

제4회:스위칭전원을 탄생시킨 전력전자의 기술사(技術史)

진공관 라디오 및 진공관 앰프의 제작에 잔잔한 붐이 일어나고 있다."라디오세대"였던 사람이 정년을 맞이하는 것도 연관이 있는것 같다.20세기 중반까지 진공관은 Electronics를 발전시킨 스타적인 부품이다.

상용교류를 직류로 변환하는 전원회로도 진공관으로 구성되어 있었다.

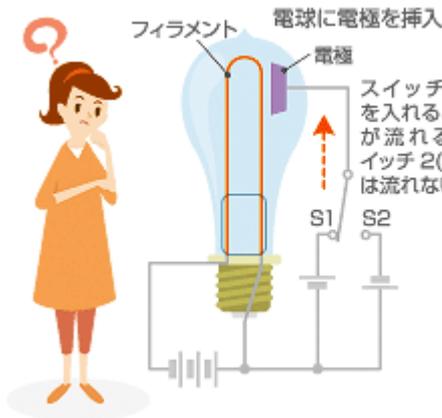
**진공관에서 반도체소자,시리즈 전원에서 스위칭전원으로

진공관은 다이오드(Diode) 및 트랜지스터(Transistor)등으로 대체되었지만 지금의 전원기술은 진공관 시대로 부터의 기술이 계승되어 왔다.다이오드라는 명칭도 본래 2극진공관에 유래한다.

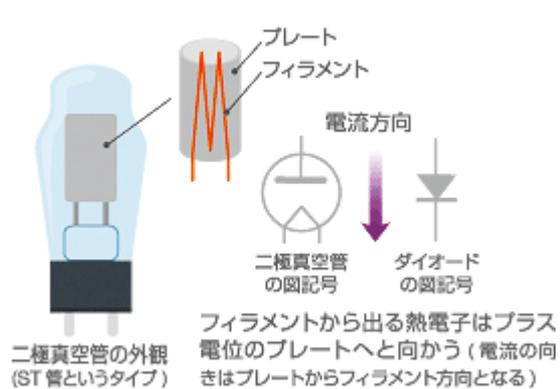
처음 진공관인 2극진공관은 전구(백열전구)의 실험이 힌트가 되어 개발 되었다.1884년 에디슨(Edison)이 발명한 전구의 개량을 위하여 전구내부에 전극을 삽입하여 실험을 하였는데,전극에 정(正)의 전압(+전압)을 가하면 전극과 필러먼트(Filament) 사이에 전류가 흐르는것을 발견하였다. 이것을 에디슨효과라고 한다.

에디슨은 이러한 발견을 전구개량에는 도움이 되지 않기 때문에 방치하였는데, 에디슨 전등회사의 고문이 전극과 필러먼트(Filament) 사이에 일정 방향의 전류가 흐르는 것에 착목하여 무선통신의 검파기(통신전파에서 신호를 끄집어 내는 장치)에 이용하는것을 착안하였다.이렇게 하여 1904년에 발명된 것이 2극진공관(Diode)이다.

에디슨효과



二極真空管의しくみ



당초

검파기로 이용된 2극관은 후에 정류회로에도 사용되게 되었다.라디오 방송이 시작될 때의 수신기는 전지식이었지만 빈번한 전지의 교환이 불편하기 때문에,상용전원을 직류로 변환하는 전원회로가 탑재되었다(광석(鑛石)라디오는 전지가 없어도 수신이 되지만 Speaker의 소리를 낼 수는 없었다)

아래 그림에 표시한것은 일본에서 사용한 최초의 진공관 라디오에 사용한 정류회로부이다.중량.체적의 대부분을 전원트랜스포머와 대용량의 전해커패시터(Capacitor)가 차지하고 있다.

