

MULTI-TESTER 사용설명서

MODEL HC-260TR

정밀전자계측기/통신기기 종합메이커



興倉物産 株式會社

■ 본 사

서울시 서대문구 홍제동 301-2 (홍제빌딩)
CPO BOX 3125 TEL: (02) 395-8611/9
FAX: (02) 395-5384

■ 서비스실

서울시 은평구 불광동 310-222
TEL: (02) 385-0119
FAX: (02) 353-0111

■ 국내영업부

서울시 은평구 불광동 310-222
TEL: (02) 358-3741 (代)
FAX: (02) 383-3748

■ 부산사무소

부산시 부산진구 전포1동 674-18
(전자상가J동3층) TEL: (051) 816-8611/2
FAX: (051) 816-8613

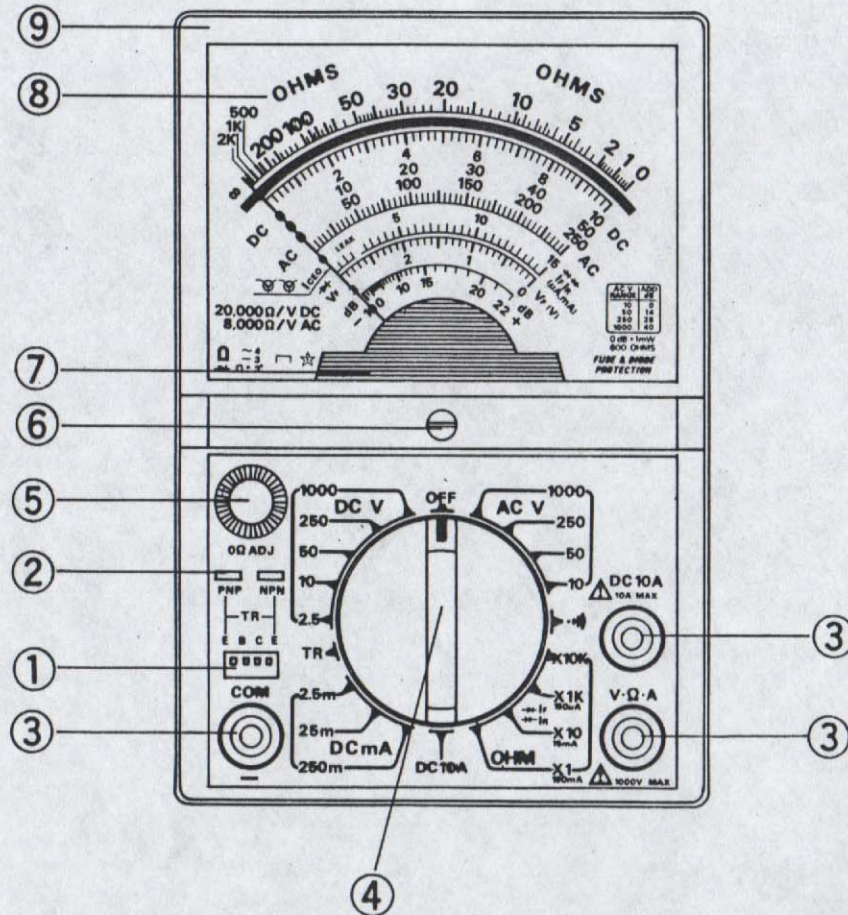


흥창물산주식회사

목 차

1. 계측기 사용 안전 규칙.....	2
2. 제품의 특징.....	3
3. 각 부위별 명칭 설명.....	4
4. 전기적 규격.....	7
5. 제품 사용 방법.....	9
6. 회로도.....	15
7. 부품 명세서.....	16
8. 조립도.....	18
9. 부록 : 기초 전기 전자 공식.....	20
10. 부록 : 저항 COLOR CODE 판독법.....	33
11. 부록 : 반도체 소자의 약어와 기호.....	34
12. 흥창물산(주) 생산 제품.....	44
13. MEMO	
14. WARRANTY	

3. 각 부위별 명칭 설명



① 트랜지스타 검사 소켓 ;

트랜지스타 검사시 소켓에 표시된 각 극성간의 정확한 위치에 시험할 트랜지스타의 극성을 맞추어 삽입하십시오.

② 트랜지스타 판정 지시장치 ;

적색 및 녹색 램프로 되어있어 적색이 켜지면 양품의 PNP 극성의 트랜지스터이고 녹색이 켜지면 양품의 NPN 극성의 트랜지스터입니다.

2 개의 램프가 점멸되면 측정 트랜지스트의 극간의 단선 상태의 고장을 알려주며 둘 다 점멸되지 않으면 콜렉터-에미터 간의 단락고장상태를 뜻합니다.

③ 입력 소켓 ;

입력 소켓은 안전장치로 되어 있어 시험봉의 플러그 삽입시 손에 접촉되지 않게 되어 있어 매우 안전합니다. (이것은 UL 1244 및 VDE0411의 규정에 준한 설계 입니다.)

④ 레인지 선택 스위치 ;

명확한 레인지선택이 가능한 스위치 방식으로 20레인지의 선택이 가능합니다.

⑤ '0' : 옴 조정기 ;

옴 메타로 사용시 지침이 옴눈금의 '0' :점에 정확히 오도록 조정해야 합니다.

⑥ 지침 '0' :점 조정기 ;

측정전, 반드시 지침이 왼쪽 '0' :점에 있는지 확인하시고 필요시 조정하십시오.

1. 계측기사용 안전 규칙

“본 계측기를 사용하기전에 반드시 사용설명서를 읽어주십시오”

안전점검

- 측정하기전에 레인지 스위치와 시험선이 측정기의 적정한 위치에 장착되어있는지를 재확인 합니다.
- 스위치를 절환하거나 위치를 옮기고저 할때는 반드시 먼저 피측정체에 연결되어있는 전원을 꺼야 합니다.
- 저항 또는 전류 레인지에서 전압을 측정하지 마십시오.
- 휴-즈를 교체 할 때에는 반드시 규정품을 정확히 삽입 하십시오.

촉수 접촉금지

- 비절연 노출된 전선 또는 통전중인 물체에 도체나 손으로 직접 접촉을 하지 마십시오.
- 의심스러우면 접촉을 하기전에 전압 유무를 점검 하셔야 합니다

고압주의

- 측정하기전에 항상 피측정 개소의 고압 전원을 차단하십시오.
- 측정전 예상 고압 전압치를 알아 두셔야 합니다.
- 측정중 측정기나 시험선에 직접 촉수 하지 마십시오.
- 측정후 측정기를 분리할때에 반드시 피측정 개소의 전원을 차단 하십시오.

2. 제품의 특징

1. 90% (3 1/2인치) 크기의 지침 반사경이 붙은 90°원호의 눈금판을 갖춘 본제품은 측정시 목시오차를 최대로 줄여주며 눈금간의 간격이 크고 아울러 칼날 지침을 사용하여 최대 허용오차를 대폭적으로 줄이는 설계를 하였습니다.
2. UL-1244 및 VDE-0411의 규격에 준한 안전설계의 입력 소-켓과 시험봉및 내충격성 플라스틱 제품으로 설계 되었습니다.
3. 자동, 트랜지스타 극성및 양 부 판정 장치가 있어서 트랜지스타의 극성및 성능이 순간적이며 동시에 판정되어지며 기판회로 내에 납땜된 트랜지스타의 극성및 양 부 판정도 동시에 측정 가능합니다.
4. 메-타는 강력한 내자형 특수 가동부로서 흉창만이 사용하는 세계적 특허품으로 그직선성이 1% 미만이며 내충격성, 신뢰도가 매우 높은 것입니다.
특허 번호 대한민국 9546
미국 4139821
프랑스 7709426
서독 7709878
일본 1063542
자유중국 11114
5. BUZZER기능이 있어 도통 CHECK시 청각적 측정으로 신속한 판별이 동시에 가능합니다.

