

# 사용설명서 모델 HC-81



정밀전자계측기/통신기기 종합에이커

**興倉物産 株式會社**

本 社

서울特別市 西大門區 弘濟洞 301-2(弘濟빌딩)

Mail: C.P.O. Box 3125, Seoul, Korea

Tel: 732-8611 ~ 20, 733-2481 ~ 5

Telex: ELECHCP K28447, K23494

Fax: 733-5385, 739-3745

釜山事務所

釜山市 釜山鎮區 田浦1洞 674-18

(전자상가 J동 3층)

Tel: (051)816-8611 ~ 2

Fax: (051)816-8613



**흥창물산주식회사**

1. 멀티미터 안전사항 .....	2
2. 일반 규격 .....	3
3. 전기적 규격 .....	4
4. 판넬 기능 .....	7
5. 계측기 사용법 .....	8
6. 디지털 및 아날로그 계기판 .....	9
7. 응용 .....	11
7-1. 측정 전압 .....	11
7-2. 측정 전류 .....	11
7-3. 연속성 시험 .....	12
7-4. 측정 저항 .....	12
7-5. 측정용량 .....	12
7-6. 다이오드 테스트 .....	13
7-7. 온도 측정 .....	13
7-8. 측정 주파수 .....	15
7-9. 아날로그 계기판 사용 .....	15
8. 유지보수 .....	16
8-1. 배터리 교체 .....	16
8-2. 휴지 교체 .....	16
8-3. 측정 .....	16

## 1. 멀티미터 안전사항

본 계측기를 사용하기 전에 설명서를 참고한다. '주의(사용자)!' 는 사용자에게 적용되며 '주의(계측기)!' 는 계측기에 적용된다.

### 1) 안전수칙

#### 주의(사용자)!

본 시험기기는 사용자가 안전사항을 항상 염두에 두도록 하기 위해 고안된 것이다. 그러나, 그런 의도만으로 사용 부주의로 인한 사고를 완전히 방지할 수는 없는 것이다. 전기회로는 사용시 부주의하거나 안전수칙을 지키지 않으면 매우 위험하며 또 치명적일 수 있다.

### 2) 설명서를 반드시 참조할 것.

사용서를 꼼꼼히 처음부터 끝까지 읽는다.

본 시험장비에 의한 시험에서 규정전압과 전류를 함께 고려되어야 한다.

매 측정시마다 본 설명서의 지침을 따른다.

시험기기를 사용하기 전에 일반 지침서를 충분히 읽어둔다.

시험기기의 한계를 넘지 말아야 한다.

### 3) 안전 점검

측정을 실시하기 전에 스위치의 위치와 테스트 리드의 위치 연결 등을 반드시 확인한다. 현재 모든 사항을 지침서 대로 하고 있는가?

스위치가 몇 OHM에 놓여 있거나 현 상태 그대로라도 현재의 전압 그대로 회로를 연결하면 안된다. 휴즈를 교체할 때는 규정된 타입의 것만을 사용하고 휴즈의 위치를 확인하고 끼운다.

#### 4) 접촉금지

노출된 전선 등 전기 회로에서 감전 위험이 있는 부위에 절대로 접촉해서는 안된다.

만일 조금이라도 의심이 나는 곳이 있다면 테스트 리드를 연결하기 전에 회로를 확인해 본다.

테스트 리드를 연결하기 전에 반드시 전원을 차단한다.

회로에 손을 대기 전에 전류가 흐르지 않고 있음을 반드시 확인한다.

시험시 파손되지 않은 테스트 리드를 사용한다.

#### 5) 고압은 위험

시작시에는 항상 전원을 먼저 차단한다. 회로를 연결하기 전에 전압이 없음을 반드시 확인한다.

시험기기, 테스트 리드, 회로에 흰 칠이 된 부위에는 손대지 말것.

시험기기를 분리하기 전에 회로를 차단하고 계측기가 '0'으로 될 때까지 기다린다.

만일 시험기기가 저저항이나 기타 임피던스 레인지로 조절될 때 고전압회로와 교차되어 연결되면, 회로는 단락된다.

이들 회로를 위해 사용될 특수 장비가 마련되어 있다.

만일 고전압 회로를 이용하여 측정을 실시하여야 할 경우가 생기면 전문가에게 도움을 요청하는 편이 좋다.

