

반도체의 실용지식

2

역/대한전기기사협회

2. 4 다이오드의 특성표 보는 법

다이오드를 사용하는 경우 제조회사의 카탈로그나 데이터북, 기술자료 등을 보고 사용목적에 적합한 것을 선택한다.

반도체는 사용조건에 따라서는 소자를 파손시키거나 또는 수명을 단축시키는 일이 있으므로 반도체소자의 성능을 100% 발휘시키려면 카탈로그나 데이터북에 기록되어 있는 정격과 그 의미를 충분히 이해하고 나서 사용하여야 한다. 여기서는 이들 특성표에 표시되어 있는 사항에 대해서 설명한다.

2.4.1 최대 정격

다이오드에 흘릴 수 있는 전류나 인가 가능한 전압, 전력의 손실 등 최대 허용값은 최대 정격값으로서 정해져 있다.

반도체소자에 의한 회로를 설계하는 데 있어서 최대 정격을 인식함으로써 소자를 효과적으로 동작시키고 또한 소자의 특성을 살리면서 그 수명을 연장시킬 수가 있다.

반도체소자 성질의 하나로서 전기적 특성이 대단히 온도에 민감한 것이 최대 정격을 규정하는 큰 요인으로 되어 있다. 예를 들면 반도체소자에 일정 전압이 인가된 상태에서 주위온도가 높아져 규정된 접합부 온도를 초과한 경우 소자의 도전율이 높아지고 전류가 증대한다. 그 결과 소자에 의해 다시 또 접합부의 온도상승 원인이 되고 더불어 전류의 값이 증

가하는 것같은 악순환이 생겨 결과적으로 반도체소자를 파괴해버리는 경우가 생긴다.

이와 같이 최대 정격값은 소자의 수명과 신뢰성을 보증하기 위해 초과해서는 안되는 최대값이다. 이들 값은 구성되어 있는 소재나 설계, 제조조건에 따라 규제되며, 소자의 용량 및 형상에 따라 그 값이 다르다.

최대 정격이란 절대 최대 정격과 같으며, 그 정의는 “순시라도 동작중에 정격값을 초과해서는 안되는 것이고, 또한 2항목 이상의 정격이 정해져 있을 때 어느 두 규격도 동시에 공급할 수 없다”고 되어 있다. 다이오드에서는 최대 정격값으로서 <표 3>에 표시하는 정격이 정해져 있다.

(1) 정격전압

각각의 단자에 인가할 수 있는 최대 전압을 규정한 것이다. 실제로 사용하는 경우는 이 이상의 값으로 사용할 필요가 있다.

다이오드에서는 역전압 V_{RI} , 침투 역전압 V_{RM} , 피크 반복 역전압 V_{RRM} 등의 값이 정해져 있다.

(2) 전류정격

전류정격은 정상시에 흘릴 수 있는 정상동작 전류정격, 순시이면 흘릴 수 있는 순시 과전류가 있다.

정상동작 전류정격으로서는 지정된 조건하에서 상용주파수 50Hz/60Hz 정현파 반파 파형(도통각 180°)을 흘릴 수 있는 최대 평균전류값으로서 평균순전류를

<표 3> 다이오드의 최대 정격

정격	항목	기호	내용
전압 정격	첨두역전압	V_{RM}	역방향으로 인가할 수 있는 역전압의 피크값, 전자 애벌랜취 항복전압에 의해 제한된다.
	직류역전압	V_R	전기적으로 인가할 수 있는 역전압으로 보통 누설전류는 이 전압으로 규정되어 있다.
전류 정격	첨두순전류	I_{FM}	이 값의 전류까지는 반복해서 흘릴 수 있다. 온도에 의한 체감특성이 있으므로 주의를 요한다.
	평균정류전류	I_o	저항부하 정류회로로 순전류의 평균값, 이 값까지 연속적으로 흘릴 수가 있다.
	서지전류	I_{surge}	규정된 시간만 순간적으로 흘릴 수 있는 전류값, 보통은 50 Hz 정류파 반파로 표시된다.
온도 정격	접합부온도	T_j	접합부의 최대온도로, 이 값 이상으로 온도가 상승하면 신뢰성이 저하한다. 보통 실리콘 다이오드로는 150°C
	보존온도	T_{stg}	장기간 보존할 때의 최대온도로서, 이 온도 이상으로 하면 다이오드가 열화한다.

I_F 의 값이 제시되어 있다.

