

Inverter를 기존의 전자식 트랜스포머를 이용치 않고 압전트랜스포머를 이용한 Inverter가 실용화 되

형광등 점타용 압전트랜스포머의 특성에 관한 연구

A study on the Characteristic of Piezoelectric Transformer for the Fluorescent Lamp ballast

이 용우*, 윤 광희*, 류 주현*, 서 성재**
세명대학교 전기공학과*, 한남대학교 산업기술연구소**
(Y-W. Lee*, K-H. Yoon*, J-H. Yoo*, S-J Seo**)

Abstract

Rosen type piezoelectric transformer for LCD backlight operated at high voltage and low current, may not be sucessfully used for illuminating general fluorescent lamps because low voltage and high current are required. In this syudy, the piezoelectric transformer with width vibration mode operated at low voltage and high current was designed for the application of fluorescent lamo ballast. The step-up ratio and efficiency as a function of the load registance in the piezoelectric transformer indicated that the transformer can be effectively used for the electronic ballast for low profile fluorescent lamp.

Key-words

Piezoelectric transformer ,LCD backlight, fluorescent lamps , width vibration mode, ballast

1. 서 론

우리 나라 총 사용전력에 대한 조명부분 에너지 사용비율은 18%에 이르고 있다. 이는 1995년 통계로 볼 때 31,411Gwh에 달하는 것으로 매년 10%이상 증가하는 전력 소비량 추세로 볼 때 다가오는 2006년에는 56,163Gwh에 이를 것으로 전망되고 있다. 조명 기기의 에너지 절약 잠재량은 여타 전력 기기 보다 높은 것으로 평가되고 있으나 조명산업의 현 주소는 영세성을 벗어나지 못하고 있는 실정이고 선진국에 비해 낙후되고 있다. 국내에서는 40w (32mm) 형광등을 32w(26mm)로 대체중이고 또한 16mm(T5) 형광램프는 연구가 활발히 진행 중에 있다. 이와 같이 형광등이 점차 가늘어짐에 따라 이를 구동하기위한 Inverter 개발이 필요한 실정이다. 최근에, 고전력 밀도를 갖고 소형화, 슬립화가 가능한 압전트랜스포머 개발에 힘입어 LCD Backlight용

었다. 현재까지 실용화된 압전트랜스포머는 2~3 Watt 정도로 고전압, 소전류 출력에 한정된 것으로서 어느정도의 전류를 필요로하는 일반의 형광등은 적용하기가 어렵다. 즉, 형광등은 점타중에 등가 임피던스가 10kΩ 이내로 냉음극관에 비해 현저하게 작다. 따라서 본 연구에서는 폭방향 진동모드를 이용한 압전트랜스포머를 설계 제작하여 그에 대한 부하저항에 따른 승압비, 효율특성을 분석하여 이 압전트랜스포머가 형광등 점타용에 적용가능성을 검토하고자 한다.

2. 실험

2-1. 시편의 제작

본 연구에서는 압전트랜스포머용 조성으로서 $Pb(Mn_{\frac{1}{3}}, Nb_{\frac{2}{3}})O_3 - Pb(Zr, Ti)O_3$ 를 사용하였으며 여기에 $0.5wt\% PbO + 0.25wt\% CeO_2$ 을 첨가하여 산화물혼합법으로 제조하였다. 하소는 $850^\circ C$ 에서 2시간, 본 소성은 $1260^\circ C$ 에서 2시간 동안 하였다. 제조된 세라믹스는 $120^\circ C$ 의 실리콘유에서 $25kV/cm$ 로 분극처리되며, 이 때의 시편의 물성은 표1과 같다.

표 1. 압전트랜스포머에 사용된 PMN-PZT의 물성

Table1. Material properties of the PMN-PZT Ceramic used in our piezoelectric transformer

Density ($10^3 kg/m^3$)	7.46
Qm	586
$\epsilon_{33}^T / \epsilon_0$	1547
d_{31} (m/N)	-115×10^{-10}
d_{33} (m/N)	161×10^{-12}
Kp	0.51
Kt	0.50
K_{31}	0.30
S_{11}^E (m^2/N)	11.08×10^{-12}

2-2. 압전트랜스포머의 동작원리 및 측정

장방형 압전트랜스포머의 구조는 그림1과 같다.