⑦ 내자형 가동코일형 메타;

고감도, 고 직선성 및 1%미만의 정밀도로 세계 특허품입니다.

특허번호; 대한민국 9546

미국 4139821

프랑스 7709426

서독 7709878

일본 1063542

자유중국 11114

⑧ 눈금판;

약 90% (3 1/2 인치) 90° 원호 및 칼날 지침의 눈금판은 판독하기가 쉬우며 눈금간의 간격이 넓어 정밀측정이 가능합니다.

⑨ 케이스;

고충격성 플라스틱사용.

4. 전기적 규격

직류전압

레인지; 2.5, 10, 50, 250, 1000V

감도 ; 20,000옴/볼-트

정밀도; 최대 눈금치수의 $\pm 3\%$.

교류전압

레인지; 10, 50, 250, 1000V

감도 ; 8,000옴/볼-트

지시치; 전파정류 평균치 감응치를 정현파 실효치로 교정된 지시치

주파수 감응; 정격 정밀도는 50V까지는 10KHz

정격 정밀도는 250V까지는 20kHz

정밀도 : 최대 눈금치수의 $\pm 4\%$.

직류전류

레인지; 2.5, 25, 250 mA, 10A,

※10A 측정소켓은 별도 전용소켓으로 사용됨.

전압강하; 0.25V

정밀도 ; 최대 눈금치의 $\pm 3\%$

저 항;

R $\times$ 1 0~2000옴 (20옴 중앙눈금)

R $\times$ 10 0~20,000옴 (200옴 중앙눈금)

R $\times$ 1K 0~2 메가옴 (20K옴 중앙눈금)

R $\times$ 10K 0~20메가옴 (200K옴 중앙눈금)

정밀도; $\pm 3^\circ \text{Arc}$

단락전류 및 개방전압; $R \times 1$, 150mA, 3V
 (정상 전지 일 경우) $R \times 10$, 15mA, 3V
 $R \times 1K$, 150 μ A, 3V
 $R \times 10K$, 60 μ A, 12V

데시벨;

-10 dB ~ +22 dB (AC 10V 레인지)
 +4 dB ~ +36 dB (AC 50V 레인지)
 +18 dB ~ +50 dB (AC 250V 레인지)
 +30 dB ~ +62 dB (AC 1000V 레인지)
 0 dB; 600 Ω 1 밀리วัต트 기준

사용전지;

1.5V $\times$ 2 개, 9V $\times$ 1 개

과부하보호회로;

메타보호용 다이오드 2 개
 퓨즈 0.5A / 250V 1 개

사용온도;

정격정밀도 유지; $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

$0^{\circ}\text{C} \sim 18^{\circ}\text{C}$ $28^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 범위에서 4% 오차가 부가될 수 있음.

크기;

102 mm / m $\times$ 150 mm / m $\times$ 45 mm / m, 370g

5. 제품 사용 방법

작동설명

주의; 고압측정시 계측기 사용안전규칙을 준수하십시오.

주의; 측정하기전에 계측기의 지침이 '0'점에 있는지 확인하십시오.

주의; 측정하기전에 레인지 선택스위치와 시험봉이 적정위치에 있는지 확인하십시오.

주의 측정위치를 모르면 제일 높은 레인지에서부터 선택하여 주십시오.

주의; 측정이 끝나면 피측정체의 전원을 끄고 반드시 레인지 선택스วิต치를 OFF에 두십시오.

직류전압측정

- ① 흑색 시험선을 -COM에; 적색 시험선을 V. Ω .A 에 삽입 하십시오.
- ② 피측정 개소에 시험봉의 탐침을 접촉, 연결 하십시오.
- ③ 피측정체에 전원을 넣으십시오.
- ④ 이때 지침이 눈금판의 0 점 이하로 가면 피측정 개소의 전원을 꺼버린 다음에 시험봉의 탐침을 바꾸어 접촉하십시오.
 눈금판의 흑색 직류 전용 눈금선에서 지시치를 읽으십시오.
- ⑤ 10, 50, 250의 레인지 선택에서는 눈금판의 해당 눈금을 직접 읽으시고 2.5는 250눈금선에 100으로 나누고 1000에서는 10눈금선에 100을 곱하여 주십시오.

교류전압측정

참고; 본 제품은 교류 레인지에서 직류 분이 유입될 수 있으니 순수 교류분 인지를 확인하기 위해서 입력단자와 시험선 간에 용량기를 삽입시켜 직류분을 배제하므로써 순수교류분의 유무를 확인할 수 있습니다.

- ① 측정순서는 직류와 동일합니다.
- ② 지시치를 판독할 때는 AC전용 눈금선에서 지시치를 읽으십시오.
- ③ 피측정 개소에 시험봉의 탐침을 접촉, 연결 하십시오.
- ④ 피측정기에 전원을 넣으십시오.
- ⑤ 눈금판의 적색 교류 전용 눈금선에서 지시치를 읽으십시오.

데시벨측정

참고; 교류전압 측정 레인지에서 전력손실 및 이득분을 측정할 수 있습니다. 데시벨은

$$dB = 10 \log \frac{POWER_1}{POWER_2} \quad \text{또는} \quad 20 \log \frac{E_1}{E_2} \quad (R_1 = R_2 \text{ 일때})$$

본 측정기는 1 미리 와트 600옴에서 0 dB로 교정되어 있어서

$$20 \log \frac{E_1 (\text{지시치})}{0.774 V} \text{ dB}$$

600 OHM에서 측정되는 E_1 전압을 각 교류전압 레인지에서 읽으면 눈금판에 교정된 dB지시치를 직접 측정할 수 있습니다. 이 dB 눈금선은 교류10V에서만 직접 측정할 수가 있고 타 교류 레인지에서는 아래표를 이용하여 지시치에서 더하여 주십시오.

(DB 눈금보는표)

10V	눈금판에서 직접읽음
50V	+14 dB
250V	+28 dB
1000V	+40 dB

저항 측정

- ① 레인지 선택 스위치를 저항 측정레인지에 두십시오.
- ② 흑색 시험선을 -COM 소켓에, 적색 시험선을 V.Ω.A 소켓에 삽입하십시오.
- ③ 시험선의 탐침을 상호 접촉시켜 지침이 저항 눈금선의 0에 정확히 오도록 '0'옴 조정기를 조정하십시오.

참고; 조정기를 시계 방향으로 돌려도 '0'눈금에 오지 않으면 옴 메타용 전지수명이 다된 것이므로 $\times 1$, $\times 10$, $\times 1 K$ 에서는 1.5V, $\times 10K$ 에서는 9V 건전지를 교체하십시오.

주의; 피측정체 또는 어떠한 전원에도 저항측정을 하시면 안되며, 측정기에 전원을 넣지마시오.

- ④ 피측정 저항치를 시험선에 접촉, 접속시켜 저항치를 읽으십시오. 이때 선택된 저항 레인지에 표기된 수치 만큼 지시치에 곱하십시오.