또, 순시 과전류로서는 지정된 접합부 온도에서 50Hz 정현파 반파 파형(도통각 180°) 1사이클을 순방향으로 흘릴 수 있는 반복 최대허용 피크 전류 값으로서 피크 1사이클 서지전류 I_{FSM} 의 값이 제시되어 있다.

(3) 온도정격

반도체소자는 소자를 구성하는 재료와 신뢰도에 의해 규정되며, 단순히 동작하는 것만이 아니고 열화, 수명 등의 신뢰성과의 균형으로 생각하여야 한다.

일반적으로 열화는 접합부 온도가 높아짐에 따라 가속된다. 따라서 접합부의 온도는 정해진 온도정격

T_j 의 값 이하로 사용하여야 한다.

(4) 보존온도

다이오드의 보존온도 T_{stg} 는 소자를 동작시키지 않는 상태에서 보존할 수 있는 주위온도 범위이다. 이 온도는 실리콘 또는 게르마늄 이외의 소자를 구성하는 재료의 성질과 신뢰도에서 규정되어 있다. 또, 다이오드를 보존할 때는 소자의 단자 산화 등에 대해서는 충분한 주의를 하여 보존하지 않으면 안된다.

2.4.2 전기적 특성

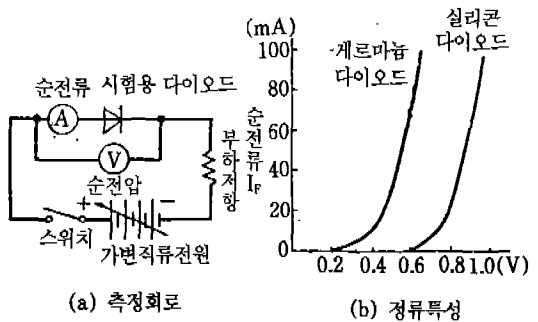
다이오드의 전기적 특성표에는 <표 2> (3월호 참조)와 같은 항목이 있으며, 각각의 용도에 따른 특성이 표시되어 있다. 예를 들면 고주파의 검파용이면 고주파 특성을 주체로 하고, 또 스위칭용이면 스위칭 특성이 주체로 되어 있다.

(1) 순전류 I_F

다이오드의 순방향 전류는 다이오드의 순방향으로 규정된 전압 V_F 를 인가했을 때 흐르는 전류이다. 이 특성은 <그림 19>에 표시하듯이 반도체의 재료가 게르마늄인가 실리콘인가에 따라 상이하며, 게르마늄은 0.2 ~ 0.4V부터, 실리콘 다이오드는 0.4 ~ 0.8V의 전압이 가해지고 나서 흐르기 시작한다.

(2) 순전압 V_F

순전압은 일정한 순전류 I_F 를 흘렸을 때 생기는 다이오드의 전압강하값을 표시하고 있다. 그 값은 작은 전류의 값에 있어서는 반도체의 재료에 따라 정해진다. 또, 전력용 다이오드에 있어서는 큰 값의 전



<그림 19> 다이오드의 전기적 특성

류를 흘렸을 때 이 값은 작은 쪽이 좋고, 전력용 다이오드에서는 1.5V 정도의 값이다.

(3) 역전류 I_R

다이오드에 역방향의 규정된 전압을 가했을 때 역방향으로 흐르는 전류의 값을 역전류라고 한다. 이 값은 이상적으로는 0이 바람직하다. 그러나 실제로는 실리콘 다이오드로 수 nA 이하, 게르마늄 다이오드로 수 μA 정도의 값이다.

또, 역전류의 값은 접합부의 온도에 민감하며, 접합부의 온도에 따라 크게 변화한다.

(4) 단자간 용량 C_j

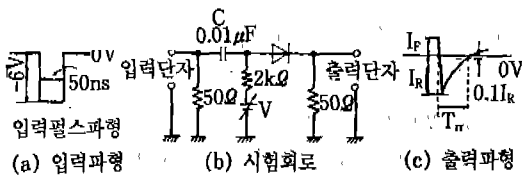
다이오드에 역전압을 인가했을 때의 접합부의 용량 값이다. 이 값을 검파용 다이오드나 스위치용 다이오드에서는 그 값이 매우 작은 것이 바람직하다. 또, 다이오드에 가하는 인가전압의 값에 따라서도 변화하며, 그 값은 소형의 것으로 0.5~5PF 정도의 값이 된다.