## 2. 일반 사양

1) 계기판 : 3<sup>3/4</sup> 디지털 액정. 극성과 대역 표시기가 부착되며 표시 레인지는 최대 3999 또는 -3999(주파수9999)이다.

2) 바-그래프 계기판 : 42 세그먼트

3) 측정비 : 디지털 : 2배/초

바그래프 : 20배/초

용량 측정 : 1배/초

4) 자동 전원차단 : 30분

5) 레인지초과 표시 : 가장 중요한 디지털(most-significant digit) 명멸

6) 전원 : 9V 알칼리인 또는 탄소-아연 배터리 (NEDA 1604)

7) 배터리 수명 : 알칼리인으로 약 500시간

8) 사용온도 : 섭씨 0℃~40℃ (상대습도 80%미만)

\* 제품에 이슬이 맺지 않는 상태

9) 저장온도 : 영하 -20℃~60℃(상대습도 70%미만)

10) 표준 부속품 : 테스트 리드

알리게이터 클립 어셈블리 (Alligator clip assembly)

열전쌍 (thermocouple) "K-타입" 온도

### 3. 전기적 규격

#### 1) DC/V

레인지	설정능(Resolution)	허용오차	입력저항	과부하 회로방지
400mV	0.1mV	± (0.3%의 rdg+1D)	100M $\Omega$	10초 내에 1000V DC/AC 피크
4V	1mV		10M $\Omega$	
40V	10mV		10M $\Omega$	
400V	100mV		10M $\Omega$	
1000V	1V	± (0.3%의 rdg+3D)	10M $\Omega$	

#### 2) AC/V

레인지	설정능 (Resolution)	허용오차	입력저항	과부하 회로방지
		50Hz~500Hz		
4V	1mV	± (1.2%의 rdg+5 D)	10M $\Omega$	10초 내에 1000V DC/AC 피크
40V	10mV		10M $\Omega$	
400V	100mV		10M $\Omega$	
750V	1V		10M $\Omega$	
			10M $\Omega$	

#### 3) 저항

레인지	설정능	허용오차	단저회로 전압	과부하 회로방지
400 $\Omega$	0.1 $\Omega$	± (1.0%의 rdg+2D)	약 400mV	250V DC또는 피크 AC (10초 이내)
4k $\Omega$	1 $\Omega$	± (0.7%의 rdg+2D)	400mV	
40k $\Omega$	10 $\Omega$	± (0.7%의 rdg+2D)	400mV	
400k $\Omega$	100 $\Omega$	± (0.7%의 rdg+2D)	400mV	
4M $\Omega$	1k $\Omega$	± (0.7%의 rdg+2D)	400mV	
40M $\Omega$	10k $\Omega$	± (2.0%의 rdg+5D)	400mV	

#### 4) 순간 연속성(Instant Continuity)

약 40 $\Omega$ 미만일 때 부저가 울린다.

#### 5) 다이오드 체크

레인지	설정능(Resolution)	허용오차	단선회로	전압과부하회로방지
다이오드	1mV	± (2%의 rdg + 2D)	3.2V	500V DC 또는 피크(10초 이내)

#### 6) 온도

K-타입 열전쌍(thermocouple), 섭씨와 화씨로 표시됨.

레인지 : 화씨 0도에서 2000도

섭씨 -20도에서 1370도

허용오차 : (5도+2digit)

화씨 225도 까지

\* 단선회로 온도시 가청경보음이 발생

#### 7) 용량(Capacitance)

레인지	주파수	허용오차	설정능	측정	전압	과부하 방지
4nF	1kHz	± (5%의 rdg+2D)	0.001nF	수동	1V	250V DC또는 AC rms
40nF	1kHz	± (5%의 rdg+2D)	0.01nF			
400nF	1kHz	± (5%의 rdg+2D)	0.1nF	자동		
4 $\mu$ F	1kHz	± (5%의 rdg+2D)	1nF			
40 $\mu$ F	120Hz	± (5%의 rdg+2D)	10nF			

### 8) 주파수

레인지	허용오차	설정능	레벨	입력저항	최대 입력전압
100Hz	$\pm(0.1\% \text{ rdg}+10D)$	0.001Hz	IS	10M $\Omega$	500V DC 또는 AC rms
1000Hz	$\pm(0.1\% \text{ rdg}+10D)$	0.1Hz			
10kHz	$\pm(0.1\% \text{ rdg}+10D)$	1Hz			
100kHz	$\pm(0.1\% \text{ rdg}+10D)$	10Hz			
1000kHz	규정없음	100Hz	0.1S		