직류전류측정

주의; 절대로 시험선을 전원 또는 전압이 있는 피측정체에 연결하지 마시고 반드시 직렬 연결로하여 사용하십시오.

- ① 흑색 시험선을 -COM 에, 적색 시험선을 V. Ω . A 에 연결하십시오.
- ② 레인지 선택 스위치를 전류 레인지에 두십시오
- ③ 피측정개소의 전원을 차단하시고 측정기와 직렬로 연결하십시오.

DC 10A 측정

- ① 흑색 시험선을 -COM 에, 적색 시험선을 DC 10A에로 옮겨 삽입하십시오.
- ② 레인지 선택 스위치를 10A에 두십시오.
이하 직류 전류 측정 방식에 따라 행하십시오.

트랜지스터 양, 부 판정 및 극성 측정

- ① 레인지 선택 스위치를 TR에 두십시오.
- ② 시험할 트랜지스터를 TR SOCKET 의 에미터(E) 베이스(B), 콜렉터(C)에 극성에 맞추어 삽입하십시오.
- ③ LED가 작동되기 시작하면 아래사항을 보시고 판독 하십시오.
적색등이 켜지면 양품의 PNP 트랜지스터이고
록색등이 켜지면 양품의 NPN 트랜지스터이고
적, 록색등이 점멸되면 측정 트랜지스터가 개방된 불량
적록색등이 꺼진상태면 측정 트랜지스터가 단락된 불량입니다.

DIODE 및 LED 측정

- ① 흑색 시험선을 COM 소켓에, 적색 시험선을 V. Ω . A 소켓에 삽입 하십시오.
- ② 레인지 선택 스위치를 옴레인지의 X1K ($0 \sim 150\mu A$) 또는 X10 ($0 \sim 15 mA$)에 놓으십시오.
- ③ 흑색 시험선의 탐침을 다이오드의 +에, 적색 시험선의 탐침을 다이오드의 -에 접속시켜 다이오드의 순방향 전류 (IF)를 I_F , I_R 눈금판에서 판독 하십시오.

참고; 최대 지시치에 가까운 지시이면 양품입니다.

- ④ 적색 시험선의 탐침을 다이오드의 +에 흑색 시험선의 탐침을 다이오드의 -에 접속시켜 다이오드의 역방향전류 (IR)을 I_F , I_R 눈금판에서 판독하십시오.

참고; 지침이 왼쪽 0 점에 가까우면 양품입니다.

- ⑤ 순방향전류 (IF) 판독시에 눈금판의 VF 눈금을 동시에 판독 하시면 바로 시험 다이오드의 순방향 전압을 알수있습니다.

참고; 일반적으로 게르마늄 다이오드는 $0.1 \sim 0.2V$

시리콘 다이오드는 $0.5 \sim 0.8V$ 를 지시합니다.

트랜지스타의 누설전류 측정

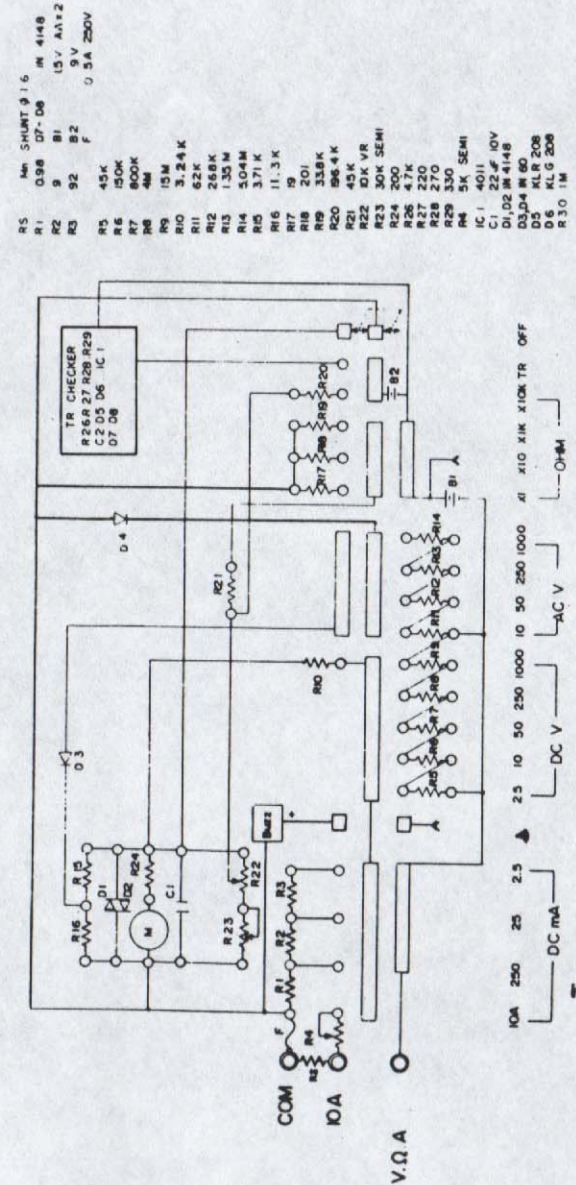
- ① 레인지선택 스위치를, 중소형트랜지스타일 경우 저항레인지의 $\times 10\Omega$ 에, 대형인것은 $\times 1\Omega$ 두십시오.
- ② 시험할 트랜지스타가 NPN인 경우 -COM의 시험선에 콜렉터, V. Ω . A의 시험선에 에미터를 연결하십시오. PNP일경우, -COM에 에미터, V. Ω . A에 콜렉터를 연결하십시오.
- ③ 눈금판의 I_{ceo} 눈금선에 지침이 오면 실리콘 트랜지스타인 경우 양품입니다.
- ④ 게르마늄 트랜지스타는 소형인 경우 0.1~2 mA 대형은 1~5 mA의 누설전류를 지시합니다.

정 비

전지및 퓨즈 교체를 위해 하부 케이스에 있는 2개의 나사를 풀고 메타 뒷면에 고정 되어 있는 전지상자및 퓨즈 접속구에서 간단히 분리 교체 할수 있습니다. 특히 전지 교체시에는 전지상자에 표시된 극성에 맞추어 삽입하시고 퓨즈는 반드시 정격을 사용 하십시오.