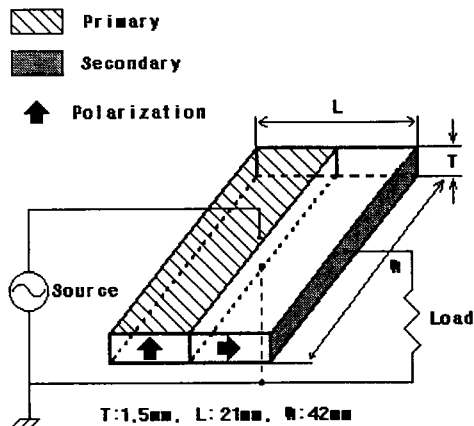


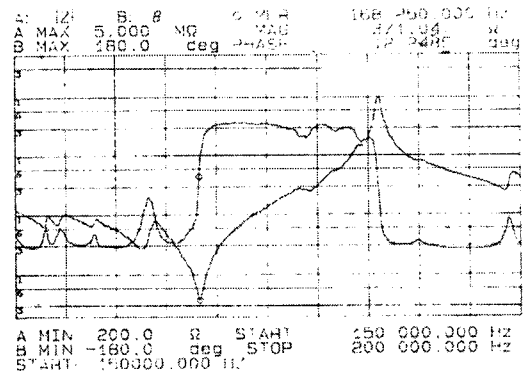
그림 1 장방형 압전트랜스포머의 구조
Fig1. Structure of piezoelectric transformer using

lateral vibration

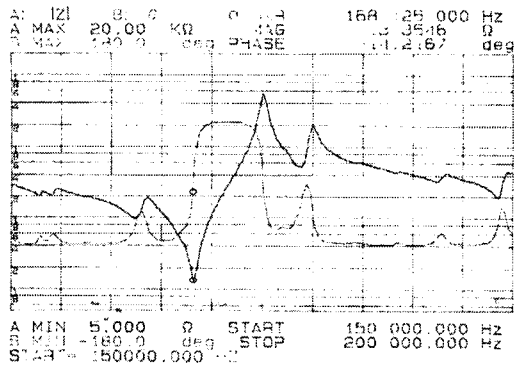
그림 1에서 1차 전극에는 두께 방향(T)으로 2차 전극에는 길이(L) 방향으로 분극되며, 1차 전극에 교류전압을 가하는 것에 의해 전왜압전 효과로 2차 전극에 전압을 발생시켜 부하에 전력을 공급하게 된다. 진동모드는 폭방향의 $\frac{3}{2}\lambda$ 모드를 이용하며, 상기 size의 직렬 공진주파수는 공진에 따라 다르겠지만 약 $160 \sim 170kHz$ 근방이다. 출력을 증가시키기 위해서는 압전트랜스포머를 2개이상 사용하여 병렬로 접속하여 사용하면 된다. 그림 1의 폭 방향 압전트랜스는 일단 길이(L)을 줄이고 폭(W)을 늘렸기 때문에 출력 임피던스가 상당히 감소되며 상대적으로 압전트랜스포머의 승압비는 감소하게 된다. 부하 저항에 따른 승압비, 효율 특성 실험은 그림 1처럼 입력부에 AC15V를 입력하고, power meter (Nomura)를 연결하여 입력전력을 측정하였으며, 오실로스코프로써 전압을 측정하여 계산 하였다. 또한, 압전트랜스포머의 임피던스 특성은 HP4194A로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

장방형 압전트랜스포머의 임피던스특성은 그림 2와 같다. 이 트랜스포머는 길이(L)를 21mm, 폭(W)를 42mm로 한 구조이기 때문에 W방향으로의 진동이 크게 나타난다. 또한, 길이 L방향으로 진동은 $\frac{\lambda}{2}$ 에 서는 크게 나타났으나, λ_{mode} 에서는 크게 나타나지 않았다.



(a) 입력측 short



(b) 출력측 short

그림2. 장방향 압전트랜스포머의 임피던스 특성
Fig2. Impedance characteristic of piezoelectric transformer with width vibration mode

본 실험에서는 폭방향으로의 $\frac{3}{2}\lambda$ mode를 이용하여 실험을 하였다. 압전트랜스포머의 출력부를 short할 때의 공진주파수는 168kHz로 나타났으며, 이때의 공진 저항은 13Ω을 나타냈다. 또한, 압전트랜스포머의 입력부를 short하여 임피던스를 측정할 결과 마찬가지로 공진주파수는 168kHz, 공진저항은 371Ω을 나타내었다.

