

제6회:한층 더 고효율화를 지향하는 전원기술의 최전선

리니어방식에서 스위칭방식으로 시프트하면서 전원은 혁명적인 고효율화와 소형.경량화를 실현하였다. 스위칭방식전원의 진화는 지금도 계속되고 있다.

손실의 저감을 위해 더욱더 고효율화를 지향하고,탑재부품 및 회로에 대한 여러가지 기술과 연구가 계속되고 있다.

**스위칭전원의 손실은 어디에서 발생하는가?

전자기기의 전원으로 사용되는 AC-DC스위칭전원은 100V(혹은 220V)의 상용교류에서 직류를 얻는 정류평활회로와

얻어진 직류를 필요한 전압으로 변환하는 DC-DC Converter부(안정화 회로를 포함)로 구성되어 있다.

스위칭전원 방식이 리니어방식에 비해 효율이 한단계 높다 하지만 일반적으로는 80% 전후에 머물고 있다.

개개의 회로부품의 손실은 통상 약 1%~수% 정도 이지만 그것들이 전부 모아지면 전체효율이 80% 전후가 되는것이다. 일반적인 AC-DC스위칭전원을 예를 들면 손실이 큰것이 반도체소자와 트랜스이다.스위칭방식에서는 상용교류를 먼저 다이오드(Bridge정류기 등)로 정류한다.여기에서 약 2%의 손실이 발생하고,정류후에 평활 Capacitor에서도 0.5% 정도의 손실이 발생한다.

정류평활하여 얻어진 직류는 스위칭소자에 의해 펄스화 되어 고주파트랜스에 의해 전압변환 된다.스위칭소자로는 Power Transistor 보다도 저항이 적은 Power-MOSFET가 많이 사용되고 있지만,대전류가 흐르기 때문에 여기서도 약 2%의 손실이 발생한다.

트랜스도 손실이 큰 부품이다.고주파의 펄스전류가 코일에 흐를때 마다 Core(자심)내부에는 급격한 자속변화가 발생한다.트랜스의 Core재로 페라이트가 사용되는 것은 철계의 Core재는 고주파영역에서는 와전류손실(渦電流損失)에 의해 발열이 크기 때문에 사용할 수 없기 때문이다.(전자조리기에서 쇠냄비가 발열하는 것과 같은 원리이다)

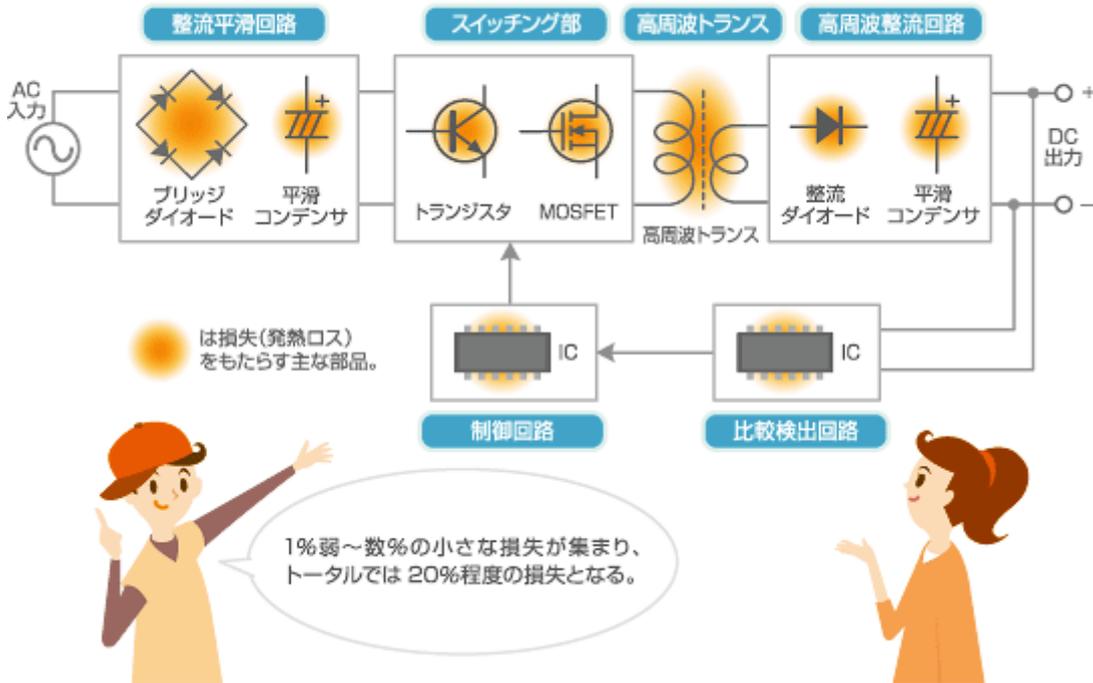
페라이트가 고주파에서 손실이 적다고 하여도,약 2% 정도의 에너지가 Core 손실로 발생하기 때문에 가능한 Core손실이 적은 페라이트재가 요구된다.

