

컴파운드 코어를 이용한 변압기 특성에 관한 연구

황선민*, 안태영**
 *청주대학교 전자공학과, **청주대학교 첨단공학부

A Study on the transformer characteristics using a compound Core

Hwang, Sun Min*, Ahn, Tae Young**

*Dept. of Electrical Eng. Chongju Univ., **Division of Advanced Technology, Chongju Univ.

Abstract - In this paper, a novel plastic type compound core for a transformer and inductor of DC-DC converter proposed. The experimental results and application potentials of a Flyback DC-DC converter based the plastic type compound core are presented. The experimental converter, that has a maximum power of 24W, switching frequency of 200kHz and input voltage of 110-220V, has been successfully implemented. A maximum power conversion efficiency of the experimental converter was measured at 76%, and the output was regulated at 12V within 0.2% tolerance.

(5) 코어의 밀도를 높이기 위해 고온에서 다시 열처리 한다.

(6) 마지막으로 열처리한 코어를 연마하여 최종 페라이트 코어를 생산한다.

기존의 페라이트형 코어는 위와 같은 복잡한 공정 때문에 제조원가가 비싸지고, 따라서 전원장치의 비용이 상승하기 때문에 제품의 가격 경쟁력을 약화시키는 주요한 요인이 되어왔다.

본 논문에서는 스위칭 전원장치의 변압기를 구성하기 위해 필수적으로 사용되는 페라이트형 코어를 대체할 수 있는 새로운 플라스틱형 컴파운드 코어를 제안하였다. 제안된 플라스틱형 코어는 기존의 페라이트 코어에 비해서 제조 공정이 간단하고, 제조 원가가 저렴하기 때문에 저가형 전원장치에 적합하다. 전기적 성능을 평가하기 위해 기존의 어댑터형 전원장치에 본 논문에서 제안한 플라스틱형 코어를 적용하여 그 특성을 검토하였다. 실험회로는 교류 110/220V 겸용 입력 방식이며, 스위칭 주파수 200kHz, 출력전압 12V, 출력전류 2A로 설계하였다. 실험에서 사용된 플라스틱형 코어의 높이는 초박형 전원장치에 적합하도록 16mm로 낮추었다.

1. 서 론

전자산업의 급속한 진보와 더불어 전원장치도 소형·경량화가 요구되고 있으며, 이에 적합한 전원기술로 스위칭 전원장치가 일반화되고 있다. 스위칭 전원장치는 고효율이며 소형, 경량화에 유리하기 때문에 최근에 컴퓨터, 정보통신기기, 가전기기 등에 널리 사용되고 있다 (1). 또한 초박형의 전원장치를 구성하는 경우, 변압기 및 인덕터의 높이가 제한 받기 때문에 이러한 문제점을 극복하기 위한 다양한 방법이 시도되고 있다(2-4). 일반적으로 스위칭 전원 장치는 변압기 및 인덕터와 같은 권선형 소자가 필수적으로 이용되고 있으며, 이때 사용되고 있는 코어의 재료로서 페라이트 계열이 가장 적합하다고 알려져 있다.

2. 플라스틱형 컴파운드 코어

2.1 플라스틱형 컴파운드 코어의 구조

본 논문에서 새롭게 제안한 플라스틱형 컴파운드 코어를 스위칭 전원장치의 실험회로에서 검증하기 위해 그림 1과 같은 형태의 코어를 제작하였다. 제작된 코어는 가로 40mm, 세로 20mm, 높이 8mm로 구성하였다. 따라서 코어 두 개를 한 조로 이용하기 때문에 변압기의 전체 높이는 16mm가 된다. 그림 2는 본 논문에서 변압기의 코어로 사용하기 위해서 제작된 실물 사진을 나타내었다.