(5) 역회복 시간 t_r

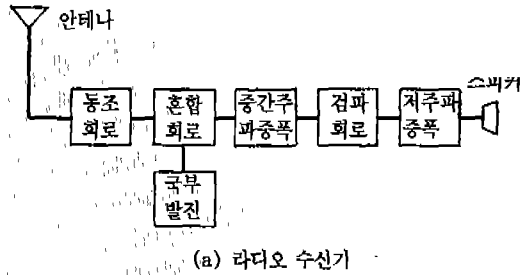
다이오드를 스위치로서 사용했을 때 다이오드의 스위치 응답속도를 표시하는 것으로서, <그림 20>에 표시한 방법으로 측정한다.

측정방법은 다이오드에 인가되고 있는 전압을 순방향에서 돌연 역방향으로 바꾸었을 때 어느 정도의 시간에서 전류의 값이 0이 되는가를 표시하는 것으로서, 소형의 실리콘 다이오드에서는 수 ns 정도의 값이다.

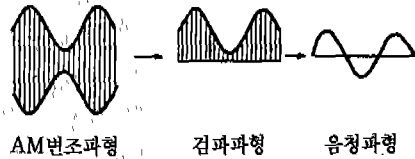
다이오드 특성표에 표시되어 있는 값에는 최소값, 표준값, 최대값으로 나누어 표시되고 있다. 만일 최소값만 표시되어 있는 경우는 규격의 상한이 없다는



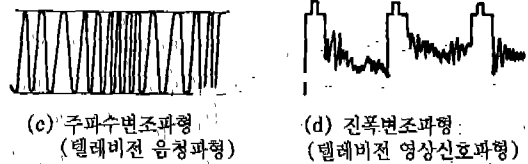
<그림 20> 다이오드의 역회복시간 측정



(a) 라디오 수신기



(b) 검파회로



<그림 21> 방송신호파형

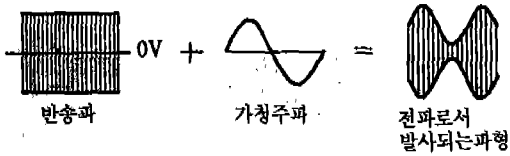
것을 표시하고, 표준값만의 경우에는 그 값의 차이가 최소값이나 최대값을 모르는 것을 표시하고 있다.

2. 5 다이오드의 용도와 사용례

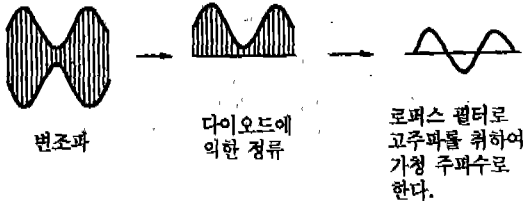
2.5.1 검파회로

다이오드에 의한 검파회로는 <그림 21>에 표시하는 진폭 변조된 라디오 방송(AM)이나 텔레비전의 영상신호를 다이오드에 의해 검파하여 라디오 방송에서는 가청 주파수에, 텔레비전에서는 화면에 영상이 비치게 한다.

라디오 방송은 음성이나 음악 등의 낮은 가청 주파수의 신호를 전파로서 공중에 방사시킬 때는 이 낮은 가청 주파수의 신호를 방송파로 변조하여 공중에 전파를 방사한다. 각 가정에서는 라디오 수신기로 이 전파를 수신하고 있다.



<그림 22> AM 변조파



<그림 23> AM 변조파의 검파회로

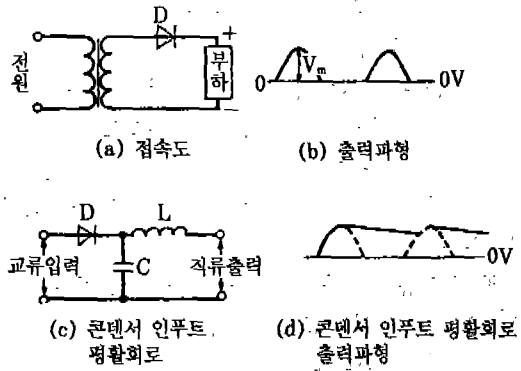
중파 방송파는 진폭 변조로 <그림 22>와 같은 파형이 된다. 이 파형 그대로는 가청 주파수가 아니기 때문에 귀로 들을 수가 없다. 그래서 다이오드를 사용해서 검파(실제로는 정류하는 것이지만 검파라고 하고 있다)하여 <그림 23>과 같은 가청 주파수로 하면 귀로 들을 수가 있다.

