

PNW-PMN-PZT 세라믹스 이용한 PDA용 압전 트랜스포머의 전기적특성

이상호, 오동연, 류주현, 류성림, 박창엽
세명대학교, 충주대학교

Electrical characteristics of Piezoelectric Transformer for PDA using PNW-PMN-PZT Ceramics

(Sang-Ho lee, Dong-On Oh, Ju-Hyun Yoo, Sung-Lim, Chang-Yub Park)
Semyung Uni, Chungju Uni

Abstract

In this study, piezoelectric transformer using PNW-PMN-PZT ceramics was fabricated with the size of $1 \times 16 \times 5 \text{mm}^3$ for LCD backlight inverter application of PDA. And its electrical characteristics were investigated with load resistance and driving frequency. At the frequency of 212.6kHz, CCFL for PDA was driven stably, and input voltage of 8.83V and output voltage of 305V were shown.

Key Words : Piezoelectric transformer, CCFL

1. 서론

최근들어, PDA, 캠코더, 노트북등의 LCD Backlight용 인버터에 압전 트랜스포머의 사용이 확산되고 있다. 따라서, 더욱더 압전트랜스포머의 성능을 향상시키는 연구가 활발히 이루어지고 있다. [1] 인버터로 쓰이는 압전 트랜스포머는 냉음극관(Cold Cathode Fluorescent Lamp)을 구동시키는 안정기의 역할을 하며 소형화와 경량화가 가장 중요한 요소이다. 종래의 전자식 트랜스포머를 사용한 전자식 안정기는 가격면이나 효율면에서 한계를 보이고 있으며 그 크기를 콤팩트화 하기가 거의 불가능하다. 냉음극관은 점등개시시에는 고압의 전원을 필요로 하나 정상 동작시에는 필요로 하는 전압이 낮아진다. 압전 트랜스포머는 무부하시 승압비가 높고 부하가 감소하면 승압비가 줄어드는 특성을 가지고 있기 때문에 이를 사용하여 냉음극관 구동용으로 적합한 인버터를 제작할 수

있다. 또한, 누설자속이 발생하지 않아 잡음이 없고, 고조파 잡음이 없으며, 발연과 발화 위험이 없는 압전 트랜스포머는 효율면에서도 85% 이상으로 슬림화 소형화 경량화가 가능하며 CCFL 구동용 인버터에 적합하다 하겠다. 따라서 본 연구에서는 이전의 연구에서 우수한 압전 특성을 보인 PNW-PMN-PZT 세라믹스를 [2] 이용하여 압전 트랜스포머를 제작하고 실제 PDA용 CCFL을 구동하여 그 제반 특성을 조사하고자 한다.

2. 실험

2.1 실험방법

본 연구에서는 다음의 조성식을 사용하여 보통 소성법으로 제작하였다.

$(\text{Pb}_{0.94}\text{Sr}_{0.06})[(\text{Ni}_{1/2}\text{W}_{1/2})_{0.02}(\text{Mn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{0.07}(\text{Zr}_{0.51}\text{Ti}_{0.49})_{0.91}]\text{O}_3$

그림 1에서 볼 수 있는 것처럼 시편을 $1 \times 16 \times 5 \text{mm}^3$ 의 크기를 가지는 Rosen형[3] 압전트랜스포머로 제작하였으며, 입력 및 출력부의 공진 주파수를 Impedance analyzer(Agilent 4294A)를 사용하여 측정하였다. 또한 PDA CCFL용 인버터로서의 전기적 특성을 조사하고자 함수발생기(HP-33120A)를 사용하여 주파수 변화를 주어 압전트랜스포머를 구동시켰으며, 여기서 부하저항을 $50 \sim 200 \text{k}\Omega$ 로 변화를 주어 그에 따른 승압비, 출력전력, 출력전류를 oscilloscope(TDS 3032)를 사용하여 측정하였다.

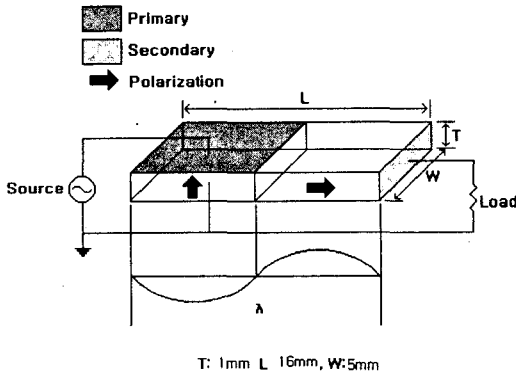


그림 1. 제작된 Rosen형 압전 트랜스포머

3. 결과 및 고찰

3.1 압전 세라믹스의 물성

표 1. PNW-PMN-PZT 세라믹스시편의 물성.

