
Concrete, dry	5	36	.95
Concrete, rough	SW	17	.92-.97
Copper, polished	3		.03
Copper, polished, annealed	10		.01
Fibre board (hard), untreated	SW		.85
Fibre board (porous), untreated	SW		.85
Filler, white	SW		.88
Firebrick	SW	17	.68
Formica	LW	27	.937
Frozen soil	LW		.93
Glass, chemical ware (trans- parent partly!)	5	35	.97
Granite, natural surface	5	36	.96
Gravel	LW		.28
Hardwood, across grain	SW	17	.82
Hardwood, along grain	SW	17	.68-.73
Hessian fabric, green	SW		.88
Hessian, fabric, uncolored	SW		.87
Iron, heavily rusted	SW	17	.91-.96

Material	Wavelength (Microns)	Temperature C	Emissivity
Limestone, natural surface	5	36	.96
Mortar	SW	17	.87
Mortar, dry	5	36	.94
P.V.C Paint	SW	17	.91-.93
Manufacturer			
Broma Alkyd enamel 102 gold leaf	3	40	.98
Broma Alkyd enamel 113 light blue	3		.95
Chromatone stabilized silver finish - Alumaton Corp.	3 10	25	.26 .31
Krylon flat black	3	50	.95
Krylon flat white 1502	3	40	.99
Krylon ultra-flat black	5	36	.97
3M black velvet coating 9560 series optical black	3	40	>.99
Oil	SW	17	.87
black flat	SW		.94
black gloss	SW		.92
gray flat	SW		.97
gray gloss	SW		.96
Plastic, black	SW		.95
Plastic, white	SW		.84
Paper, cardboard box	5		.81
Paper, white	SW	17	.68
Perspex, plexiglass	SW	17	.86
Pipes, glazed	SW	17	.83
Plaster	SW	17	.86-.90
Plasterboard, untreated	SW		.90
Plastic, acrylic, clear	5	36	.94
Plastic paper, red	SW		.94
Plastic paper, white	SW		.84
Plywood	SW	17	.83-.98
Plywood, commercial, smooth finish, dry	5	36	.82
Plywood, untreated	SW		.83
Polypropylene	SW	17	.97

Material	Wavelength (Microns)	Temperature C	Emissivity
Redwood (wrought), untreated	SW		.83
Redwood (unwrought), untreated	SW		.84
Rendering, gray	SW		.92
Roofing Metal			
Azure blue, smooth	SW	0	.54
Azure blue, textured	SW	0	.51
Burnished Copper, smooth	SW	0	.54
Burnished Copper, textured	SW	0	.56
Dark Bronze, textured	SW	0	.70
Mansard brown, smooth	SW	0	.58
Matte black, smooth	SW	0	.73
Roman bronze, smooth	SW	0	.69
Slate gray, smooth	SW	0	.64
Stone white, smooth	SW	0	.57
Terra Cotta, smooth	SW	0	.61
Shingles - asphalt (sm, ceramic-coated rock granules)			
Adobe	SW	0	.77
Black	SW	0	.83
Bright Red	SW	0	.96
Chestnut Brown	SW	0	.67
Colonial Green	SW	0	.83
Dawn Mist	SW	0	.76
Desert Tan	SW	0	.74
Frost Blende	SW	0	.76
Meadow Green	SW	0	.78
Noire Black	SW	0	.90
Sea Green	SW	0	.83
Shadow Gray	SW	0	.81
Slate Blende	SW	0	.65
Snow White	SW	0	.81
Wedgewood Blue	SW	0	.75
Wood Blende	SW	0	.75
Average	SW	0	.79
Fiberglass - asphalt sm ceramic-coated rock granules			
Frost Blende	SW	0	.83
Mahogany	SW	0	.84
Meadow Mist	SW	0	.98
Noire Black	SW	0	.93
Snow White	SW	0	.74
Wood Blende	SW	0	.81
Average	SW	0	.86

Material	Wavelength (Microns)	Temperature C	Emissivity
Asphalt - large ceramic-coated granules			
Ascot Gray	SW	0	.98
Black Pearl	SW	0	.91
Canyon	SW	0	.90
Cirrus Blende	SW	0	.91
Cinnamon Brown	SW	0	.93
Sable Black	SW	0	.85
Slate Blende	SW	0	.84
Snow Flake White	SW	0	.91
Tawny	SW	0	.89
Wood Blende	SW	0	.87
Average	SW	0	.88
Black - 3 Types			
Black, small, asphalt	SW	0	.83
Black pearl, large, asphalt	SW	0	.91
Noire black, small, asphalt	SW	0	.90
Noire black, small, fiberglass	SW	0	.93
Sable black, large, asphalt	SW	0	.85
Average	SW	0	.81
33 Colors - 3 Types			
Average	SW	0	.654-.977
Rubber, stopper, black	S	35	.97
Shadow Green	SW	0	.85
Siding			
Acrylic Enamel Coating			
Antique gold	SW	0	.29
Buckskin	SW	0	.26
Burnished green	SW	0	.45
Butternut	SW	0	.45
Centennial blue	SW	0	.19
Colonial cream	SW	0	.38
Imperial brown	SW	0	.20
Imperial brown, textured	SW	0	.65
Pearl gray	SW	0	.26
Scotch red	SW	0	.27
Slate blue	SW	0	.29
Spanish green	SW	0	.37
White, smooth	SW	0	.31
White, textured	SW	0	.32
Average	SW	0	.34

Material	Wavelength (Microns)	Temperature C	Emissivity
Solid Vinyl			
Autumn gold, textured	SW	0	.79
Butternut beige, textured	SW	0	.80
Lexington green, textured	SW	0	.86
Oyster white, textured	SW	0	.88
Quaker gray, textured	SW	0	.89
Sunshine yellow, textured	SW	0	.75
White, smooth	SW	0	.93
Average	SW	0	.84
Styrofoam, insulation	5	37	.60
Tape, electrical, insulating, black	5	35	.97
Tape, masking	5	36	.92
Tile, floor, asbestos	5	35	.94
Tile, glazed	SW	17	.94
Varnish, flat	SW		.93
Wallpaper (slight pattern) lt. gray	SW		.85
Wallpaper (slight pattern) red	SW		.90
Wood, paneling, light finish	5	36	.87
Wood, polished spruce, dray	5	36	.86

열탐상기 활용 지침서

화학(화학 90-081-4)

발행일 : 1990. 12.

발행인 : 원 장 金 元 甲

작성자 : 연구원 朴 根 浩

발행처 : 한국산업안전공단

산업안전보건연구원

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

TEL : (032) 526-6485

(비매품)