

## 300 W 급 공진컨버터용 평면변압기의 전자기적 특성

### (Electro-magnetic Characteristics of the Planar Transformer with 300 W Power Capacity for the Resonant Converter)

김현식\*, 이해연\*, 김종령\*\*, 오영우\*\*, Ustinov Evgeniy\*  
 (주)매트론 기술연구소\*, 경남대학교\*\*

#### 1. 서 론

전기전자 통신기기의 핵심적인 부품인 전원장치는 에너지 축적 또는 변환용 소자인 변압기 및 커패시터 때문에 소형·경량화에 한계를 드러내고 있으며, 특히 크기가 큰 페라이트 코어를 이용한 변압기 때문에 소형화와 고효율화에 많은 제약을 받는다. 그림 1에 나타낸 것과 같이 평면 변압기는 넓은 유효 단면적을 가진 평면코어와 일반적인 wound copper에 비해서 높은 정밀도를 갖는 평면 구리 박판을 조합하고 한 개 혹은 그 이상의 얇은 절연층을 적층하는 구조를 갖는다. 이 때문에 고주파 손실을 감소시켜 적은 누설 인덕턴스, 우수한 열적 특성, 최소의 표피효과 특성을 갖으며, 경량, 박형, 고전력 밀도로 인한 소형화와 고효율화를 동시에 이룰 수 있다[1-4].

따라서, 본 연구에서는 전원장치의 소형, 고성능화를 위해서 핵심 기술인 변압기를 소형화하고자 300 W급 공진형 평면 변압기를 설계·제조하였으며, 제조된 평면 변압기가 적용된 전원장치를 제작하여 전·자기적 특성을 조사하였다.

표 1. 평면 변압기 설계 사양

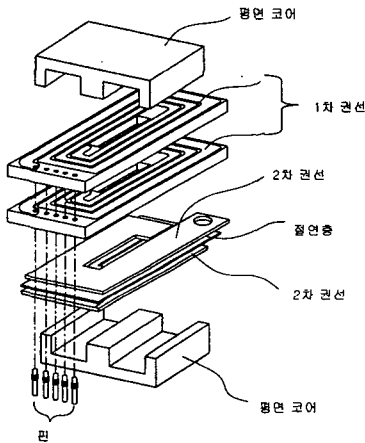


그림 1. 평면 변압기의 구조

항 목	사 양
Topology	Resonant
용 량	300 W
입 력 전 압	220 V
출 력 전 압	15 V
스위칭 주파수	300 kHz
주 위 온 도	25 ℃
허용 상승온도	50 ℃

#### 2. 실험 방법

본 연구에서는 스위칭 주파수, 최소 손실온도 및 손실-주파수-자속밀도 특성을 고려하여 약 1 MHz까지 안정한 주파수 특성과 투자율 특성을 갖는 Philips EE32-3F3 코어를 사용하여 표 1의 사양과 같이, 스위칭 주파수 300 kHz, 입출력 전압이 각각 220 V, 15 V인 300 W급의 공진형 변압기를 설계·제조하였다.

변압기의 전체 손실 중에서 코어의 손실이 50 % 이상이며, 변압기의 온도상승을 발생시키고 효율을 저하시키는 지배적인 요인으로 작용한다. 따라서 본 연구에서 목표한 변압기 허용 상승온도 50 ℃에서의 최대 코어손실과 자속밀도를 식(1)과 (2)로 각각 산출하였으며[1],  $P_{core}$  는  $259 \text{ mW/cm}^3$ ,  $B_{peak}$  는 80 mT의 값을 얻었다.

$$P_{core} = \frac{12 \cdot \Delta T}{\sqrt{V_e} (cm^3)} \quad [mW/cm^3] \quad (1)$$

$$B_{peak} = \left[ \frac{P_{core}}{A \cdot f^X} \right]^Y \quad [T] \quad (2)$$

여기서 3F3의 재료상수 A, X, Y는 각각  $2.5 \times 10^{-4}$ , 1.8, 0.4이다[4].

