

CCFL 구동을 위한 압전변압기 제작과 전기적 특성

한재현, 임영철, 양승학* 권기현**

전남대학교 전기공학과, 호남대학교 전기공학과*, 한국과학기술연구원**

Electrical Characteristics of Manufactured Multilayer Piezoelectric Transformer for driving The CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)

Han Jae Hyun, Lim Young Cheol, Yang Seung Hak*, Kweon Gie Hyoun**

RRC & Dept of EE, Chonnam Nat'l Univ., RRC & Dept of EE, Honam University*
Thin Film Tech. Research Center. Korea Institute of Science and Technology**

ABSTRACT

최근 백라이트용 램프를 구동하기 위해 사용하는 승압용 변압기를 압전 변압기로 도입하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

압전 변압기는 종래의 권선 변압기에서 볼 수 있었던 누설 자속과 권선동에 의한 저항 손실이 없으며, 전자유도에 의한 노이즈와 자체 손실이 없고, 권선형의 자기소자로 인한 소형화에 한계를 가지는 큰 단점을 해결해 주고 있다.

본 논문에서는 11층의 적층형 압전 변압기를 제작하고 이 제작된 적층형 압전 변압기의 전기적 특성분석을 통한 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp) 구동용 인버터의 승압용 변압기로서 응용가능성을 제시하였다.

1. 서 론

압전 변압기는 1957년 미국 General Electric 사에서 실용적인 연구가 시작되어 근래에는 새로운 재료합성과 제반 기술의 발달로 출력 특성이 개선됨에 따라 소형전원 분야에 많이 응용되고 있다. 대표적으로 Note-PC, PDA, LCD모니터 등이 있는데 이는 박막 액정 표시장치(TFT-LCD)를 포함한 그 내부에 냉음극 방전램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp)가 있어서 백라이트의 역할을 하고, 램프의 특성상 고압의 구동전압을 인가시킬 수 있도록 구동회로 부분에 변압기가 필수적이다.

압전 변압기는 교류전압의 입력신호를 받아 이를 기계적 에너지로 변환한 후 다시 전기적인 에너지의 교류전압 형태로 출력을 하는 특성을 가진 장치이다. 코어와 보빈으로 구성되어 있는 권선형 변압기는 권선비에 의한 승압을 하는 것이 주 역할이나 이는 전자유도에 의한 노

이즈와 자체 손실이 많고, 자기소자의 존재로 인한 소형화에 한계를 가지는 단점을 가지고 있어서 소형?경량화에 한계를 가져온다.

본 논문에서는 코일손실 및 전자유도의 장애가 없고 불연성의 장점을 가지고 있으며, 소형화가 가능한 11층 적층형 압전 변압기를 제작하고 이 제작된 적층형 압전 변압기의 전기적 특성분석을 통한 방전램프 구동용 인버터의 승압용 변압기로서 응용가능성을 제시하였다.

2. 냉음극 방전램프

LCD 백라이트의 광원으로 사용되는 냉음극 방전램프는 고휘도, 고효율, 저소비 전력, 장수명, 저발열, 우수한 내구성, 우수한 점등 특성 등 매우 많은 장점들이 있어 각종 디스플레이의 백 라이트, 이레이저, 스캐너, 계기류, 각종 조명, 장식용으로 사용되고있다. [1]

냉음극 방전램프는 필라멘트가 없어서 열전자를 방출하지 않으므로 방전(점등)이 시작될 때에는 높은 입력전압을 필요로 하며 점등 중에는 구동 시의 1배 이하의 전압과 일정한 전류의 공급이 필수적인데 이는 점등의 유지와 깜박임 방지를 위함이다. 냉음극 방전램프의 초기 점등 특성은 그림 1과 같다.

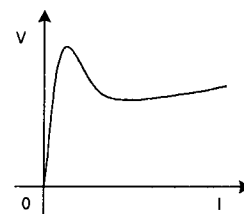


그림 1 점등특성

Fig. 1 Characteristics of the Firing

램프의 전류와 휘도 특성은 전류가 120%정도까지는 휘도가 선형적으로 상승하나 그 이상에서는 방전램프 내부전류밀도 상승에 의해 온도가 상승하여 휘도는 더 이상 증가하지 않는다.