그리고 텔레비전 방송에서는 <그림 21>에 표시한 바와 같이 음성신호는 주파수 변조(FM 변조)에 의한다. 영상신호는 진폭 변조(AM)이다. 따라서 영상신호는 라디오 방송과 동일하며 다이오드에 의해 검파를 하고 있다.

검파회로에서는 다이오드에 의해 정류를 하는 교류의 주파수는 라디오는 455kHz, 텔레비전은 57MHz와 같이 대단히 높은 주파수의 검파를 한다. 따라서 다이오드의 단자간 용량의 값이 문제가 된다. 이 때문에 검파용 다이오드는 비교적 접합부의 정전용량이 작은 점접촉형, 본드형, 확산형 등의 것이 사용되고 있다.

2.5.2 정류회로

다이오드를 사용한 정류회로에서는 많은 회로가 있다. 일반적으로 사용되고 있는 회로는 <그림 24>로부터 <그림 30>까지의 그림과 같은 회로가



<그림 24> 단상 반파 정류회로

사용되고 있다.

이들 각 방식의 정류회로에는 각각의 장점이 있으며, 용도에 따라 구분 사용하여야 한다. 다음에 각 정류방식의 접속도 및 용도에 대해서 설명한다.

(1) 단상 반파 정류회로

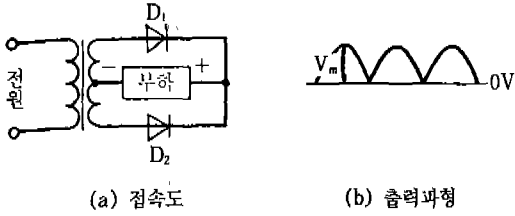
단상 반파 정류회로는 <그림 24>에 표시하는 회로이다. 이 회로는 부하전류의 값이 작고 또한 리플의 크기를 그리 문제로 하지 않는 경우에 사용된다.

반파 정류회로는 상당히 간단한 회로이다. 필터는 콘덴서 인푸트형이 적합하며, 쇼크 인푸트형 전압 변동률이 커지기 때문에 좋지않다.

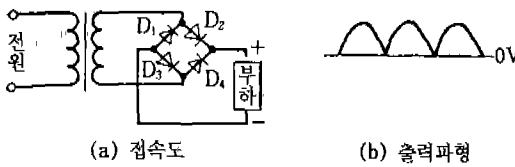
(2) 단상 전파 정류회로

단상 센터 탭 정류회로는 <그림 25>에, 브리지 정류회로는 <그림 26>에 든다. 이들 단상 전파 정류회로는 소·중용량의 부하에 사용되는 정류회로이다.

변압기의 용량은 브리지 정류회로에서는 센터 탭 정류회로에 비해 0.7배로 되며 경제적이다. 그러나 센터 탭 정류회로는 소자수가 2개면 되기 때문에 출력전압이 낮은 경우에는 브리지 정류회로에 비해서 소자의 단자간 전압강하가 1개분이면 되어 유리하다.



<그림 25> 단상 전파 정류회로(센터 탭회로)



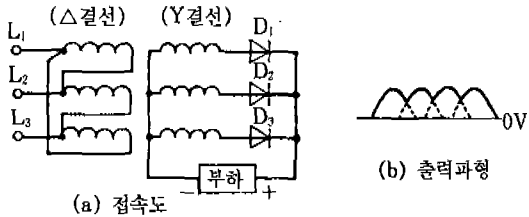
<그림 26> 단상 전파 정류회로(브리지 회로)

(3) 3상 반파 정류회로

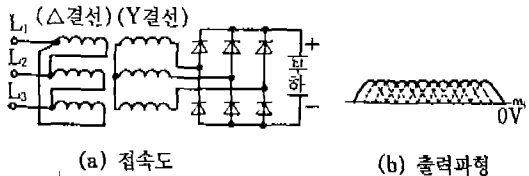
3상 반파 정류회로는 <그림 27>에 드는 회로로 Y결선의 삼상 변압기이다. 이 회로는 중·대용량의 부하 또는 리플이 작은 것이 요구되는 경우에 사용된다.