주파수 입력 감도

주파수 (Hz)	0.5 - 100	100 - 1k	1k - 400k
감도	300mV	1V	5V

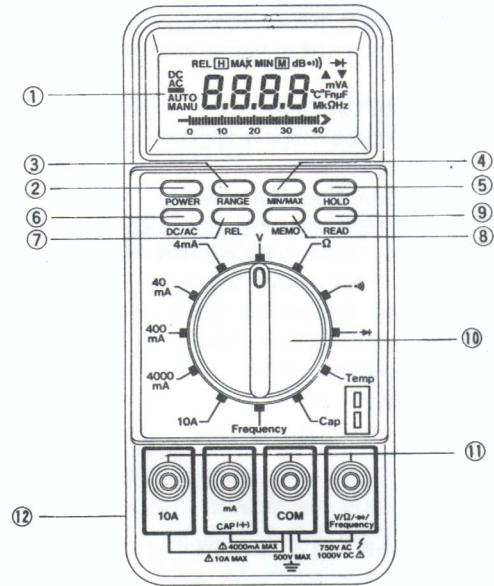
### 9) AC 교류

레인지	허용오차	설정능	과부하 회로방지
4mA	$\pm(2\% \text{ rdg}+5D)$ 50Hz ~ 500Hz	0.001mA	250V/4A 휴즈됨
40mA		0.01mA	
400mA		0.1mA	
4000mA		1mA	
10A	$\pm(2\% \text{ rdg}+5D)$ (50Hz ~ 500Hz)	0.01A	15초간 10A 휴즈 안됨

### 10) DC전류

레인지	허용오차	설정능	과부하 회로 방지
4mA	$\pm(1.5\% \text{ rdg}+2D)$	0.001mA	250V/4A 휴즈됨
40mA	$\pm(1.5\% \text{ rdg}+2D)$	0.01mA	
400mA	$\pm(1.5\% \text{ rdg}+2D)$	0.1mA	
4000mA	$\pm(1.5\% \text{ rdg}+2D)$	1mA	
10A	$\pm(2\% \text{ rdg}+2D)$	0.01A	15초간 10A 휴즈 안됨

### 4. 판넬 기능



- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1) 계기판(Display)                      | 7) REL 스위치                            |
| 2) 전원 스위치 (Power S/W)                | 8) Memo 스위치                           |
| 3) 레인지 수동조작 스위치 (Manual range S/W)   | 9) Read 스위치                           |
| 4) MIN/MAX 스위치                       | 10) 레인지 선택 스위치                        |
| 5) Data Hold 스위치                     | 11) 입력 터미널                            |
| 6) 직류/교류 선택 스위치 (DC/AC selector S/W) | 12) 스키드 - 저항 피트 (Skid-resistant feet) |

## 5. 계측기 사용법

이들 스위치는 작동모드 선택 및 전원을 끄고 켜는데 사용된다. 스위치를 누르면 신호발신음이 들린다. (만일 신호 발신기가 꺼져있지 않다면). 표시기기 작동되어 선택된 모드 등 선택사항들을 알 수 있다.

### 2) 전원 선택 (POWER ON/OFF)

적색단추를 누르면 계측기 전원이 켜진다.

### 3) 레인지 수동조작 (MANUAL RANGING)

레인지 수동조작모드를 선택하려면 RNAGE를 누르고 자동표시기를 끈다 (계측기는 레인지 수동조작이 선택되었던 그 순간의 레인지에 그대로 남아 있다). 레인지 수동조작모드에서, 레인지단추를 누를 때마다 레인지 증가치와 새로 얻어진 값이 표시된다. 만일 계측기가 이미 최고치의 레인지로 조정되어 있으면 계측기는 최저치 레인지로 다시 돌아 간다. 레인지 수동조작모드에서 빠져 나와서 자동모드로 돌아가려면 레인지 스위치를 2초 동안 계속 누른다. 그러면 "AUTO" 표시가 다시 돌아온다.

### 4) MIN/MAX

MIN/MAX 단추를 누르면 최소/최대치 리코딩 모드가 된다. 그러면 최소/최대치가 이 MIN/MAX 모드에서 현재의 값으로 재조정된다. 그리고 이 값들은 메모리에 저장된다.