또한 Core손실이 적은것은 고효율화와 함께 트랜스의 소형.경량화에도 이어진다.

페라이트의 특성은 주파수 및 온도에 의해 변화하기 때문에 적절한 페리이트재의 개발이 중요하다.

DC-DC Converter부 에도 반도체소자 및 평활Capacitor,제어 IC등에서 손실이 발생한다.

AC-DCスイッチング電源の主な損失(発熱ロス)箇所



**DC-DC Converter의 혁신"동기정류방식(同期整流方式)

전원의 효율화라는 것은 가계를 잘 꾸러가는 것과 비슷하여, 싼것을 찾아 지출을 줄이는 것과 같이 가능한 고효율의 부품 및 회로에서 손실을 억제하는 것이다.

그러나 "싸기는 한데 품질이 좋지 않다" 라는 것은 깡그리 없어지는 것이므로 성능 및 신뢰성, 코스트 등과의 밸런스도 고려하면서 전원을 설계하여야 한다.

근년에 효율 95% 가까이 의 것도 개발 되어지고 있다.

이러한 혁신적인 고효율화를 가져온 기술의 하나가 "동기정류(同期整流)"라는 회로방식이다. 그 원리를 Buck Converter(Step Down Converter)를 예를 들어 간단히 설명한다.

본 시리즈 제3회에서 소개하였듯이 Buck Converter에서는 스위칭소자가 ON기간에는 초크코일에 에너지를 축적하고 스위칭소자가 OFF하면 축적한 에너지를 방출하는 방식이다. 이 때 다이오드(轉流다이오드라고 한다)에 의해 전류의 흐름은 한방향을 유지한다.(그림 참조)

그런데 다이오드에는 스위칭 할 때 마다 대전류가 흐르기 때문에 손실은 매우 크게 된다.

또 회로의 고속화와 더불어 저전압화에도 다이오드는 대응이 되지 않는다. 다이오드 대신에 저저항의 Power-MOSFET를 사용하게 된다. Power-MOSFET는 스위칭소자로서의 기능도 하기 때문에 두개의 Power-MOSFET에 의한 스위칭을 제어 IC에 의해 동기시키는 동기정류방식의 Buck Converter이다.

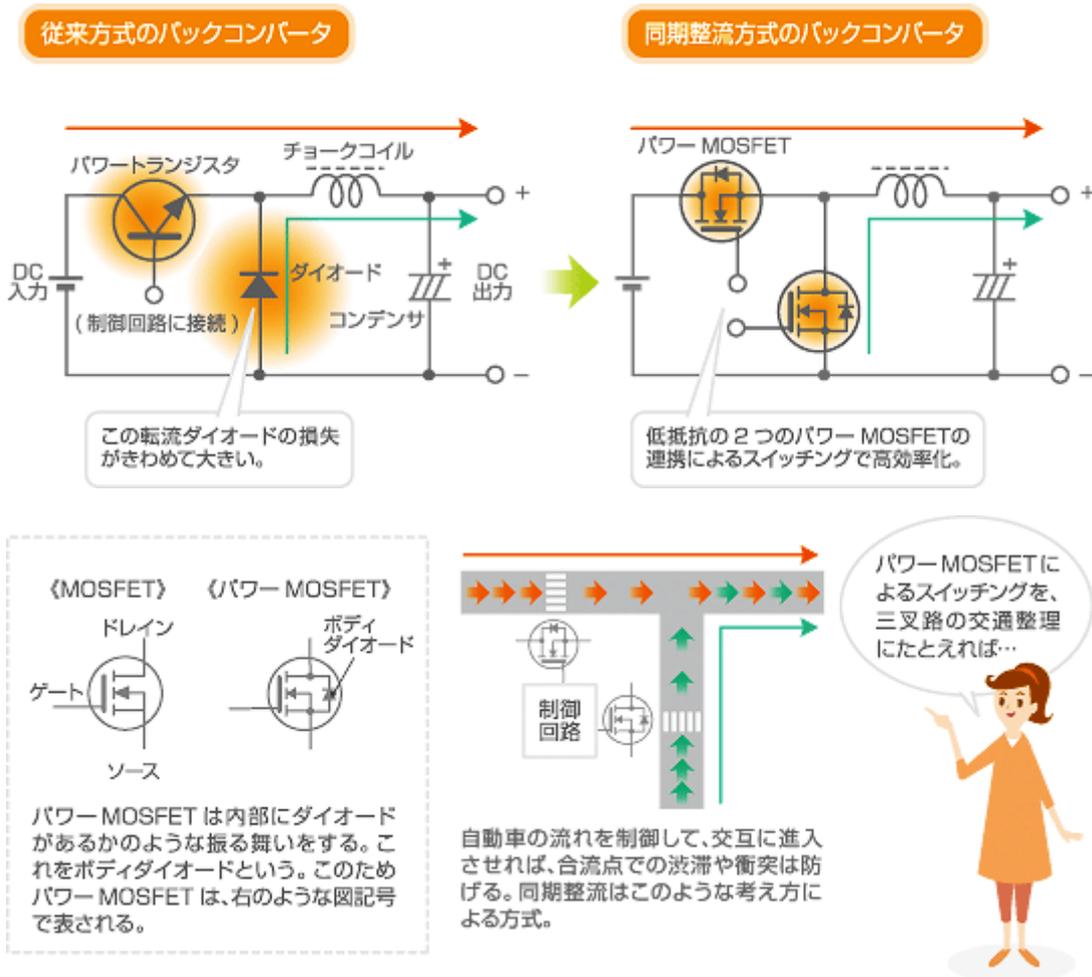
동기정류방식이라 하는 것은 예를 들면 T자형의 교차로에서 신호기 없이 자동차를 유연하게 통과시키는 것과 같은 방식이다. 두방향에서 자동차가 합류하면 지체 및 충돌사고가 발생하기도 한다.