(4) 3상 브리지회로

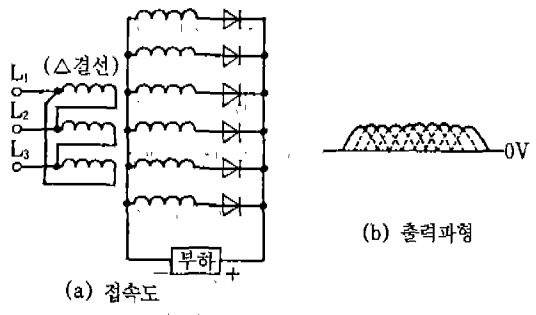
중·대용량의 부하 또는 리플이 작은 것이 요구되



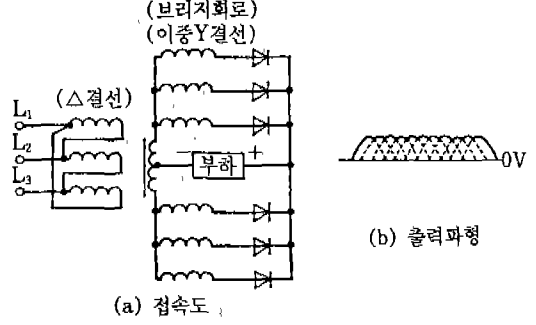
<그림 27> 3상 반파 정류회로



<그림 28> 3상 전파 정류회로(브리지회로)



<그림 29> 6상 반파 정류회로



<그림 30> 상간 리액터물이 3상 이중 Y형 전파 정류회로

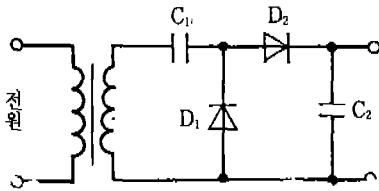
는 경우에 사용하는 정류회로서 <그림 28>에 드는 회로가 사용된다.

이 정류회로는 동일 출력의 경우 변압기의 용량, 리플의 점에서 3상 반파 정류회로에 비해 유리하기 때문에 3상 정류회로에서는 이 3상 브리지 정류회로가 주로 사용되고 있다.

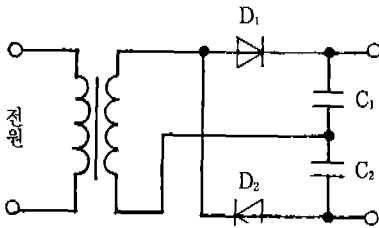
(5) 6상 반파 정류회로 및 상간 리액터물이 3상 이중 성형정류회로

6상 반파 정류회로를 <그림 29>에, 상간 리액터물이 3상 이중 성형정류회로를 <그림 30>에 든다.

이들 방식의 정류회로 리플은 모두 3상 브리지 회로와 동일한다. 그러나 6상 반파 정류회로에서는 변압기 용량이 커지기 때문에 3상 이중 성형회로쪽이



<그림 31> 배전압 반파 정류회로



<그림 32> 배전압 전압 정류회로

많이 사용된다. 이들 회로는 모두 저전압, 대전류의 정류회로에 사용된다.

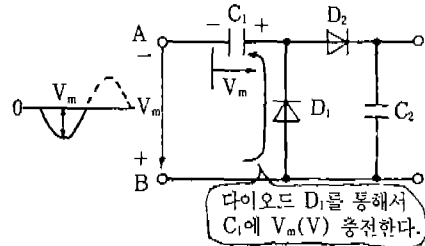
이 밖에 변압기의 2차측 전압보다 높은 전압이 필요한 경우에 사용하는 배전압 정류회로가 있다. 이 회로는 <그림 31>, <그림 32>에 표시하듯이 2개의 실리콘 다이오드와 2개의 콘덴서를 사용하고 있다.

배전압 정류회로의 출력전압은 무부하의 경우 교류입력전압의 최대값 V_m 의 2배의 전압이 얻어진다. 이 배전압 정류회로에도 반파 정류회로와 전파 정류회로가 있다.

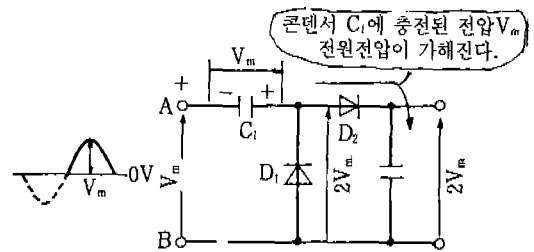
반파 정류회로는 변압기 출력에 직렬로 들어가 있는 콘덴서 C_1 의 용량에 의해 출력전류의 크기가 결정된다. 또, 콘덴서 C_1 에는 교류전류가 흐르기 때문에 무극성의 콘덴서를 사용하여야 한다.

그러면 왜 교류입력 최대전압 V_m 의 2배의 전압이 얻어지는가를 설명한다.