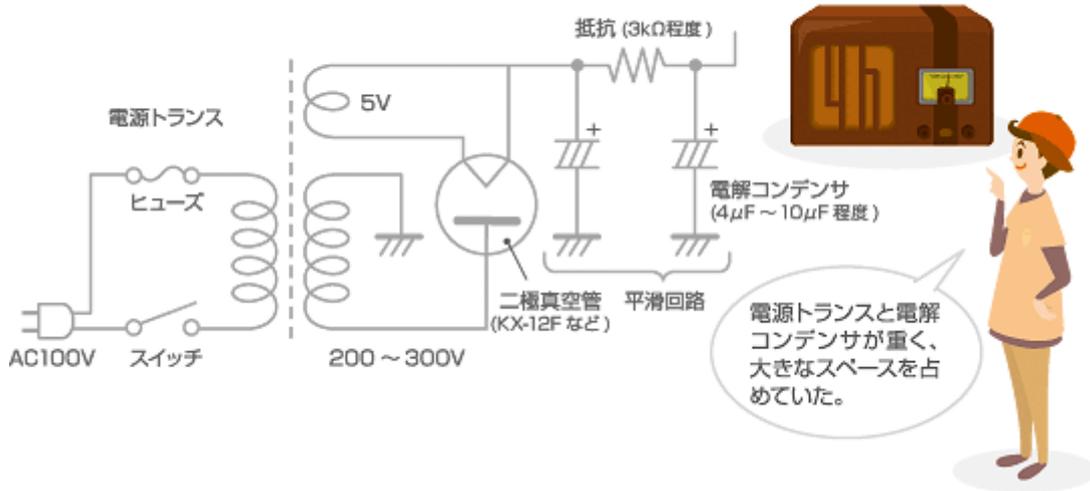
1950년대에 반도체소자인 다이오드 및 트랜지스터가 양산되어 진공관방식의 전원도 반도체시대로 이행을 시작하였다.그렇다 하여도 전원의 소형화.경량화의 진전은 별로 없었다.

교류를 우선 전압변환하고 나서 정류하는 종래 방식에서는 역시 무겁고 큰 전원 트랜스포머 및 대용량의 전해 Capacitor가 필요하기 때문이다. 또 트랜지스터는 진공관과 달라 열에 약하기 때문에 트랜지스터의 방열대책으로 큰 방열기(Heat Sink)도 필요로 하기 때문이다.

전원의 소형·경량·고효율화를 위해서는 회로기술에 대한 획기적인 혁신이 불가결하였다.

마침 당시는 우주개발의 개막기였기 때문에, 우주기기에 탑재하기 위한 새로운 전원이 필요하게 되었다. 이와 같은 배경에서 아폴로 계획을 추진하던 NASA에 의해 개발되어진 것이 스위칭전원이다.

真空管ラジオの電源回路(片波整流。並四ラジオの例)



**스위칭전원은 전자기기의 심장

앞회에서 조금씩 설명하였지만 스위칭방식의 전원은 트랜지스터 등의 반도체소자의 고속 스위칭(ON/OFF)으로 출력을 제어한다. 시리즈방식에서는 트랜지스터에 계속 전류가 흐르고 있는 반면에 스위칭방식에서는 트랜지스터가 ON기간만 전류가 흐르기 때문에 불필요한 전력소비가 적어 효율화를 도모할 수 있다.

스위칭방식은 1950년대에 고안되었다. 당초에는 교류입력을 전원Transformer로 전압변환 한 후 다이오드로 정류하여 이것을 스위칭 트랜지스터로 ON/OFF하여 전압변환하는 "시리즈스위칭전원"이었다.

종래형의 시리즈 전원에 비해 효율은 좋아졌지만 역시 무거운 전원Transformer를 사용하기 때문에 경량화를 달성할 수 없었다. 당연하지만 전원Transformer의 소형화가 기술 과제로 되었다.

트랜스포머의 크기는 1차권선에 가해지는 교류의 주파수에 의해 결정된다. 즉 주파수가 높아지면 높아질수록 트랜스포머는 소형화 된다.

그래서 교류입력을 다이오드로 직접 정류한 후 트랜스포머의 1차측을 고속 스위칭하는 방식이 고안되어졌다. 이를 위해서 전력용고내압 스위칭 트랜지스터도 개발되었다. 이러한 기술의 발전으로 트랜스포머의 소형·경량화가 이루어짐과 동시에 70%이상이라는 변환효율도 실현되었다.

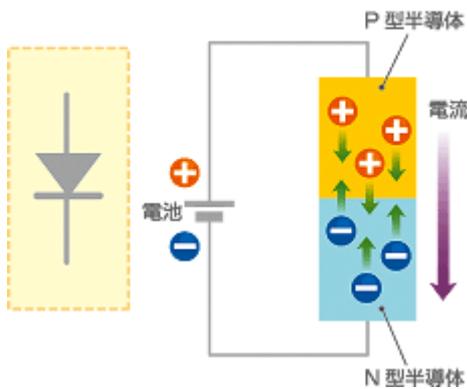
회로기술과 반도체기술이 소형·경량화·고효율이라는 전원의 요구에 부응하게 되었다.