6. 회로도

HC-260TR SCHEMATIC DIAGRAM

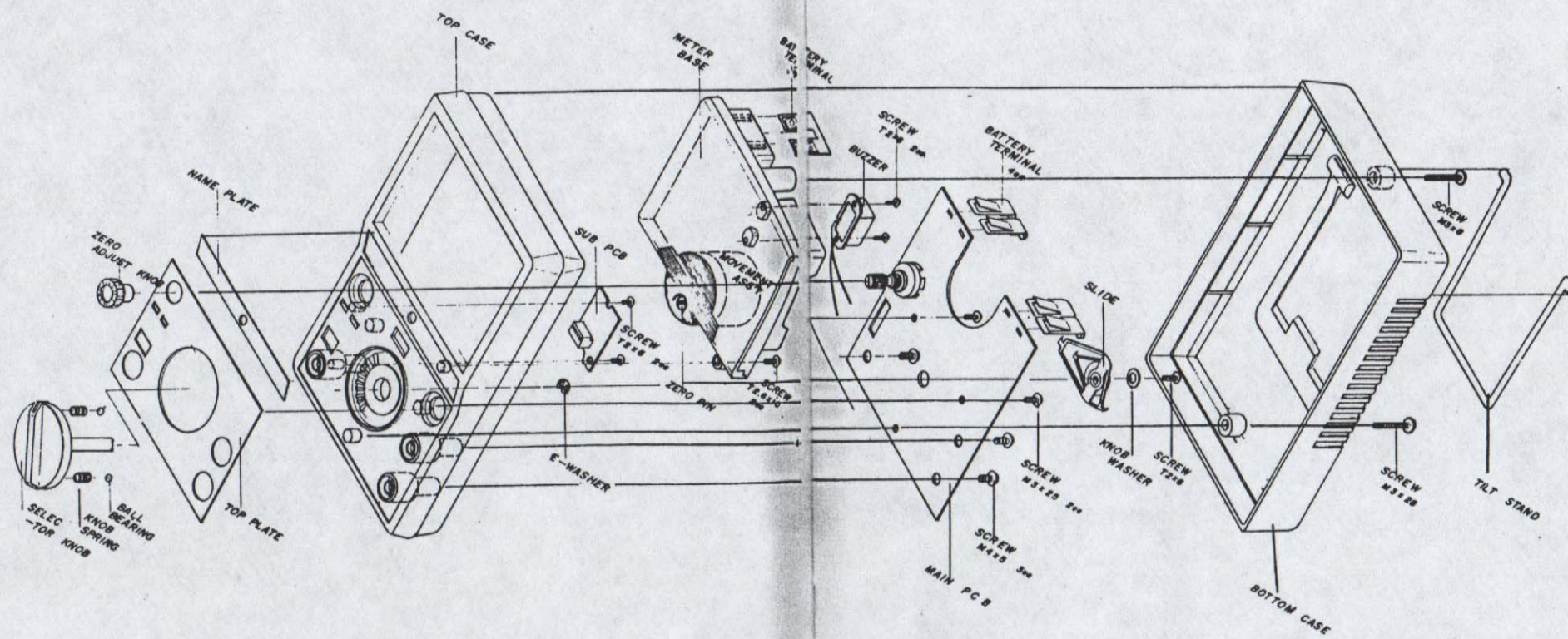


7. 부품 명세표

REF-NO	품 명	규 격	단 위	수 량
IC1	C-MOS NAND GATE	4011	개	1
D1,2,7,8	DIODE SI	1N4148 or 1S1588	개	4
D3,4	DIODE GE	1N60	개	2
D5	LED	KLR 208E	개	1
D6	LED	KLG 208E	개	1
VR4	SEMI FIXED RESISTOR	5K ohm 20% JP-092	개	1
VR22	VARIABLE RESISTOR	10K ohm HC-171 P-N2-1 15KC	개	1
VR23	SEMI FIXED RESISTOR	30K ohm 20% JP-092	개	1
R1	WIRE WOUND RESISTOR	0.98 ohm 1 / 2W F	개	1
R2	METAL FILM RESISTOR	9 ohm 1 / 2W F	개	1
R3	CARBON FILM RESISTOR	92 ohm 1 / 2W F	개	1
R5,21	CARBON FILM RESISTOR	45K ohm 1 / 2W F	개	2
R6	CARBON FILM RESISTOR	150K ohm 1 / 2W F	개	1
R7	CARBON FILM RESISTOR	800K ohm 1 / 2W F	개	1
R8	METAL FILM RESISTOR	4M ohm 1 / 2W F	개	1
R9	METAL FILM RESISTOR	15M ohm 1 / 2W F	개	1
R10	CARBON FILM RESISTOR	3.24K ohm 1 / 2W F	개	1
R11	CARBON FILM RESISTOR	62K ohm 1 / 2W F	개	1
R12	CARBON FILM RESISTOR	268K ohm 1 / 2W F	개	1
R13	METAL FILM RESISTOR	1.35M ohm 1 / 2W F	개	1
R14	METAL FILM RESISTOR	5.04M ohm 1 / 2W F	개	1
R15	CARBON FILM RESISTOR	3.71K ohm 1 / 2W F	개	1
R16	CARBON FILM RESISTOR	11.3K ohm 1 / 2W F	개	1
R17	CARBON FILM RESISTOR	19 ohm 1 / 2W F	개	1
R18	CARBON FILM RESISTOR	201 ohm 1 / 2W F	개	1
R19	CARBON FILM RESISTOR	33.0K ohm 1 / 2W F	개	1

REF-NO	품 명	규 격	단 위	수 량
R20	CARBON FILM RESISTOR	196.4K ohm 1 / 2W F	개	1
R24	CARBON FILM RESISTOR	200 ohm 1 / 4W F	개	1
R26	CARBON FILM RESISTOR	10M ohm 1 / 4 J	개	1
R27	CARBON FILM RESISTOR	220 ohm 1 / 8W J	개	1
R28	CARBON FILM RESISTOR	270 ohm 1 / 8W J	개	1
R29	CARBON FILM RESISTOR	330 ohm 1 / 8W J	개	1
R30	CARBON FILM RESISTOR	1M ohm 1 / 8W J	개	1
RS	SHUNT	1.0 MM WIRE	개	1
J1,2,3,4	ZERO OHM RESTSTOR	0 ohm 1 / 4W OR WIRE	개	4
C1	ELECTROLYTE CAPACITOR	2.2 μ F 16V	개	1
C2	CERAMIC CAPACITOR	0.01 μ F 100V	개	1
B1	BATTERY	1.5V AA	개	2
B2	BATTERY	9V FC-1	개	1
BZ	BUZZER	3V 용	개	1
	MOVEMENT	40 μ A 2K ohm	개	1
MAIN PCB	XPC-1 1.6t	HC-260TR	개	1
SUB PCB	XPC-1 1.6t	TR-30(N)	개	1
F	FUSE	0.5A 250V	개	1
SOCKET	TR SOCKET	MOLEX 3024-04CHPB	개	1
J5	JUMP WIRE	PI1.2 단선 YEL 65mm	개	1
J6	JUMP WIRE	PI1.2 단선 YEL 85mm	개	1
J7	JUMP WIRE	PI1.2 단선 YEL 100mm	개	1
TR+	LEAD WIRE	PI1.2 연선 RED 70mm	개	1
TR-	LEAD WIRE	PI1.2 연선 BLUE 100mm	개	1
M+	LEAD WIRE	PI1.2 연선 RED 65mm	개	1
M-	LEAD WIRE	PI1.2 연선 BLUE 65mm	개	1

8. 조립도



9. 기초 전기 전자 공식

1. 전기저항

※ 옴의 법칙(그림1·1)

$$I = \frac{V}{R}, R = \frac{V}{I}, V = I \cdot R$$

단, I: 전류[A], V: 전압[V], R: 저항[Ω]

※ 도체의 저항

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

단, R: 저항[Ω], ρ: 저항률[Ω·m], l: 길이[m], A: 단면적[m²]

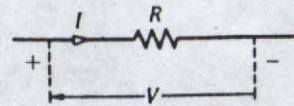


그림 1·1

2. 합성저항

※ 직렬접속(그림2·1)

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

※ 병렬접속(그림2·2)

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

단, R: 합성저항[Ω], R₁, R₂, R_n: 각 저항[Ω]

※ 휘트스톤브리지(그림2·3)

$$PR = QX$$

$$X = \frac{P}{Q} R \quad (2.3)$$

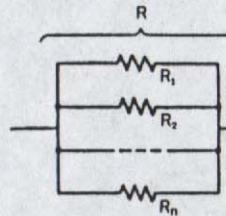


그림 2·2

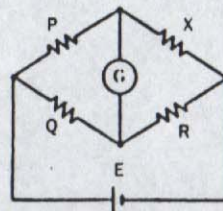


그림 2·3

단, P, Q, R, X: 검류계 G에 전류가 흐르지 않을 때의 각 변의 저항.
따라서 P, Q, R의 저항값에서 미지저항 X가 계산에 의하여 구해진다.