그러나 두방향에서의 자동차가 반드시 교대로 타이밍 좋게 진입하도록 제어하면 지체도 충돌사고도 방지된다,

이와 비슷한 생각으로,

두개의 Power-MOSFET를 교대로 타이밍 좋게 ON/OFF 시키는 것이 동기정류이다.

이 회로방식에 의해 DC-DC Converter의 효율은 종래 회로와 비교하여 대폭으로 좋아지고 방열판도 불필요하게 되어 소형화가 추진된다. 배터리의 사용시간의 연장에도 효과적이기 때문에 모바일기기의 소형, 고효율 DC-DC Converter로서 자주 사용되어지고 있다.



****손실도 노이즈도 저감하는 "소프트 스위칭(Soft Switching)"의 설계개념**

동기정류회로에는 "소프트 스위칭(Soft Switching)"이라는 개념이 도입되고 있다. 이것은 통상의 스위칭 (Hard Switching이라 한다)에서는 적지않은 손실이 발생하기 때문이다. 스위칭에 의한 전압파형 및 전류파형은 방형파가 무너진 사다리형 이기 때문에 ON/OFF가 반복될 때 파형의 일부가 겹쳐진다. 이것이 스위칭손실이 된다. 이렇게 겹쳐지는것을 줄이는 것이 "소프트 스위칭(Soft Switching)"이다.

전압 및 전류가 제로로 되는 타이밍을 가능하여 ON/OFF하는 기술이다.

두개의 Power- MOSFET가 동시에 ON이 되지 않도록 데드 타임(Dead Time)을 중간에 설계하여 동기시키는 방법도 연구되고 있다.

또 전압파형과 전류파형의 위상(Phase)을 잘 시프트하여 겹쳐지지 않도록 하면 두 파형이 겹쳐서 생기는 손실을 저감 할 수 있다.

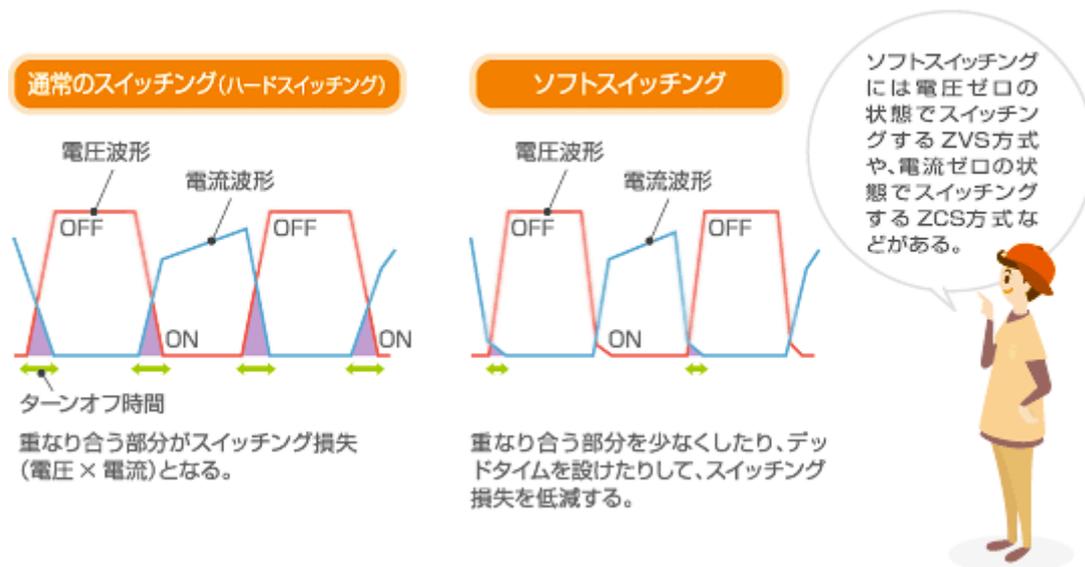
이것을 "페이즈 시프트(phase Shift:교류전압 또는 전류등의 위상을 변화시키는 것)"라는 기술이다.