현재 상용교류에서 직류전압을 얻는(Line Operator형 이라고 한다)스위칭방식의 전원은 일반적으로 <스위칭전원> 혹은 <스위칭 레귤레이터>라고 부르고 있다. 전자기기를 로봇(Robot)이라 하면 스위칭전

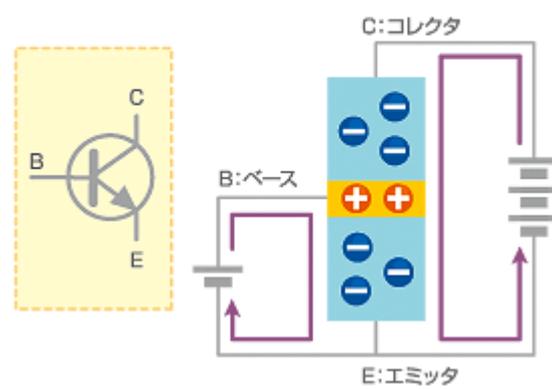
원은 그 심장이라고 할 수 있다.

로봇의 성능 및 파워에 따라 심장인 전원도 부품같이 선택,교환 할 수 있으면 편리하다.이러한 사고에서 양산되어진 전원을 <표준스위칭전원>이라고 한다.표준스위칭전원이 일본에서 개발되어진것은 1970년대 초이다."인베이드(침략자)"게임 등의 컴퓨터 게임기의 유행 및 자동판매기,PC등의 보급에 의해 표준스위칭전원의 중요성이 급속히 높아졌기 때문에 소형,경량,고효율화도 현저하게 진행되었다. 현재는 당시의것과 비교하여 그 크기는 10분의 1까지 소형화 되어 있다.또 유니트형(Case가 있는형,Open형)뿐만 아니라, 기기에 조립할 수 있는 기판형(On-Board) 스위칭전원도 용도에 따라 여러가지 타입이 제공되고 있다.

다이오드의構造



トランジスタの構造(NPN型の例)



トランジスタによるスイッチングのしくみ

パイプを流れる水流は、バルブの開閉の小さな力で制御できる。トランジスタの増幅作用やスイッチング機能は、これと似ている。

水流

バルブ

OFF ON

ベースに送られた方形波のON/OFF信号は、トランジスタの増幅作用により、大きな方形波のコレクタ電流になる。

****정류 평활회로에도 세밀한 연구가 진행되고 있다.**

스위칭전원은 정류평활회로,직류전압을 변환하는 DC-DC Converter,출력을 검출,피드백하여 안정한 전압을 얻는 안정화회로등으로 구성되어 있다.또한 효율화 및 노이즈의 억제를 위해 스위칭전원에는 기본회로에 추가하여 여러가지 회로기술이 연구,활용되고 있다.예를 들면 정류평활회로의 돌입전류

제한 회로도 그 중의 하나이다.

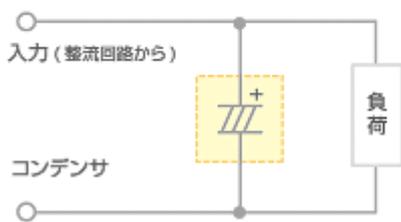
스위칭전원의 정류평활회로는 Capacitor 입력형 과 Choke 입력형의 두종류가 있다.다이오드로 정류한 전류는 아직 맥류이다.이것을 평탄화 하기 위하여 Capacitor를 사용하는것이 Capacitor 입력형이다.Capacitor 입력형은 간단하지만 역율이 낮다는 단점이 있다.역율은 피상전력(전압계와 전류계의 측정치의 곱)에 대한 유효전력의 비율이다.

역율이 낮으면 고효율화는 기대할 수 없다.

보다 더 평탄화하기 위하여 사용하는것이 Choke 입력형이다.이것은 전류변화를 억제하는 작용을 하는 코일의 작용(자기유도)를 이용한것이기 때문에 리플이 적고 역율을 개선한다.그러나 Choke Coil이 추가되는 만큼 전원의 체적과 중량이 증가한다.