3. 키르히 호프의 법칙

※ 제1법칙(그림3·1)

$$I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0$$

단, I₁, I₂, I₃, I_n: 회로의 하나의 접속점에 유입하는 전류

※ 제2법칙(그림3·2)

$$E_1 + E_2 + \dots + E_n + (-R_1 I_1) + (-R_2 I_2) + \dots + (-R_n I_n) = 0$$

단, E₁, E₂, E_n: 하나의 폐회로에 포함되어 있는 기전력, R₁I₁, R₂I₂, R_nI_n: 그 폐회로의 각부의 전압강하. 단, 폐회로를 일주하는 방향과 반대
의 기전력 및 전류는 -로 한다.

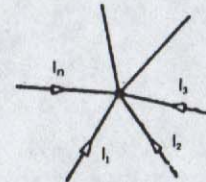


그림 3·1

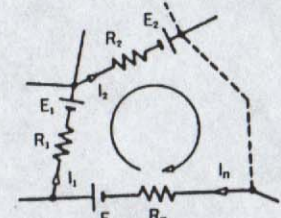


그림 3·2

4. 분류기와 배율기

※ 분류기(그림4·1)

$$I = (1 + \frac{r_a}{R_s}) I_a$$

단, I: 측정전류[A], I_a: 전류계에 흐르는 전류[A], r_a: 전류계의 내부저항[Ω], R_s: 분류기의 저항[Ω], (1 + r_a/R_s): 분류기의 배율

※ 배율기(그림 4·2)

$$V = 1 + \frac{R_m}{r_v} V_v$$

단, V: 측정전압[V], V_v: 전압계에 가해지는 전압[V], r_v: 전압계의 내부저항[Ω], R_m: 배율기의 저항[Ω], (1 + R_m/r_v): 배율기의 배율



그림 4·1

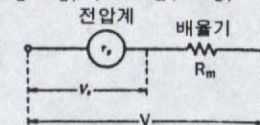


그림 4·2

5. 전류의 작용

※ 주열의 법칙

$$H = I^2 R t$$

단, H: 발열량[J], I: 전류[A], R: 저항[Ω], t: 시간[s]

※ 전력

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

단, P: 전력[W], V: 전압[V], I: 전류[A], R: 저항[Ω]

※ 전력량

$$W = Pt = VIt$$

단, W: 전력량[J, W, s], P: 전력[W], t: 시간[s]

※ 전기분해에 관한 패러데이의 법칙

$$\omega = \kappa Q$$

단, ω : 석출하는 질량[g], κ : 전기화학당량[g/C], Q: 흐른 전기량[C]

6. 자기회로

※ 기자력

$$NI = H l$$

※ 자속

$$\phi = \frac{NI}{R}$$

※ 자기저항

$$R = \frac{l}{\mu A}$$

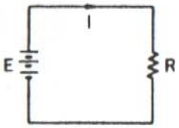
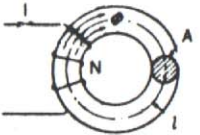
※ 자속밀도

$$B = \frac{\phi}{A} = \mu H$$

단, N: 코일의 권수, I: 코일의 전류

[A], H: 철심속의 자계의 세기[A/m], l: 철심의 평균길이[m], ϕ 철심 속의 자속[Wb], R: 철심의 자기저항[H], μ : 철심의 투자율[H/m], A: 철심의 단면적[m²], B: 철심속의 자속밀도[T]

표 6·1 전기회로와 자기회로의 대응

전기회로	자기회로
기 전 력 E[V]	기 자 력 NI[A]
전 류 i[A]	자 속 ϕ [Wb]
전기저항 R[Ω]	자기저항 R[H ⁻¹]
도 전 류 σ [S/m]	투 자 율 μ [H/m]
	

7. 전자기력

※ 플레밍의 왼손의 법칙(그림 7·1)

단, 전류 I의 방향: 가운데 손가락의 방향

자계 H의 방향: 집게 손가락의 방향 왼손

전류에 작용하는 힘 F의 방향: 엄지손가락의 방향

※ 전자기력의 크기(그림 7·2)

$$F = BIl \sin \theta$$

단, F: 도선에 작용하는 전자기력[N], B: 자계의 자속밀도[T], I: 도선의 전류[A], l: 도선의 길이[m], θ : 도선의 자계의 방향과 이루는 각

※ 평행도선간에 작용하는 힘

$$f = \frac{2I_1 I_2}{r} \times 10^{-7}$$

단, f: 무한길이 평행도선간에 작용하는 길이 1m당의 전자기력[N/m], I_1, I_2 : 각 도선의 전류[A], r: 도선간의 거리[m]

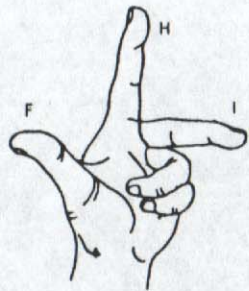


그림 7·1

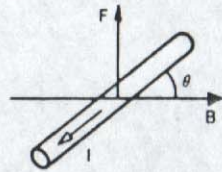


그림 7·2

8. 전자기유도

※ 코일의 유도기전력(그림 8·1)

$$e = N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

단, e: 코일의 유도기전력[V], N: 코일의 권수, $\Delta \phi$: 코일을 수직으로 관통하는 자속 ϕ 의 Δt 시간의 변화량[Wb], Δt : 시간[s]

※ 렌츠의 법칙(그림 8·2)

단, 자속변화의 방향: $\Delta \phi$ '를 만드는 전류를 발생하는 e'의 방향

※ 플레밍의 오른손의 법칙(그림 8·3)

단, 이동속도 v의 방향: 엄지손가락의 방향

자속밀도 B의 방향: 집게 손가락의 방향 오른손

유도기전력 e의 방향: 가운데 손가락의 방향

※ 운동중인 도선의 유도기전력(그림 8·4)

$$e = Blv \sin \theta$$

단, e: 도선에 생기는 유도기전력[V], B: 자계의 자속밀도[T], l: 도선의 길이[m], v: 도선의 이동속도[m/s], θ : 도선의 이동방향의 자계와의 각

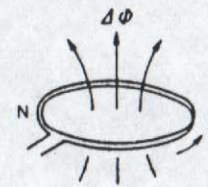


그림 8·1

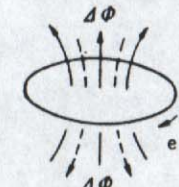


그림 8·2

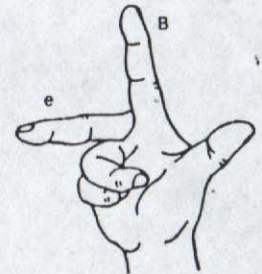


그림 8·3

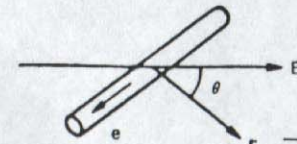


그림 8·4

9. 전자의 성질

※ 전자의 질량

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

단, m : 운동전자의 외관질량[Kg], m_0 : 전자의 정지질량[Kg] v : 전자의 속도[m/s], c : 광속도에서 3×10^8 [m/s]