정상 리코드 속도에 맞추고 MIN/MAX 단추를 눌러 한 바퀴 돌린다. 적어도 100 밀리 세컨드 가량 지속되는 전압, 전류 및 저항 값이 리코딩된다.

### 5) HOLD(계기판 홀드)

터치 홀드모드를 취하려면 홀드 스위치를 누른다. 터치 홀드모드에서, "H"가 표시되고 마지막 나타난 기호가 계기판에 그대로 남는다.

새로운 안정된 기호가 감지되면 신호발신음이 발생하고 계기판의 값이 자동으로 새롭게 변경된다. MIN/MAX 리코딩모드에서, 기호 리코딩을 멈추려면 'HOLD'를 누르고, 계기판 표시기능을 멈추게 하려면 'HOLD'를 누르고, 다시 누르면 계기판이 작동된다.

### 6) DC/AC

전류나 전압 측정기 DC/AC 선택을 위해 푸시버튼 스위치를 누르고 로터리 스위치를 사용하여 전압과 전류를 조정한다.

### 7) REL (relative reading)

REL을 눌러 상대모드로 들어가 계기판을 '0'으로 조정하고 기준 값으로 표시되는 값을 저장한다. 상대모드 기호인 (-)가 나타난다. 상대모드를 빠져 나오려면 REL을 2초간 누르고 있으면 된다. LCD에 나타나는 값은 저장된 기준값과 현재의 값 사이의 차를 표시한다. 예를 들어, 만일 기준값이 15.00V이고 현재의 값이 14.10V이면, 계기판에는 -0.90V가 표시될 것이다. 만일 계기판의 새로운 값이 기준값과 같으면 계기판에는 '0'으로 나타난다.

### 8) MEMO 9) READ

MEMO를 눌러 메모리모드로 들어가면 이 모드의 'M'이 표시되고 값을 기억시킨다. READ를 눌러 리드모드로 들어간다. 이 때 'H'가 표시되며 'M' 표시기에 잠시 켜진다. LCD에 나타난 값은 른 항상 저장된 메모리 값을 나타낸다.

### 10) 레인지선택 스위치

10)은 레인지 스위치를 조정함으로써 선택되는 기능들을 설명한다. 각 기능들에 대하여 레인지 선택 스위치는 기능선택 후 기능 세부조정을 위해 움직이게 된다. 모든 LCD세그먼트들이 자기테스트로서 1초 간 켜진다.

계측기는 이것으로 정상 작동준비 완료되고 레인지 선택 스위치와 푸시버튼에 대해 반응 한다.

11) 입력터미널

(1) 항목

입력터미널은 각각 전압 (직류 또는 교류), 저항(오옴), 전류 (mA), 온도, 용량(Capacitance), 기능선택 로터리 스위치의 시험위치 등과 연관되어 사용된다.

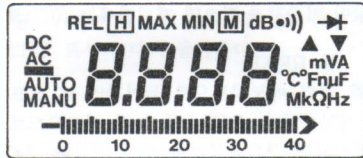
(2) COM 공통터미널

공통 또는 리턴터미널은 모든 측정에 사용된다.

(3) 10A, 10A 입력터미널

레인지 선택 스위치가 10A에 맞추어져 있을 경우, 전류(AC/DC) 측정시 10A 까지 (30초간) 전류가 계속 흐를 수 있다.

6. 디지털 및 아날로그 디스플레이



(1) 디지털 디스플레이

디지털 값은 극성표시 및 자동 소수점 위치와 더불어 4000 카운트 디스플레이로 표시된다. 계측기가 ON이 되면, 간단한 자기시험 동안 모든 디스플레이 세그먼트들과 기호들이 나타난다.

(2) 아날로그 디스플레이



아날로그 디스플레이에 의해 값이 아날로그로 표시되며 초당20회 까지 바뀔 수 있다.

그러나, 이것은 용량(capacitance)기능에서 주파수 카운트모드를 작동시키지 않는다.

3)

**AUTO** 작동 레인지

계측기는 자동레인지모드이며 최상의 설정능(resolution)으로 자동적으로 레인지를 선택한다.

계측기를 켜면 자동레인지모드로 작동 시작한다.

4)

**—** 음극

입력이 음일 때 자동으로 표시된다. REL이 가동되면 계산을 음의 값으로 하라는 요청이다.