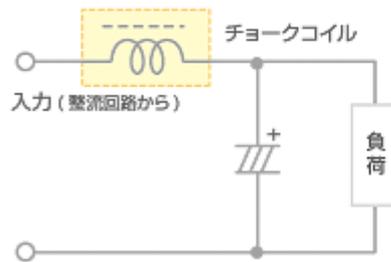
平滑回路の2方式

●コンデンサインプット型



回路が簡便なので小型スイッチング電源に採用される。しかし、力率は低い。

●チョークインプット型



リップル電圧を小さくして波形をより平坦化できるので、力率は高い。しかし、インダクタンスの大きなチョークコイルが必要。

$$\text{力率} = \frac{\text{有効電力 (W)}}{\text{皮相電力 (VA)}}$$

有効電力は電源で消費される電力。皮相電力とは電圧計と電流系の測定値の積。コンデンサインプット方式の波形は、サイン波ではないので力率が低い。

コンデンサインプット型では、スイッチ ON とともに、瞬間的に大きな突入電流が流れ込む。それを抑制するために、突入電流制限回路を挿入する。



이 때문에 일반적인 스위칭전원에는 Capacitor 입력형이 주류이다.(근년 이 문제를 해결하기 위하여 역율개선 회로를 탑재한 전원도 증가하고 있다. 이에 대해서는 다음회 이후에 소개한다)

Capacitor 입력형에서는 돌입전류에 대한 대책이 매우 중요하다.돌입전류는 전원 스위치가 ON하였을 때 순간적으로 큰 전류가 흐르는것이다. Capacitor 입력형에서는 돌입전류에 적절히 브레이크를 가하는 Choke coil이 없기 때문에 Capacitor에는 급격히 대전류가 흘러 들어가기 때문이다.

가장 간단한 것은 저항을 직렬로 접속하는 방식이지만 이것은 전력손실이 되기 때문에 소전력 Type외에는 적용이 어렵다.일반적으로는 Thermistor(더미스터)나 Thyristor(다이리스터)를 이용한 방식이 채용되고 있다.

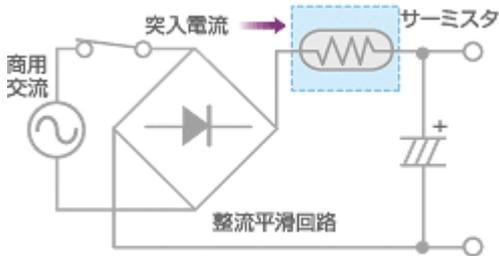
Thermistor(더미스터)는 온도가 상승하면 전기저항치가 떨어지는 성질이 있는 소자이다.돌입전류가 흘

러 온도가 올라감에 따라 전기저항치가 떨어지기 때문에 적은 전력손실로 돌입전류를 억제할 수 있다. Thyristor(다이리스터)를 이용한 방식은 Thyristor(다이리스터)와 저항을 병렬로 접속한 회로이다. 최초는 Thyristor(다이리스터)가 OFF의 상태이므로 저항에 의해 돌입전류를 억제한 후 Capacitor의 충전이 완료되면 Thyristor(다이리스터)가 ON하여 저항의 손실을 없애는 방식이다. 이와 같이 돌입전류 제한이라는 작은 회로에도 성전력, 고효율화를 기하는 회로기술이 연구, 활용되고 있다.

スイッチング電源の突入電流制限回路の例

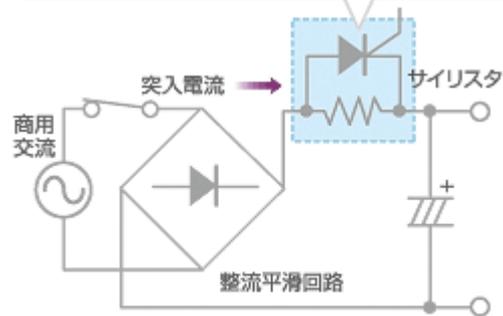
●サーミスタ方式

サーミスタは温度上昇とともに抵抗値が小さくなる素子。突入電流をクッションのように受け止め抑制する。



●サイリスタ方式

サイリスタはスイッチング機能をもつ半導体素子。最初は抵抗で突入電流を抑え、コンデンサの充電を終えた時点で、サイリスタ側に電流を流す。



---이상---

2010년 5월 12일

구 진욱 씀