플라스틱형 컴파운드 코어의 조성은 Fe-Si-Al 분말이 90%, Olefins 내열수지를 10%로 하였다. 위 조성비로 일정하게 혼합시켜 알갱이(pellet)로 만든 후, 금형을 만들어 일반 플라스틱 사출기로 사출(Injection molding)하였다. 이와 같이 제작된 플라스틱형 컴파운드 코어는 다음과 같은 특징이 있다.

페라이트는 높은 비저항과 우수한 자기적 특성으로 인하여 오늘날 대표적인 자성재료로 사용되고 있다. 그러나 페라이트는 제조 공정이 매우 복잡하고, 제작과정과 성형체의 특성에 따라 그 성질이 크게 변화할 뿐만 아니라 소결체의 미세구조에 의해 특성이 좌우되는 등 공정에 의해 물리적 특성이 민감하게 결정된다. 다음은 페라이트 코어의 제조 과정을 간단히 요약하였다.

- (1) 산화물(산화철, 산화구리, 산화니켈, 산화아연)분말을 일정한 비가 되도록 배합한다.
- (2) 입자의 배열을 균일하게 하기 위해 고온(약 1900℃)에서 열처리를 한 다음 건조시킨다.
- (3) 분말 형태(약 1μm 정도)로 잘게 부순다.
- (4) 유압프레스를 이용하여 원하는 형태로 성형한다.

(1) 기존의 플라스틱 사출법을 이용하였기 때문에 공정 과정이 획기적으로 간단해진다.

(2) 자성체 분말 주위에 잭이 자연스럽게 형성되기 때문에 진류에 의해 쉽게 포화되지 않는다.

- (3) 제조 공정이 간단하기 때문에 최종 제품의 제조원가와 개발 기간이 짧아진다.
- (4) 코어의 높이를 낮출 수 있기 때문에 전원 시스템의 밀도를 높일 수 있고, 초박형 전원장치에 적합하다.
- (5) 성형이 용이하기 때문에 여러 형태의 코어를 쉽게 제작할 수 있다.

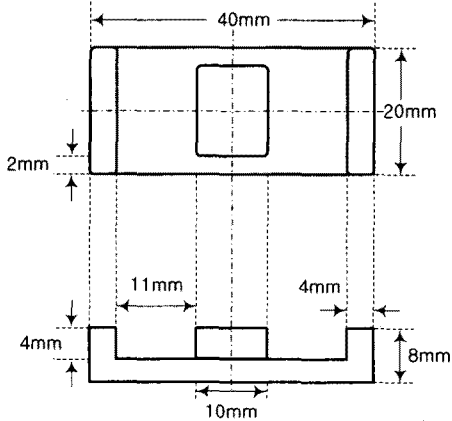


그림 1. 플라스틱형 컴파운드 코어의 외형도

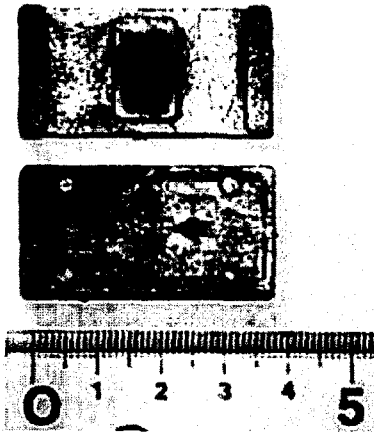


그림 2. 시험 제작된 플라스틱형 컴파운드 코어

2.2 실험 결과

전기적 성능을 평가하기 위해 기존의 어댑터형 스위칭 전원장치에 본 논문에서 제안한 플라스틱형 코어를 적용하여 그 특성을 검토하였다. 기본 회로방식은 비교적 구성이 간단한 Flyback 컨버터를 채택하였으며, 변압기의 손실을 최소화하기 위해 전류가 불연속 영역에서 동작하도록 설계하였다. 표 1에 실험 회로의 전기적 사양을 나타내었고, 표 2에는 사용된 변압기의 파라미터를 정리하였다. 본 논문에서 사용한 Flyback 컨버터의 기본회로를 그림 3에 나타내었다.