5)

**·))** 신호기

연속성 시험기능이 가동된다.

6)

**REL** 상대모드

표시된 값은 현재의 측정값과, 앞서 저장된 값의 차이를 나타낸다

7)

**MIN/MAX** 모드

MIN/MAX리코딩모드에서의 최소/최대 값.

표시된 값은 최소/최대 리코딩모드가 입력된 후 얻어진 값은 최소/최대를 나타낸다.

8) 다음기호들이 의미하는 것.

표시값의 단위를 의미한다.

- AC ..... 교류또는 전압
- DC ..... 직류 또는 전압
- V ..... 볼트(전압)
- mV..... 미리볼트 ( $1 \times 10^3$  볼트)
- A ..... 암페어 (amps). 전류
- mA.....미리암페어( $1 \times 10^3$  amps)
- $\Omega$  ..... 오옴, 저항
- k $\Omega$  .....킬로오옴 ( $1 \times 10^3$  ohms), 주파수
- M $\Omega$  .....메가오옴( $1 \times 10^6$  ohms), 저항
- Hz .....헤르츠 ( 1 cycles/sec), 주파수
- kHz.....킬로 헤르츠( $1 \times 10^3$  cycles/sec), 용량(capacitance)
- $\mu$ F .....마이크로 파라드 ( $1 \times 10^6$  farads), 용량
- nF .....나노 파라드 ( $1 \times 10^9$  farads), 용량
- $^{\circ}$ C,  $^{\circ}$ F .....섭씨 (화씨)-도

\* 홀스터 및 플렉스-스텐드

계측기에는 충격흡수 및 미터기의 흔들림 방지용으로 스톱-온 홀스터가 있다. 홀스터에는 프렉스-스텐드가 부착되어 있다.

## 7. 응용(APPLICATIONS)

이 부분에서는 계측기가 자주 사용되는 측정기능들을 다룬다. 여기에서 사용자에게, 측정시에 있어 몇 가지 주의할 점들이 소개된다.

### 7-1. 전압 측정(AC/CD)

전압을 측정하려면 시험 부하 또는 회로와 병렬과 계측기를 연결한다.

네다셋 AC/CD 전압 레인지들의 각각은 약 10M $\Omega$ 의 입력 임피던스를 나타낸다.

AC 전압은 10M $\Omega$  입력에 AC-커플을 이룬다.

AC 전압이 보이는 가운데 행하여지는 DC 전압측정의 정확도를 향상시키려면 AC 전압을 먼저 측정하고 AC 전압레인지를 기록한다. 그리고 AC 전압 이상의 레인지에 있는 DC 전압레인지를 수동으로 선택한다. 이러한 방법을 사용하면, 입력 방지회로가 켜지지 않음을 확실히 함으로써 DC 전압측정의 정확한 향상을 기대할 수 있다.

전형적으로 행해지는 측정으로는 AC 신호가 나타나는 가운데 증폭기의 DC 오프셋 전압측정 등 들 수 있다.

### 7-2. 전류측정(AC/DC)

전류측정을 위해서는 시험 부하 또는 회로와 직렬로 계측기를 연결하고 교류 사이의 푸시버튼을 누른다. 전류측정시 사용자 계측기에서는 이러한 전압강화는 매우 낮다.

그러나 전압강화는 정밀회로나 측정에 악영향을 미칠 수 있다.



### 7-3. 연속성 시험

연속성 시험은 회로연결에 이상이 없음을 확인하기 위하여 실시된다. 가청연속성 시험을 실시하려면, 레인지 선택 스위치를 (●11)에 맞추고 계측기를 사용자의 회로에 연결한다. 만일 시험저항이 40오옴 이하로 되면 계측기에서 연속성이 발생하게 된다. 이 시험은 케이블, 접속부위, 스위치 릴레이 등에서 단속(intermittents)을 찾을 때 매우 유용한 장해제거 수단이 될 수 있다.

### 7-4. 저항측정

#### 주의(계측기)!

시험회로의 전원을 차단하고 회로 저항측정 전에 배터리를 방전시킨다. 만일 외부전압이 한 부품이 인입되면, 이 부품의 저항을 정확히 측정하는 것이 불가능하다. 계측기는 외부 회로 또는 전압강하 측정부품으로 측정된 전류를 흘림으로써 저항을 측정하고 오옴의 법칙을 사용하여 저항을 계산한다.