Density[g/cm ³]	1,704
Qm	0.55
kp	2,041
Grain size[μm]	2.50
Tetragonality (c/a)	1.0161

표 1은 본 연구의 압전트랜스포머용 조성 세라믹스 PNW-PMN-PZT의 물성을 나타내고 있다. Rosen형 압전트랜스포머의 승압비는 다음과 같이 표현할 수 있으며, $V_o/V_i = 4/\pi^2 K_{31} K_{33} Q_m (l/t)$ (여기서 l/t 압전트랜스의 두께와 길이의 비이다). 이식에서 알 수 있는 것처럼 승압비를 증가시키기 위해서 전기기계결합계수(k)와 품질계수(Qm)가 큰 값이 요구되며 또한, 환경변화에 따른 안정된 구동을 위해 낮은 경시변화와 온도특성이 요구된다. 또한 가공을 용이하게 하기 위해 고강도, 고밀도의 특성이 요구된다. 또한 대:신포인가시 손실을 줄이기 위해 높은 Qm과 또한 이를 위해서 입경(grain)이 작고 기공(porosity)이 없는 fine 세라믹스가 요구된다. 제작된 시편의 물성은 위 사항을 고려하면 압전트랜스포머로서 적합하다 하겠다.

3.2 압전 트랜스포머의 전기적 특성

표 2. 제작된 압전 트랜스포머의 특성

입력부	f_r	225.5[kHz]	
	f_a	227.5[kHz]	
	Z_r	198.5[Ω]	
	Z_a	4.73[kΩ]	
	C_{in}	0.592[nF]	
	Qm	345.1	
		k_{eff}	0.9991
출력부	f_r	204[kHz]	
	f_a	220[kHz]	
	Z_r	929[kΩ]	
	Z_a	34[MΩ]	
	C_{out}	7.5[pF]	
	Qm	0.8	
		k_{eff}	0.9992

표2에 제조된 압전트랜스포머의 입력부 및 출력부의 공진특성 및 압전특성을 보였다. 그림 2는 부하저항을 $50 \text{k}\Omega$, $100 \text{k}\Omega$, $150 \text{k}\Omega$, $200 \text{k}\Omega$ 으로 변화를 주고 각 부하마다 주파수를 200kHz 에서 225kHz 까지 1kHz 씩 변화를 주어가며 승압비를 측정한 그래프이다. 부하가 증가함에 따라 승압비는 증가하였으며, 215kHz $200 \text{k}\Omega$ 에서 승압비 13.68의 값이 나와 CCFL의 구동 가능성을 보여 주었다. 그림 3은 압전트랜스포머의 구동 주파수에 따른 출력 전류를 그래프

로 나타내었다. 승압비 곡선과 반대로 부하저항이 감소함에 따라서 최대 출력주파수는 우측으로 이동하는 경향을 보였다.