배전압 반파 정류회로에서는 <그림 33>의 (a)와 같이 교류 반 사이클의 전압으로 단자 B에 +, 단자 A에 -의 전압이 가해지면 전류는 다이오드



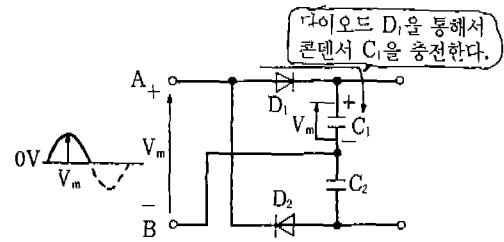
(a) 부의 반 사이클



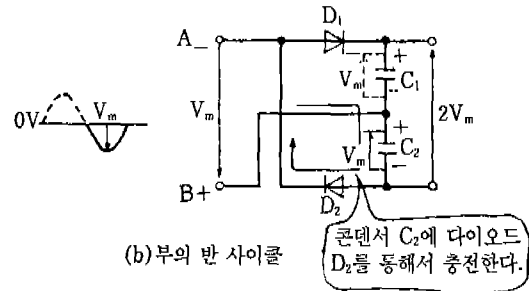
(b) 정의 반 사이클

<그림 33> 배전압 반파 정류회로의 동작

D_2 를 통해서, 콘덴서 C_1 에는 그림에 표시한 극성의 전압 V_m 이 충전되며 이 값을 V_C 라고 한다.



(a) 정의 반 사이클



(b)부의 반 사이클

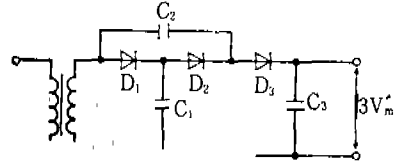
<그림 34> 배전압 전파 정류회로의 동작

다음의 반 사이클에서 단자 A에 +, 단자 B에 -의 전압이 가해지면 콘덴서 C_2 에는 전원에서 가해진 전압 V_m 과 콘덴서 C_1 에 충전되어 있던 전압 V_c 의 합의 전압이 다이오드의 D_2 를 통해서 가해져 충전된다. 따라서 출력단자에는 최대 입력전압 V_m 의 2배인 $2V_m$ 의 전압이 나타난다.

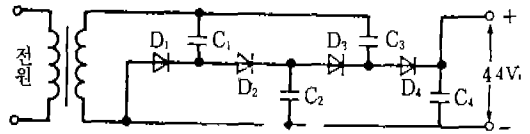
배전압 전파 정류회로에서는 <그림 34>와 같이 교류 반 사이클의 전압이 단자 A에 +전압, 단자 B에 -전압이 가해지면 콘덴서 C_1 에는 다이오드 D_1 을 통해서 최대전압 V_m 이 충전된다.

다음의 반 사이클에서 단자 B에 +전압, 단자 A에 -전압이 가해지면 콘덴서 C_2 에는 다이오드 D_2 를 통해서 최대전압 V_m 의 전압이 충전된다. 따라서 출력단자에는 콘덴서 C_1 및 C_2 에 충전된 합의 전압 $2V_m$ 이 나타난다. 이 회로에서 사용하는 콘덴서는 전해 콘덴서를 사용할 수가 있다.

n배 전압회로는 n개의 실리콘 다이오드와 n개의 콘덴서를 사용하면 교류입력전압의 최대값 V_m 의 n배의 전압이 얻어진다. 그러나 높은 전압이 얻어지



<그림 35> 3배 전압 반파 정류회로



<그림 36> 4배 전압 반파 정류회로

더라도 사용할 수 있는 전류의 값은 콘덴서의 용량에 의해 정해진다.

<그림 35>에 3배 전압 정류회로를, <그림 36>에 4배 전압 정류회로를 표시하는데, 모두 반 사이클마다 콘덴서를 계속 충전시키면서 전압을 높이고 있다.

<다음호에 계속...>

‘아껴쓰고 다시쓰고 바꿔쓰자’



직장에서 혹은 가정에서
물건 사용의 기본은
‘아끼는’ 자세입니다.
다음으로는
뒤집어 ‘다시쓰는’ 습관입니다.
그리고 세번째로는
내게는 필요없는 물건이지만
버리긴 아까운 물건,
이웃과 ‘바꿔쓰는’ 생활 태도입니다.

‘아껴쓰고 다시쓰고 바꿔쓰는’
생활태도, 이것이 바로
알뜰생활의 시작입니다.