"소프트 스위칭(Soft Switching)"에는 몇가지의 회로가 고안되어 있다.

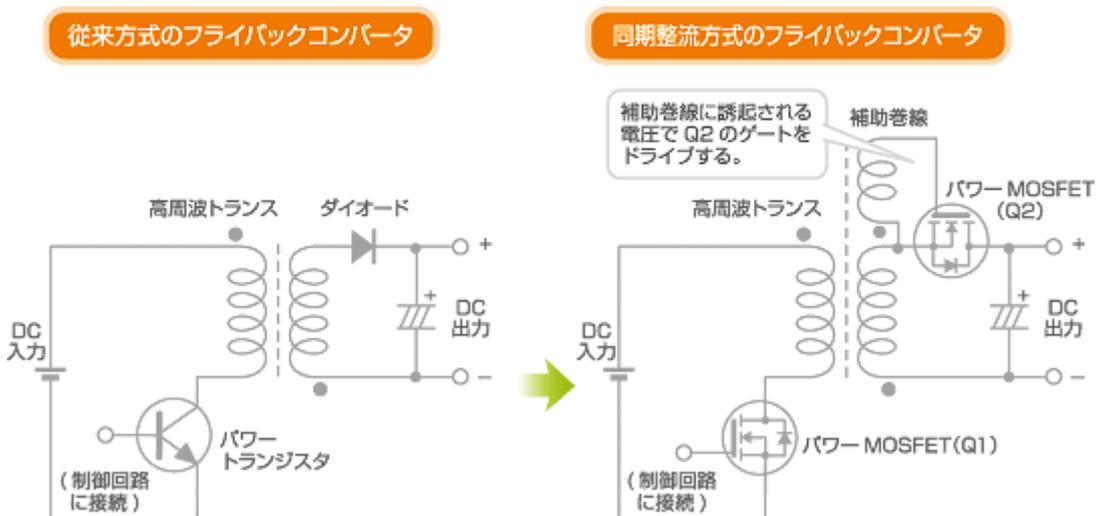
적은 부품점수로서 전압 및 전류를 타이밍 좋게 제어하는 기술이 포인트이다.

전술한 Buck Converter는 비절연형의 DC-DC Converter의 예이지만, 절연형의 DC-DC Converter 회로에도 동기정류방식은 도입되고 있다.그림에 표시 한 것은 플라이백 컨버터(Flyback Converter)에 대한 간단한 동기정류회로의 예이다. .통상의 플라이백 컨버터(Flyback Converter)와 다른 것은 트랜스 2차측에 보조권선을 설계하여 Power-MOSFET(Q2)에 접속되어 있는 것이다.트랜스 1차측의 Power-MOSFET(Q1)가 OFF하면 트랜스 Core에 축적된 에너지가 방출되어 보조권선에 전압(유도기전력)이 발생하여 Power-MOSFET(Q2)의 게이트(Gate)가 구동되는 형태이다.동기정류회로는 저가격으로 실현 할 수 있는 장점이 있다.

ソフトスイッチングによる損失低減の考え方



絶縁型DC-DCコンバータの簡易な同期整流回路例



눈부시게 고효율화가 달성된다 하더라도 스위칭방식의 전원에도 단점이 있다.이것은 스위칭에 의해 발생하는 노이즈이다.소프트 스위칭(Soft Switching)은 스위칭손실을 줄일뿐만 아니라 노이즈 발생이 적은 이점도 있다.따라서 최선단의 전원기술로 주목되어 근년에 급속한 기술진보를 이루고 있다.

2010-05-17

구 진욱씀