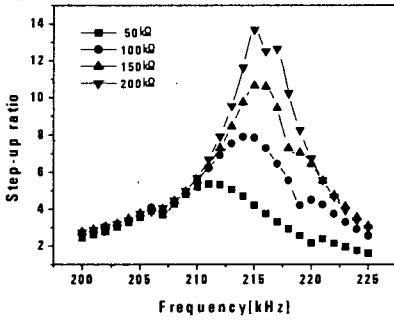


그림 2. 구동주파수 및 부하저항에 따른 승압비

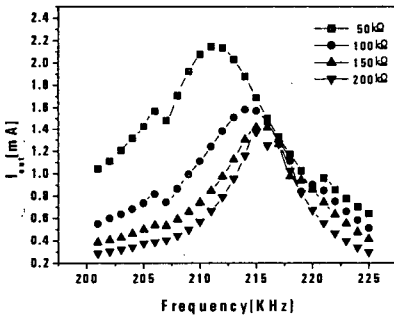


그림 3. 구동주파수 및 부하저항에 따른 출력 전류

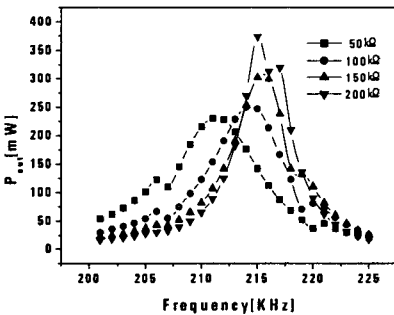


그림 4. 구동주파수 및 부하저항에 따른 출력 전력

그림 4는 주파수 변화에 따른 출력 전력을 그래프로 나타내었다. 그림 3에서 부하저항 200kΩ에서 최대 전류는 1.368mA였고 그림 4에서 최대 전력은 374.24mW를 보였다. 이상의 압전트랜스포머의 전기적 특성은 일반적인 압전트랜스포머의 전기적 특성과 부합하였다[4-6]. 그림 5는 CCFL 구동회로를 구성하여 CCFL정상 구동시의 입·출력 파형을 나타냈다. 주파수 212.6kHz에서 입력전압은 8.83V, 출력전압 305V로 0.6W급 CCFL을 안정적으로 구동시킬수 있었다. 또한 그림5에서 볼 수 있듯이 출력 파형이 거의 이상적인 정현파를 보였다.

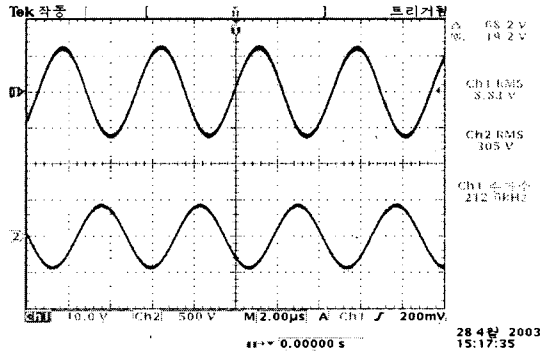


그림 5. 압전트랜스포머의 CCFL구동 입출력 파형

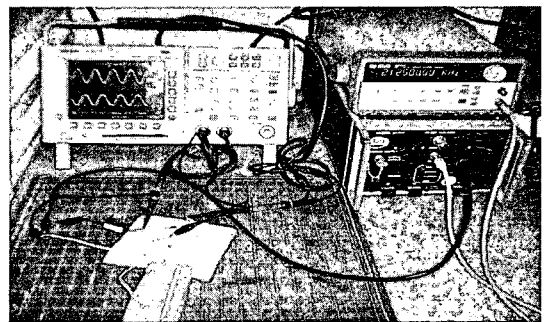


그림 6. 압전 트랜스포머로 점등된 CCFL

4. 결론

본 연구에서는 CCFL용 인버터로 활용하고자 PNW-PMN-PZT 세라믹스를 이용하여 1×5×16mm 크기의 로젠형 압전트랜스포머로 제작하여, 전기적 특성을 조사하였으며 0.6W급 CCFL을 구동특성을

조사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 제작된 압전트랜스포머의 전기적 특성은 일반적인 압전트랜스포머의 전기적특성과 부합하였으며 안정적으로 구동시킬 수 있었다.
2. 냉음극관 구동시 압전 트랜스포머의 출력전압은 이상적인 정현파로 나타났다.
3. PDA용 냉음극관을 주파수 212.6kHz에서 입력전압 8.83V, 출력전압 305V로 구동시킬수 있었다.

- [6] J. H. Yoo, K. H. Yoon, Y. W. Lee, S. J. S, J. S. Kim and C. S. Yoo, "Electrical characteristics of the contour-vibration mode piezoelectric transformer with ring/dot electrode area ratio", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 39, No. 5A, 2000.

감사의 글

본 연구는 2002년도 산자부 에너지 관리공단 학진 과제로 이루어 졌으며 에너지 관리공단에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] S. Kawashima, S. Tagami, H. Hakamata, A. Fukuoka and K. Isobe, "Development of Color-LCD Backlight Inverters Utilizing Piezoelectric Transformer", NEC Res. and Develop., Vol. 36, No. 1, p. 187, 1995.
- [2] 류주현, 김철희, 류성림, "Nb₂O₅, Fe₂O₃ 복합첨가가 PNW-PMN-PZT 세라믹스의 미세구조 및 압전특성에 미치는 영향". 전기전자재료학회 춘계 학술대회. 2000
- [3] C. A. Rosen., " Ceramic Transformer and filter", Proc. Electronic Comp. Symp., p 205, 1956.
- [4] O. Ise, K. Satoh and Y. Mamiya, "High power characteristics of piezoelectric ceramic in Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})O₃-PbTiO₃-PbZrO₃ system", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 38, No. 9B, 1999.
- [5] J. H. Yoo, K. H. Yoon, S. M. Hwang, S. J. S, J. S. Kim, and C. S. Yoo, "Electrical characteristics of high power piezoelectric transformer for 28W fluorescent lamp", Sensor and Actuators, Vol. A 2884, p 1, 2001.