코일의 권선수는 자속( $\Phi$ )이  $\Phi \sin \omega t$ 로 변할 때 유기되는 기전력을 통해 산출되며, 자속이 전압과 시간에 대한 전류의 변화이므로 식(3)과 (4)를 적용하여 1, 2차 권선수를 산출하였다[2].

$$N_1 = \frac{U_{in} \cdot \delta}{2 \cdot f \cdot B_{peak} \cdot A_e} \quad (3)$$

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot U_o}{U_{in} \cdot \delta} \quad (4)$$

여기서  $U_{in}$  = 입력전압,  $U_o$  = 출력전압,  $\delta$  = 듀티 사이클, 그리고  $A_e$  = 코어의 실효 단면적이다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 평면 변압기(PT)와 일반 변압기(CT)의 누설 인덕턴스를 측정된 결과이다. 누설 인덕턴스는 1차 코일에서 발생하는 자속이 2차 코일에 완전히 여자되지 못하고 일부가 누설되는 것으로써, 2차 코일을 연결시킨 상태에서 1차 코일의 인덕턴스를 측정하였고 전체적으로 평면 변압기가 일반 변압기보다 약 3배 이상 낮은 누설 인덕턴스 값을 나타냈다. 스위칭 주파수 300 kHz에서 약 1.27  $\mu$ H로, 이는 1차 코일 자기 인덕턴스의 3.84 %에 해당하는 아주 작은 값이다.

그림 3은 제조된 평면변압기를 탑재하여 제작된 공진형 컨버터의 입력전압 220VAC, 출력 15VDC 출력에서 300 W 까지 측정된 효율특성을 나타낸 것으로, 전 영역에서 88% 이상의 높은 효율특성을 갖고 있으며, 특히 100 W ~ 200 W 구간에서는 90 % 이상의 높은 효율을 나타냈다.

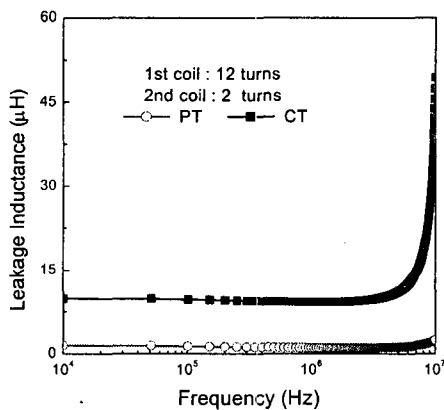


그림 2. 평면 변압기와 일반 변압기의 누설 인덕턴스 특성

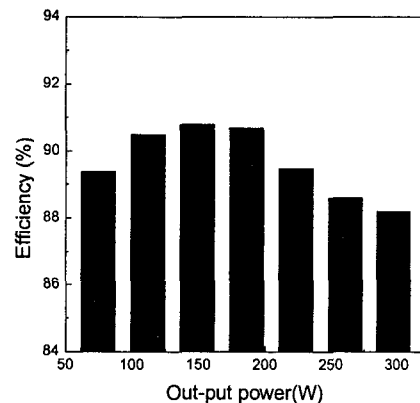


그림 3. 공진컨버터의 효율 특성

### 4. 결론

300 W급 공진형 평면 변압기를 설계·제작하고 전원장치에 적용하여 전·자기적인 특성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일반 변압기에 비해서 1/7 이하인 약 1.27  $\mu$ H의 아주 낮은 누설 인덕턴스 값을 얻었으며, 평면 변압기가 채용된 300 W급 공진형 컨버터를 제작하여, 300 W에서 88.21%의 높은 효율을 얻었다.

### 5. 참고 문헌

- [1] 김현식, 이해연, 김종령, 오영우, "평면 변압기의 설계와 전자기적 특성", 한국자기학회지, 12권, 3호, p. 109, 2002.
- [2] 이해연, 허정섭, 김현식, 김종령, 오영우, "300 W급 평면 변압기의 설계 및 분석", 한국전기전자재료학회 2003 춘계학술대회 논문집, p. 46, 2003.
- [3] 김종령, 오영우, 이태원, 김현식, 이해연, 송재성, "평면코어용 Mn-Zn 페라이트의 물성", 한국전기전자재료학회 2003 춘계학술대회 논문집, p. 96, 2003.
- [4] 김종령, 오영우, 안용운, 김현식, "공정에 따른 Mn-Zn 페라이트의 자성손실 거동", 한국전기전자재료학회 2003 하계학술대회 논문집, p. 541, 2003.