계측기에 표시된 저항은 테스트 리드 사이에 생길 수 있는 모든 경로들의 총저항이다. 저항기의 회로측정에서의 예들로, 저항기 칼라코드에 의해 표시되는 오옴값을 얻을 수 없을 때도 있다.

테스트 리드에서의 저항은 최소 레인지 (400 $\Omega$ )에서의 정확도를 저하시킬 수 있다. 표준 테스트 리드의 경우 오차는 대개 0.1내지 0.3 $\Omega$ 이다. 오차를 결정하려면 테스트 리드를 함께 단락시키고 리드들의 저항을 읽는다.

### 7-5. 용량측정

#### 주의(계측기)!

용량측정을 실시하기 전에 전원을 차단하고 배터리를 방전시킨다. 계측기는 일정 전류를 배터리에 충전시키고 전류로 배터리를

측정하고, 일정한 전압으로 배터리를 측정하여 용량을 측정하고 용량을 계산한다.

측정 배터리를 위해서는 레인지 선택 스위치를 캡으로 돌리고 테스트 리드를 배터리에 연결한다. 계측기는 자동적으로 적절한 레인지를 선택하게 된다. 매 측정에 레인지당 1초 가량이 소모된다.

유사값의 반복 측정시 RANGE를 눌러 수동으로 적절한 레인지를 선택하고 서브세그먼트(subsegment)의 측정 속도를 증가시킨다. 10nF 미만의 배터리에 대해서 또는 소음이 발생하는 곳에서는 짧은 테스트 리드나 테스트픽스처를 사용한다.

10nF 미만의 배터리에 대한 측정정확도는, 먼저 상대모드를 사용하여 계기판을 '0'으로 만들어 자동적으로 잉여 미터(residual meter)와 테스트 리드 용량을 제거함으로써 향상될 수 있다. 상대모드를 사용하면 레인지의 수동조작이 가능하므로, 용량이 적은 배터리를 측정할 때에만 잉여용량(residual capacitance)을 '0'으로 만든다.

절연성이 낮거나 절연흡수가 좋지 못한 배터리 또는 용량이 적은 배터리에 여전압(residual voltage charges)이 있게 되면 측정상에 오차가 생길 수 있다. ~

### 7-6. 다이오드 시험

다이오드 또는 트랜지스터 연결을 시험하려면 다음의 과정을 따른다. 테스트 리드를 V,  $\Omega$ , diode, F 및 COM 쪽에 꽂고 레인지 선택 스위치를 다이오드로 향하게 하고 테스트 리드를 다이오드에 연결한다. 다이오드 시험에서, 전압은 계측기로부터 시험전류(테스트 리드가 단락된 상태에서 약 1mA)에 의해 부품들로 전달된다. 실리콘 다이오드의 경우, 정상적인 순방향전압은 약 0.6V이다. 만일 디지털 표시값이 양방향 모두 같다면, 다이오드 접합은 단락될 것이다. 만일 디스플레이의 값이 양방향에서 약 3V이면 다이오드 접합은 멀어지게 될 것이다.

7-7. 온도측정

온도측정 시험의 방법은 다음과 같다.  
 온도탐침(K-타입)을 mA temp cap(+) 및 COM 쪽에 맞추고 레인지 선택 스위치를 temp로 돌린다. 표준 K-타입 열전쌍(thermocouple)의 디지털 계기판의 온도를 읽는다. 이 DMM의 측정가능 온도레인지는 섭씨 -20도에서 1370도(화씨 0도에서 2000도)이다. 열전쌍(thermocouple) 자체의 비선형(nonlinearity)도 DMM의 정확도의 한 특징으로 꼽힐만하다.

그러므로, 정정표(correction table) 전체적 정확도를 증가시키는 데 사용될 수 있다. 아래의 표는 섭씨 350도(화씨 600도) 이상의 온도측정시의 온도 정정인자들(temperature correction factors)을 보여준다 (화씨 0도와 600도 사이에서는 물론이고 섭씨 -20도와 350도 사이에서 비선형 열전쌍의 오차는 최소화될 수 있다. 따라서 이 레인지에서의 정정은 필요치 않다).