그림3은 부하저항을 6, 9, 10, 12kΩ으로 변화시켰을 때 부하저항에 따른 승압비를 나타낸 것이다.

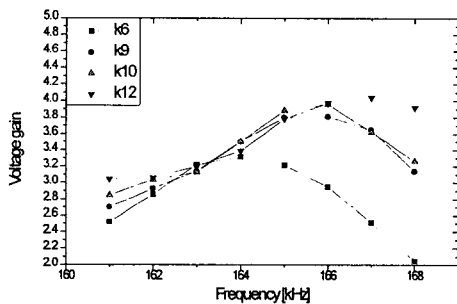


그림3. 부하저항에 따른 승압비
Fig3. Step-up ratio as a function load resistance

부하저항이 증가함에 따라 승압비는 증가함을 확인하였으며, 최대 전압이득을 나타내는 공진주파수가 점차 약간씩 높아지고 있음을 확인하였다.

그림4는 역시 부하저항에 따른 효율을 나타낸 것으로서 부하저항 10kΩ에서 가장 높은 효율을 나타내었다. 이는 압전트랜스포머의 출력측의 임피던스가 부하저항과 일치하였기 때문에 이때의 최대전력이 전달되며, 최고의 효율을 나타내기 때문에 형광등의 점등시에 형광등의 부하저항과 압전트랜스포머의 출력측의 임피던스를 매칭시키는 것이 중요하다.

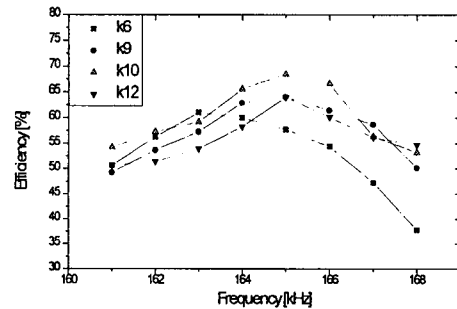


그림4. 부하저항에 따른 효율
Fig4. Efficiency as a function of load resistance

그림5는 가장 우수한 특성을 나타낸 부하저항 10kΩ에서의 승압비와 효율을 나타낸 것으로 승압비는 3.9, 효율은 67%를 나타내었다.

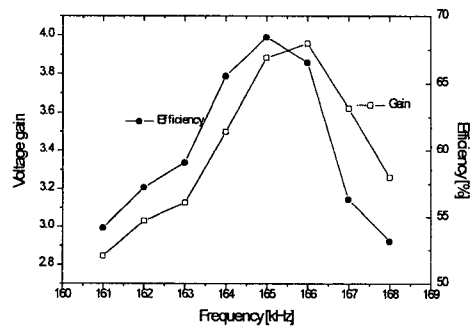


그림5. 부하저항 10kΩ에서의 승압비와 효율
Fig5. Step-up ratio and efficiency with load resistance at 10kΩ

효율이 다소 낮은 값을 나타낸 이유는 본 실험에서 사용한 재료의 Qm이 586으로 낮기 때문이며, 재료의 Qm값을 증가시키면 효율이 80%이상으로 증가

되리라 생각된다. 다음에는 효율증가 및 형광등 접타실험 결과를 발표할 예정이다.

4. 결 론

본 연구에서 PMN-PZT계 세라믹스를 이용하여 장방형의 압전트랜스포머를 제작하여 그에 대한 부하저항에 따른 승압비, 효율 특성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 부하저항이 증가함에 따라 승압비는 증가하였으며, 공진 주파수는 약간씩 증가하였다.
2. 부하저항 10k Ω 일 때 승압비는 3.9, 효율은 67%를 나타내었다.
3. 압전트랜스포머의 출력부를 short할 때 공진주파수는 168kHz, 공진저항은 13 Ω 을 나타내었다.

참고문헌

1. Takayuki Hidaka, et al. "Electronic ballast using piezoelectric transformer for fluorescent lamps". The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers. pp 31~37 (1998)
2. S. Kawashima, O. Ohnishi, H. Hakamata, S. Tagami, A. Fukuoka, T. Inoue, and S. Hirose, "Third order longitudinal mode piezoelectric ceramic transformer and its application to high-voltage power inverter", IEEE International Ultrasonic Symposium Proc., Nov. 1994