※ 전자의 속도

$$v = \sqrt{\frac{2ev}{m}} = 5.93 \times 10^5 \sqrt{V}$$

단, v : 평등전계중의 전자의 속도[m/s], V : 가속전압[V]

※ 전자와 전류

$$I = eN = enAv$$

단, I : 도체를 흐르는 전류[A], N : 도체단면을 매초 통과하는 전자의 수[개/s], e : 전자의 전하[C], n : 전자의 밀도[개/m³], A : 도체의 단면적[m²], v : 전자의 평균이동속도[m/s]

10. 트랜지스터의 특성

※ 전류증폭율

$$\text{베이스 접지회로 } \alpha = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \right)_{V_{CB} = \text{일정}}$$

$$\text{에미터 접지회로 } \beta = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right)_{V_{CE} = \text{일정}}$$

$$\alpha \text{와 } \beta \text{와의 관계 } \alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}, \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

단, 리미터 전류미소변화분 $\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$

※ 컬렉터 전류

$$\text{베이스 접지회로 } I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$$

$$\text{에미터 접지회로 } I_C = \beta I_B + I_{CEO}$$

$$I_{CBO} \text{와 } I_{CEO} \text{와의 관계 } I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$$

단, 에미터전류, $I_E = I_B + I_C$

11. 트랜지스터의 최대정격

※ 컬렉터 손실과 열저항

$$\text{컬렉터 손실 } P_C = V_{CE} I_C$$

$$\text{열저항 } \theta = \frac{T_j - T_a}{P_C}$$

단, P_C : 컬렉터 손실[W], V_{CE} : 컬렉터 전압[V], I_C : 컬렉터 전류[A], θ : 열저항[°C/W], T_j : 접합부온도[°C], T_a : 주위온도[°C]

12. 고정 바이어스회로

※ 고정 바이어스회로

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$$

※ 자기 바이어스회로

$$R_B = \frac{V_{CC} - I_C R_C - V_{BE}}{I_B}$$

단, V_{CC} : 전원전압, V_{BE} : 베이스
에미터간 전압

※ 전류계환 바이어스회로

$$R_E = \frac{V_E}{I_C}$$

$$R_C = \frac{V_{CC}}{2I_C} - R_E$$

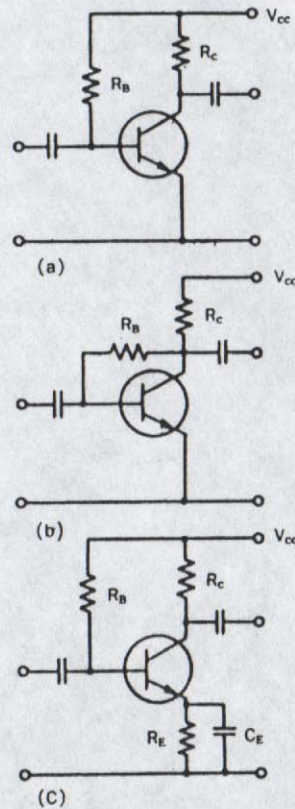
$$R_A = S_1 R_E$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_B}{I_A + I_B}$$

단, $V_B = V_{BE} + I_C R_E$

$$I_A = V_B / R_A$$

$$I_B = I_C / h_{FE}$$



13. 증폭회로의 기본식

$$\text{입력저항 } R_i = \frac{V_1}{i_1} \approx h_i$$

$$\text{출력저항 } R_o = \frac{V_2}{i_2} \approx \frac{1}{h_o}$$

$$\text{전류증폭도 } A_v = \frac{i_2}{i_1} \approx h_f$$

$$\text{전압증폭도 } A_v = \frac{V_2}{V_1} \approx \frac{h_f}{h_i} R_L$$

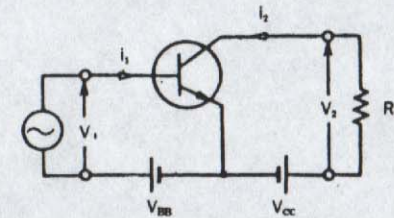
$$\text{전력증폭도 } A_p = A_i \cdot A_v \approx \frac{h_f}{h_i} R_L$$

※ 증폭도의 데시벨표시

$$\text{전류이득 } G_i = 20 \log_{10} A_i \text{ [dB]}$$

$$\text{전압이득 } G_v = 20 \log_{10} A_v \text{ [dB]}$$

$$\text{전력이득 } G_p = 10 \log_{10} A_p \text{ [dB]}$$



14. 정류 회로

※ 정류특성

$$\text{리플백분율 } \gamma = \frac{\Delta V}{V_d} \text{ 또는 } \frac{\Delta I}{I_d} \times 100[\%]$$

$$\text{정류효율 } \eta = \frac{P_d}{P_a} \times 100[\%]$$

※ 반파정류회로

$$\text{직류전류 } I_d = \frac{I_m}{\pi} = \frac{V_m}{\pi(R+r)}$$

$$\text{직류전압 } V_d = I_d R = \frac{V_m R}{\pi(R+r)}$$

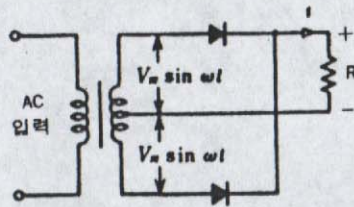
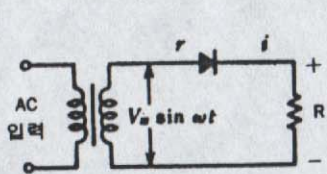
$$\frac{\text{정류전류}}{\text{(실효치)}} I_e = \frac{I_m}{2} = \frac{V_m}{2(R+r)}$$

※ 전파정류회로

$$\text{직류전류 } I_d = \frac{2I_m}{\pi} = \frac{2V_m}{\pi(R+r)}$$

$$\text{직류전압 } V_d = I_d R = \frac{2V_m R}{\pi(R+r)}$$

$$\frac{\text{정류전류}}{\text{(실효치)}} I_e = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}(R+r)}$$



15. 논리 회로

※ 기본논리회로

AND 회로 $f = A \cdot B$

OR 회로 $f = A + B$

NOT 회로 $f = \overline{A}$

NAND 회로 $f = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

NOR 회로 $f = \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

※ 논리회로의 구성(그림)

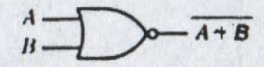
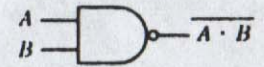
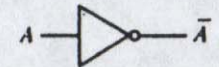
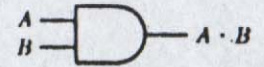
일치회로 $f = \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot B$

반가산회로 $S = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$

$C = A \cdot B$

단, S: 2진수(進數) 1자리의 합 C:

자리올림



입 력		출 력				
A	B	AND	OR	NOT	NAND	NOR
0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0