정정된 값을 계산하기 위한 방법은 다음과 같다.  
 표시된 값에서 잘못된 부분을 찾아 그 정정인자(correction factor)를 기록하고 표시된 값에서 그 인자를 더하거나 뺀다. 이렇게 함으로써 정확한 온도를 얻을 수 있다. 예를 들어, 섭씨 600도에서 정정인자가 섭씨 -9도이고 화씨 1500도에서는 정정인자가 화씨 -28도가 된다. 이렇게 해서 정정된 온도로 화씨 1472도를 얻는다.

☞ 온도 정정인자(TEMPERATURE CORRECTION FACTORS)

온도(READING) (°C)	정정인자(CORRECTION FACTOR) (°C)	온도(READING) (°F)	정정인자(CORRECTION FACTOR) (°F)
350 - 362	-0	600 - 629	+1
363 - 395	-1	630 - 669	-0
396 - 424	-2	670 - 705	-1
425 - 451	-3	706 - 738	-2
477 - 500	-4	739 - 768	-3
501 - 524	-5	769 - 796	-4
525 - 547	-6	796 - 823	-5
558 - 571	-7	824 - 850	-6
572 - 595	-8	851 - 875	-7
596 - 619	-9	876 - 900	-8
620 - 646	-10	901 - 924	-9
647 - 674	-11	925 - 948	-10
675 - 707	-12	949 - 971	-11
708 - 750	-13	972 - 995	-12
751 - 912	-14	996 - 1018	-13
913 - 950	-15	1019 - 1041	-14
951 - 978	-14	1042 - 1065	-15
979 - 1002	-13	1066 - 1089	-16
1003 - 1002	-12	1090 - 1113	-17
1023 - 1040	-11	1114 - 1138	-18
1041 - 1057	-10	1139 - 1163	-19
1058 - 1073	-9	1164 - 1190	-20
1074 - 1087	-8	1191 - 1217	-21
1088 - 1100	-7	1218 - 1247	-22
1101 - 1113	-6	1248 - 1278	-23
1114 - 1125	-5	1279 - 1313	-24
1126 - 1136	-4	1314 - 1354	-25
1137 - 1147	-3	1355 - 1404	-26
1148 - 1157	-2	1405 - 1495	-27
1158 - 1167	-1	1496 - 1566	-28
1168 - 1176	-0	1567 - 1754	-27
1177 - 1185	+1	1655 - 1700	-26
1186 - 1194	+2	1701 - 1736	-25
1195 - 1202	+3	1737 - 1767	-24
1203 - 1211	+4	1768 - 1794	-23
1212 - 1218	+5	1795 - 1818	-22
1219 - 1226	+6	1819 - 1840	-21
1227 - 1233	+7	1841 - 1861	-20

온도(READING) (°C)	정정인자(CORRECTION FACTOR) (°C)	온도(READING) (°F)	정정인자(CORRECTION FACTOR) (°F)
1234 - 1240	+8	1862-1880	-19
1241 - 1247	+9	1881-1889	-18
1248 - 1254	+10	1900-1916	-17
1255 - 1260	+11	1917-1932	-16
1261 - 1267	+12	1933-1948	-15
1268 - 1278	+13	1949-1963	-14
1274 - 1279	+14	1964-1978	-13
1280 - 1285	+15	1979-1992	-12
1286 - 1291	+16	1993-2000	-11
1292 - 1297	E17		
1298 - 1302	+18		
1303 - 1308	+19		
1309 - 1313	+20		
1314 - 1318	+21		
1319 - 1324	+22		
1325 - 1329	+23		
1330 - 1334	+24		
1335 - 1339	+25		
1340 - 1343	+26		
	+27		

### 7-8. 주파수 측정

주파수 측정모드에서 주파수 계기판은 5개의 레인지중 하나로 자동조절된다. 예컨대, 10Hz미만의 주파수로는 99.99Hz, 999.9Hz, 9.999kHz, 99.99KHz, 999.9KHz가 주어질 수 있다. 변경속도는 느리며 입력신호에 따라 이루어진다. 1Hz 미만의 주파수로는 주파수측정을 위해 계기판에 0.000Hz가 나타난다. 레인지 선택 스위치를 주파수 레인지세팅으로 돌리고 계측기를 측정중인 신호에 연결한다. 계측기를 신호에 연결하면 계측기는 자동으로 적절한 레인지를 선택조절한다.