출력전압을 안정하게 하기 위해서 제어회로는 다음과

같이 구성하였다. 1차와 2차의 절연을 위해 포토 커플러를 사용하였으며, 제어용 IC는 전류형 PWM 제어 회로에서 대표적으로 사용되고 있는 제어용 IC인 KA3842를 사용하였다. 그림 4는 입력전압이 교류 110V, 출력전류가 2A일 때의 주요 실험 파형을 나타내고 있다. 그림의 위에서부터 스위치 전압, 게이트 전압, 출력 다이오드 전압, 스위치 전류, 출력 다이오드 전류를 나타내었으며 그림 5는 입력전압이 교류 220V일 때의 파형이다. 그림 4와 5로부터 모두 스위치 전압이 전류 불연속 모드에서 동작하고 있으며, 실험회로가 정상적으로 동작하고 있다는 것을 알 수 있다.

그림 6은 출력전류에 대한 출력전압의 부하특성을 나타내었다. 그림으로부터 측정된 출력전압의 변동율은 전체 동작 범위 내에서 0.2% 이내로 안정되었다. 그림 7은 출력전류에 대한 전력변환 효율을 측정한 것이다. 그림으로부터 실험회로의 최대효율은 입력전압이 교류 110V일 때 최대 76%를 나타내었다. 이상의 결과로부터 본 논문에서 제안한 새로운 플라스틱형 컴파운드 코어가 전원장치의 변압기에 적용된 경우 실용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

표 1. 컨버터의 전기적 사양

항 목	내 용	단 위	비 고
회로방식	DCM Flyback		
입력전압	90 - 264	V	실효값
출력전압	12	V	
출력전류	0 - 2	A	
최대전력	24	W	
스위칭주파수	200	kHz	PWM방식

표 2. 변압기의 파라미터

항 목	내 용	단 위
1차 권선수	90	회
2차 권선수	9	회
1차측 동선	0.4	mm
2차측 동선	0.8	mm
1차 인덕턴스	375	μ H
2차 인덕턴스	5.7	μ H

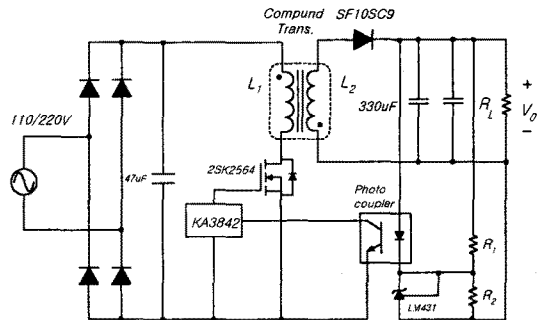


그림 3. 실험회로

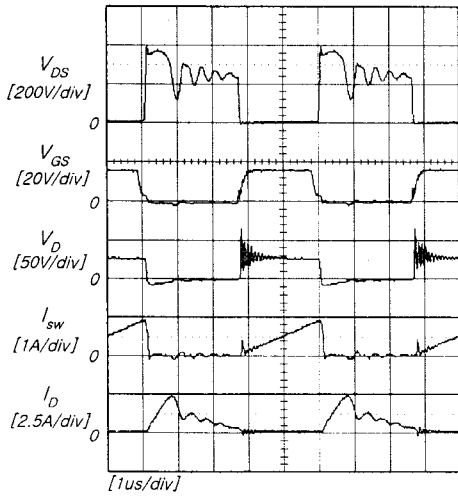


그림 4. 낮은 입력전압일 때 각 부분의 실험 파형 ($V_i=110V_{AC}$, $I_o=2A$)