16. 아날로그 연산회로

※ 연산증폭기

$$v_0 = -\frac{R_f}{R_1} V_1 = -K_{v1}$$

단, $K = R_f / R_1$

※ 가산기

$$V_0 = -\frac{R_f}{R_1} V_1 + \frac{R_f}{R_2} V_2 + \frac{R_f}{R_3} V_3$$

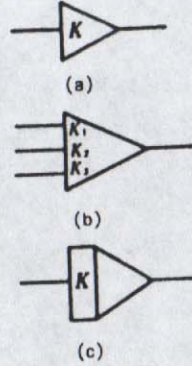
$$= -(K_1 V_1 + K_2 V_2 + K_3 V_3)$$

단, $K_1 = R_f / R_1$, $K_2 = R_f / R_2$, $K_3 = R_f / R_3$

※ 적분기

$$v_0 = -\frac{1}{CR} \int v_i dt = -K \int v_i dt$$

단, $K = 1 / CR$



10. 저항 COLOR CODE 판독법

5띠 COLOR 저항

1st	2nd	3rd	4th	5th	1st	2nd	3rd	4th
COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR	COLOR
FIGURE	FIGURE	FIGURE	MULTIPLIER	TOLERANCE	FIGURE	FIGURE	MULTIPLIER	TOLERANCE
-	-	-	0.01	10	SILVER	-	-	0.01
-	-	-	0.1	5	GOLD	-	-	0.1
0	0	0	1	-	BLACK	0	0	1
1	1	1	10	1%	BROWN	1	1	1%
2	2	2	100	2	RED	2	2	100
3	3	3	1,000	-	ORANGE	3	3	1,000
4	4	4	10,000	-	YELLOW	4	4	10,000
5	5	5	100,000	-	GREEN	5	5	100,000
6	6	6	1,000,000	-	BLUE	6	6	1,000,000
7	7	7	10,000,000	-	VIOLET	7	7	10,000,000
8	8	8	100,000,000	-	GRAY	8	8	100,000,000
9	9	9	1,000,000,000	-	WHITE	9	9	1,000,000,000

BROWN	GRAY	YELLOW	SILVER	BROWN
1	8	4	01	1%
1.84 ohms				

BROWN	GREEN	GREEN	BROWN
1	5	100,000	1
1,500,000 ohms or 1.5M			

EXAMPLES

RESISTOR COLOR CODE

4띠 COLOR 저항

1st	2nd	3rd	4th
COLOR	COLOR	COLOR	COLOR
FIGURE	FIGURE	MULTIPLIER	TOLERANCE
-	-	-	0.01
-	-	-	0.1
0	0	0	1
1	1	1	10
2	2	2	100
3	3	3	1,000
4	4	4	10,000
5	5	5	100,000
6	6	6	1,000,000
7	7	7	10,000,000
8	8	8	100,000,000
9	9	9	1,000,000,000

BROWN	GREEN	GREEN	BROWN
1	5	100,000	1
1,500,000 ohms or 1.5M			

EXAMPLES

11. 반도체 소자의 약어와 기호

트랜지스터와 다이오우드 등 반도체 소자에 대해 쓰여진 책이나 회로도를 보면 각종 약어와 기호가 사용되고 있다. 이들에 대한 원칙, 의미를 이해해 두면, 수식이나 규격표 등을 볼 때 크게 도움이 될 것으로 믿는다.

반도체 소자의 대표격인 트랜지스터가 처음 나왔을 무렵에는 각국, 각 메이커 별로, 그리고 쓰는 사람에 따라 약어와 기호에 대해 통일된 것이 없는 제멋대로의 표현을 하고 있었으나, 지금은 거의 공통된 용어와 기호, 약어로 되고 있다.

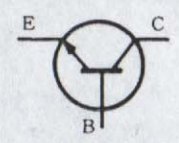
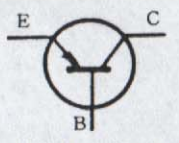
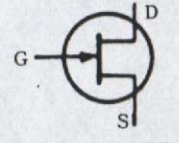
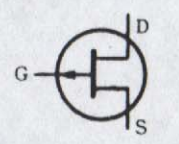
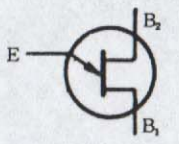
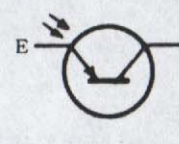
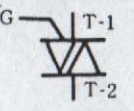
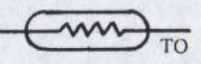
미국의 JEDEC, International Electronic Committee의 JEC, 그리고 일본 전자기계 공업회의 EIAJ 등은 세계 공통의 표준이라 할만큼 거의 통일되어 있으므로 국내에서도 거의 그에 따른 표기를 하고 있다.

그래서 이에 이들 반도체 소자의 문자, 기호, 심벌 등을 소개하기로 한다.

1. 전극의 기호, 반도체 소자의 도식 심벌

외형도, 접속도, 회로도 등에 쓰는 전극은 대문자를 쓰고, 아래 기호로 표시를 한다. 그림1에 주요 반도체 소자에 대한 도식 심벌이다.

그림1. 주요 반도체 소자의 도식 심벌

트랜지스터	 NPN트랜지스터  PNP트랜지스터  N게이트 FET  P게이트 FET  N베이스 UJT  PNP포토티랜지스터
다이오우드	 일반다이오우드  정전압 다이오우드  가변용량다이오우드  트리거 다이오우드
다이리스터	 P게이트 SCR  트라이악
기타	 바리스터  더미스터

2. 반도체 소자에 공통인 문자와 기호

E	에미터
B	베이스
C	콜렉터
A	애노우드
K	캐도우드
G	게이트
D	드레인
S	소오스
SD	시일드
T	터어미널(트라이앵의 경우 T-1, T-2)

반도체 소자에 공동으로 쓰이는 문자, 기호를 묶어보면 아래와 같이 된다.

문자, 기호에 대해서는, 대문자는 직류값을, 소문자는 교류값을 나타내고, 붙임자를 써서, 입력, 출력, 접지 방식, 트랜지스터에서는 단자인 에미터, 베이스, 콜렉터 전극을 명시하여, 약호의 명확화를 기하려는 것이다.

붙임자는 대체로 다음 원칙에 따른다.

(1) 붙임자는 보통 1~3자 또는 1~3단어로 구성된다.

(2) 제1의 붙임자는 전류가 측정되는 곳의 전극을 명시하거나, 제2의 붙임자에 의해 명시된 기준전극, 또는 회로의 교점과의 사이 전압이 측정되는 곳의 전극을 명시한다.

(3) 제2의 붙임자는 일반적으로 공통전극을 나타낸다. 예컨대 회로가 에미터접지의 경우에는 E, e를 쓴다.

(4) 제3의 붙임자는 트랜지스터의 경우, 제1 및 제2의 붙임자에서

사용된 외의 또 하나의 전극의 상태를 나타낸다.

(5) 붙임자는 1개로 명시되는 경우는 제2, 제3을 2개로 명시되는 경우에는 제3을 생략할 때가 있다.

(6) 붙임자는 아니나, 기호 앞에 전류 방향을 나타내는 (+), (-)를 붙이는 방법은 통상, 전극에 흘러들어가는 방향을 정으로 하며 (+)로 한다.

(7) 붙임자의 대문자는 보통은 직류를, 소문자는 교류를 나타낸다.