그러나 주파수 카운터를 작동시키는데 필요한 최소 입력신호는 그 레인지와 주파수에 따라 달라진다. 만일 입력신호가 주파수 카운터를 작동시킬 수 있는 수준에 못 미치면 주파수 측정은 불가능하다. 이때 계기판을 보면 수치가 계속 변하고 있음을 알 수

있다. 입력신호는 이 레인지의 카운팅 유발레벨에 약간 못 미친 것이다.

### 7-9. 아날로그 계기판 사용

아날로그 계기판은 사용이 간편하고 읽기도 쉽다.

아날로그 계기판은 아날로그 계측기의 바늘과 똑같은 기능을 하며 바늘운동에서처럼 바늘이 급격히 움직이지는 않는다.

아날로그 계기판은 피킹시키고 값을 0으로 맞추고 입력이 급격히 변하는 것을 관찰하는 데 특히 유용하다.

아날로그 계기판 응답시간은 빠르며 어렵값을 만드는 데에도 사용할 수 있다.

아날로그 계기판은 또한 한정된 진단의 목적으로도 사용가능하다.

작동속도가 빨라 디지털 계기판을 통해서 신호레벨을 읽기 어려운 상황에서 아날로그 계기판은 이상적이다.

Volt-ohm-mA상에서의 바늘처럼, 아날로그 계기판은 트렌드나 완전히 변하는 신호 및 여러 진단기능에서 아날로그 계기판에 요구되는 작동을 수행함으로써 단연 뛰어난 성능을 보여준다.

사용자는 대개 일정 시간에 발생하는 좋거나 나쁜 신호패턴을 알고 싶어할 것이다. 예를 들어, 소음저항 측정은 그러한 패턴을 만들며, 따라서 아날로그 계기판의 응답 및 이동은 신호패턴을 정확히 해석하는데 매우 중요하다.

패턴이 좋은 한 유니트와 그렇지 못한 유니트를 측정하여 아날로그 계기판에서 비교함.

## 8. 유지보수

### 주의(사용자)!

전기충격을 피하기 위해서는 케이스를 열기 전에 테스트리드를 제거하고 계측기를 열기 전에 케이스를 닫는다.

### 8-1. 배터리 교체

- 1) 테스트리드를 제거하고 멀티미터를 끈 후, 뒷부분에 있는 네 개의 나사를 제거하고 뒷커버를 떼어낸다.
- 2) 기구에서 배터리를 절단하고 표준형 9V 배터리로 교환한다.
- 3) 뒷커버를 덮고 제거한 네 개의 나사를 제자리에 끼워 쥘다.

### 8-2. 퓨즈 교체

- 1) 테스트리드를 제거하고 멀티미터를 끈 후, 뒷부분에 있는 네 개의 나사를 제거하고 뒷커버를 떼어낸다.
- 2) pcb 보드에 위치한 퓨즈를 새 것으로 교체한다.
- 3) 뒷커버를 덮고 네 개의 나사를 쥘다.

### 8-3. 눈금측정(Calibration)

멀티미터의 눈금측정을 위해 다음의 절차를 따른다.

- 1) 실내온도 섭씨 25도, 상대습도 50% 이하인 곳에서 실시한다. 이 조건을 적어도 30분간 유지한다.
- 2) 레인지선택 스위치를 DC/V 위치를 한다.
- 3) 기구의 뒷면에서 4개의 나사를 빼고 뒷면을 떼어 낸다.
- 4) DC 눈금측정기의 출력을 390.0mV  $\pm$  0.0002%로 맞추고 V,  $\Omega$ , F, COM의 입력접속기들에 연결한다.

- 5) 변압기(VR3)를 조정하여 멀티미터 디지털 계기판이 390.0mV를 가리키도록 한다.
- 6) DC 눈금측정기를 멀티미터부터 분리한다.
- 7) DC/AC 모드 푸시버튼 스위치를 눌러 AC 기능으로 맞춘다. LCD의 AC 신호기가 작동하는지 확인한다.
- 8) AC 눈금측정기의 출력을 50내지 500Hz의 주파수를 가진 3.9V  $\pm$  0.05% 순수정현파로 맞추고 V,  $\Omega$ , 다이오드, F, COM의 입력접속기들에 연결한다.
- 9) 변압기(VR4)를 조절하여 계기판이 정확히 3,900V를 가리키도록 한다.
- 10) AC 눈금측정기를 멀티미터에서 분리한다.
- 11) 뒷커버를 교체하고 4개의 나사로 쥘다.