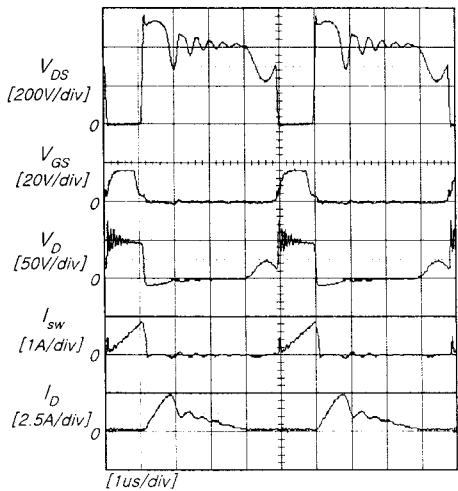


그림 5. 높은 입력전압일 때 각 부분의 실험 파형 ($V_i=220V_{AC}$, $I_o=2A$)

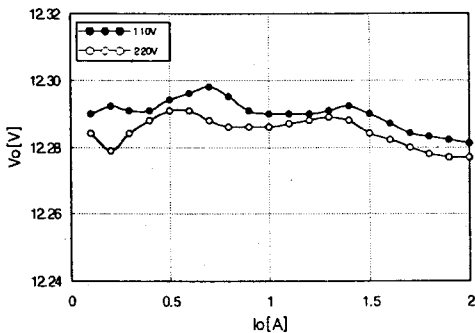


그림 6. 출력전압의 부하특성

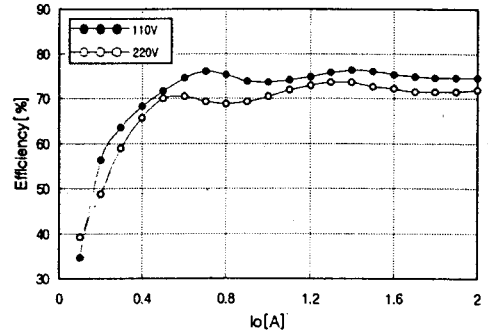


그림 7. 전력변환 효율

3. 결 론

본 논문에서는 스위칭 전원장치의 변압기를 구성하기 위해 필수적으로 사용되는 페라이트형 코어를 대체할 수 있는 새로운 플라스틱형 컴파운드 코어를 제안하였다. 제안된 코어는 기존의 페라이트 코어에 비해서 제조 공정이 간단하고, 제조 원가가 저렴하기 때문에 저가형 전원장치에 적합하다는 것을 알 수 있었다.

제안된 코어의 성능을 평가하기 위해 기존의 어댑터형 전원장치의 변압기에 적용하여 그 특성을 검토하였다. 실험 회로는 교류 110/220V 겸용 입력 방식이며, 스위칭 주파수가 200kHz, 출력 전압이 12V, 출력 전류가 최대 2A로 설계하였다.

실험에서 사용된 플라스틱형 코어의 높이는 초박형 전원장치에 적합하도록 16mm로 낮추었고, 실험 결과 최대 76%의 전력변환 효율을 나타내었다. 또한 출력전압은 0.2% 이내에서 안정되었기 때문에 본 논문에서 제안한 플라스틱형 컴파운드 코어를 스위칭 전원장치의 변압기에 적용하였을 경우, 실용 가능성이 충분히 있을 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] J. M. Lopera, etc., "Design of integrated magnetic elements using thick-film technology", IEEE Trans. Power electron., vol. 14, no. 3., pp. 408-413, May, 1999.
- [2] S. C. Tang, S. Y. R. Hui and H. Chung, "A low-profile power converter using printed circuit board(PCB) power transformer shielded with ferrite polymer composite", IEEE PESC'00, Galway, Ireland, pp. 1279-1284, June 2000.
- [3] 안태영, 황선민, "PCB 변압기 및 인덕터를 이용한 ZVS Forward DC-DC 컨버터", 전력전자학술대회논문집, pp. 159-162, 2000.
- [4] 안태영, 황선민, "Compound PCB 변압기를 이용한 DC-DC 컨버터", 대한전자공학회 회로 및 시스템연구회/전력전자 연구회 합동 학술발표회 논문집, 22권 1호 pp. 96-101, 2000.

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 청주대학교 정보통신연구센터의 지원에 의한 것입니다.