V, v	전압
I, i	전류
P	전력, 허용손실
T _a	주위온도
T _c	케이스 온도
T _j	전압부 온도
T _{stg}	보존온도

3. 트랜지스터에 쓰이는 약어와 기호

a) 일반 트랜지스터

V _{CBO}	콜렉터 · 베이스 사이 전압
V _{CBV}	"
V _{CEO}	콜렉터 · 에미터 사이 전압(베이스 개방)
V _{CER}	" (베이스 · 에미터사이저항R 삽입)
V _{CES}	" (베이스 · 에미터사이 단락)
V _{CEV}	" (베이스 · 에미터사이 지정전압)
V _{CEX}	" (베이스 · 에미터사이 지정회로)

$V_{CER(sus)}$	콜렉터 · 에미터 사이 서스테인전압
V_{EBO}	에미터 · 베이스 사이전압
BV_{CBO}	콜렉터 · 베이스 사이 항복 전압
BV_{CEO}	콜렉터 · 에미터 사이 항복전압
BV_{CER}	"
BV_{CES}	"
BV_{CEX}	"
BV_{EBO}	베이스 · 에미터 사이 항복 전압
V_{CB}	베이스 · 콜렉터 사이 인가전압
V_{CE}	콜렉터 · 에미터 사이 인가전압
V_{EB}	에미터 · 베이스 사이 인가전압
V_{CC}	콜렉터 전원전압
V_{EE}	에미터 전원전압
V_{BB}	베이스 전원전압
V_i, V_{in}	입력전압
V_o, V_{out}	출력전압
I_{CBO}	콜렉터 차단전류
I_{CEO}	"
I_{EBO}	에미터 차단전류
I_B	베이스전류
I_C	콜렉터전류
I_E	에미터전류
P_o, P_{out}	출력전력
P_i, P_{in}	입력전력
P_C	콜렉터 손실
h_{FE}	직류전류 증폭률(에미터접지)
$V_{CE(sat)}$	콜렉터 · 에미터 사이 포화전압

$V_{BE(sat)}$	베이스 · 에미터 사이 포화전압
V_{BE}	베이스 · 에미터 사이 전압
f_T	트랜지션 주파수
C_{ob}	콜렉터 출력용량
C_{ie}	입력용량
$C_c, r_{bb'}$	$C_c, r_{bb'}$ 적, 베이스 시정수
f_{ab}	차단 주파수
$r_{bb'}$	베이스 퍼짐 저항(하이브리드 π 형 등가회로에서의 bb' 사이 저항)
G_{pe}	전력이득(에미터접지)
$G_{ve},$	전압이득()
G_c	변환전력이득
h_i	입력 임피던스(에미터 접지의 경우 h_{ie} 이하 같음)
h_r	전압귀환률
h_f	소신호 전류 증폭률
h_o	출력어드미턴스
g_i	입력콘덕턴스
C_i	입력용량
g_o	출력콘덕턴스
C_o	출력용량
Y_f	순전달 어드미턴스
y_r	역전달 어드미턴스
t_d	지역시간
t_r	상승시간 스위칭 시간
$t_{stg.}$	축적시간
t_f	하강시간

b) 전계효과 트랜지스터(FET)

V_{GDO}	게이트 · 드레인 사이 전압
BV_{GDO}	게이트 · 드레인 사이 항복전압
I_G	게이트 전류
I_{GSS}	게이트 차단전류
I_{DSS}	드레인전류
V_P	핀치오프 전압
g_m	상호 컨덕턴스
I_{GSS}	게이트 누설전류
C_G	게이트용량
C_{iss}	소오스접지 입력용량
C_{rss}	소오스접지 귀환용량

c) 포토트랜지스터

I_D	암전류 입사광이 없는 상태에서 콜렉터 집합에 역압을 인가했을 때의 역전류
I_L	광전류 규정의 입사광 상태에서 콜렉터 집합에 역전압을 인가했을 때 흐르는 전류

4. 다이오우드, 정류소지의 약어와 기호

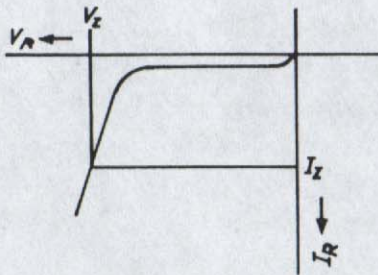
a) 일반 다이오우드

V_{RM}	첨두 역전압
V_{surge}	허용 서어지전압
V_R	직류 역전압

V_R	순시 역전압
V_F	순전압(직류값)
V_f	순시 순전압
I_F	순전류(직류값)
I_f	실효 순전류
i_F	순시 순전류
I_{FM}	첨두 순전류
I_R	역전류
i_R	순시 역전류
I_o	평균 정류전류 또는 출력전류
C_j	접합용량
C_t	단자 사이 용량
η	정류능률

b) 정전압 다이오우드

I_z	제너전류 역전압 연가, 역전류가 급증한 상태에서의 역전류값
V_z	제너전압 역전압 인가, 역전류가 급증한 상태에서의 지정전류일 때의 역전압
r_d	동작저항 $r_d = \Delta V_Z / \Delta I_Z$... 제너전압에 있어서의 값
r_z	제너전압의 온도계수



이상으로, 트랜지스터 및 트랜지스터회로에 잘 쓰이는 몇가지 주요 다이오우드의 기호, 약어에 대해 설명하였습니다.

5. 반도체 제품의 형명 붙이는 법

일본에서 쓰고 있는 형명의 호칭법은 구라파에서 쓰고있는 법과는 다르나 우리 시장에서는 주로 일본 형명의 호칭법에 의한 상품이 대부분이므로 2SA..., 2SB..., 1S..., 2SF..., 2SM..., 등의 형명을 붙이고 있는 일본 공업규격 JIS와 일본 전자기계 공업회 표준 규격인 EIAJ에 의한 것을 소개한다.

미국에서는 2N..., 1N..., 3N..., 등의 JEDEC의 규정에 의하여 쓰고 있고, 구라파에서는 로마자와 수자와의 조합으로 표시를 하고 있다.

형명 구성은 5항으로 되고, 각각 다음의 뜻을 갖고 있다.

1항(수자)...원칙적으로 유효 전극에서 1을 뺀 수자

2항(문자S)...반도체(Semiconductor)를 나타낸다.

3항(문자)...반도체 제품의 종류, 극성, 대략적인 용도를 나타내고, E와 I는 혼동될 염려가 있어 쓰지 않는다. 또한 다이오우드에는 쓰지 않는다.

4항(수자)...EIAJ 등록번호로 11부터 시작되는 2행 이상의 수자.

0	포토티랜지스터 포토다이오우드
1	다이오우드
2	트랜지스터, 전계효과 트랜지스터 (FET) 다이리스터(SCR, TRIAC)
3	4극 전계효과 트랜지스터

5항(문자)...불임자로서, 불임자가 붙지않은 원형 제품의 개량형을 나타내며, A, B, C,...의 순으로 쓰여진다. 개량형 순으로는 바꾸어 가나, 그 반대로 바꾸어 쓰지는 않는다.

A	PNP 고주파 트랜지스터
B	PNP 저주파 트랜지스터
C	NPN 고주파 트랜지스터
D	NPN 저주파 트랜지스터
F	P 게이트 3극 역저지 다이리스터(SCR)
G	N 게이트 3극 역저지 다이리스터(SCR)
H	유니정크션 트랜지스터(UJT)
J	P채널 전계효과 트랜지스터(FET)
K	N채널 전계효과 트랜지스터(FET)
M	3극 쌍방향형 다이리스터

이상 일본 상품에 쓰여지고 있는 JIS, EIAJ에 의한 규정의, 설명을 했다. 그러나 일본 상품에서도 정류소자, 다이오우드 등에는 로마자와 수자의 조합에 의한 특성 표시를 겸한 이름을 붙이고 있는 메이커들이 많다. 즉 IS..., 명칭이 아닌 것이 많다.