휘도와 주파수 특성은 인버터에서 출력되는 주파수에 따라 휘도가 변하게 되는데 이는 점등주파수가 방전등 내부의 전자의 운동량이나 자외선 발생정도를 변화시키기 때문이다. 주파수가 높아짐에 따라 휘도 또한 증가하는데 어느 정도 이상에서는 포화되어 증가되지 않는다.

3. 압전 변압기의 제작

세라믹스 물질은 유전성, 압전성, 초전성 등 세가지의 큰 특징을 가지고 있다. 그 중 압전성을 이용하여 만든 것이 압전 변압기이다.

압전 변압기는 그림 2와 같은 공정에 의해 제작되었으며, PZT 계열의 $PAN-PZT [0.05Pb(A_{0.7}Nb_{0.5})O_3 - 0.95Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3]$ 조성을 사용하였다.

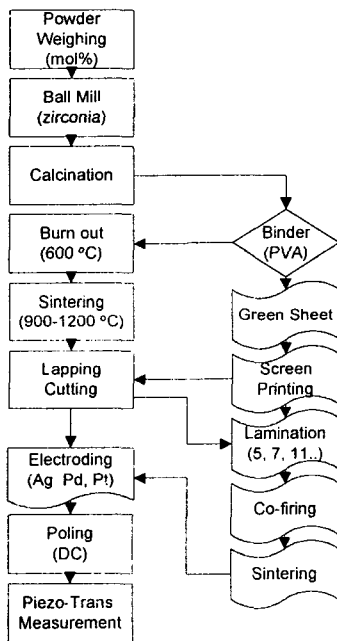


그림 2 적층형 압전 변압기의 제작 과정
Fig. 2 Process of Manufacture Multilayer PT

그림 2에서와 같이 먼저 재료의 양을 계산(mole%)하고 1차 Ball milling에 들어간다. 이 때 플라스틱 Nalgen bottle에 파우더와 지루코니아볼 그리고 용매를 혼합하여 milling한다. milling 시간은 24시간 하였으며, 각각의 비는 1/3을 기준으로 하였다. 그 후 용매와 함께 혼합 밀링 된 파우더를 5시간 이상 100℃로 건조한다. 다음으로 각각의 파우더를 합성하기 위한 하소(Calcination)작업을 850℃에서 2시간동안 실시하였으며 이 때의 승·하강 온도는 각각 5℃로 하였다. 하소가 끝난 후 2차 볼 밀링

(Ball milling)을 수행하고 성형 후 시편의 바인더 탈지를 위해 600℃에서 열처리(Burn out)를 한다. 열처리가 완료된 시편에 그레인과 그레인 사이의 최적의 결합을 위한 공정으로 1200℃에서 한 시간 동안 소결을 한 후 가공을 한다. 마지막 작업으로 Poling(열처리가 된 시편 양단에 고전압을 걸어 줌으로써 역 압전 효과를 얻음)을 한다.

그림 3은 실제 제작된 적층형 압전 변압기의 구조이며, 11층의 적층형 압전 변압기는 길이가 36mm, 폭 8mm, 두께가 1mm이다.

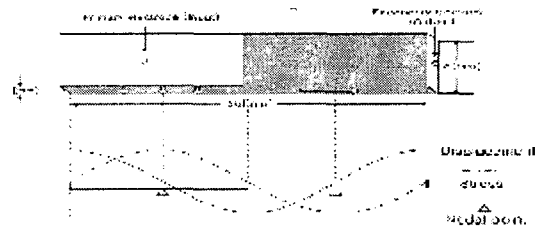


그림 3 제작된 적층형 압전 변압기의 구조
Fig. 3 Structure of The Multilayer PT

4. 압전 변압기의 특성 및 등가회로

4.1 압전 변압기의 특성

압전 변압기는 두께와 길이 방향으로 분극을 하였으며, 압전체의 입력 즉 수직분극의 면에 교류전압을 인가하면 압전 역효과에 의한 기계적인 진동이 발생하게 되고 이는 길이방향의 진동으로 정 효과에 의해 승압된 교류전압을 출력한다. 이 때 승압비는 입출력의 임피던스에 따라 결정되는데 공진점에서의 임피던스는 입력 측에 대해 출력측이 훨씬 높은 값을 가진다.

압전 변압기의 높은 승압비를 얻으려면 공진주파수와 동일한 구동주파수의 선형적 교류전압을 인가하여야 하며, 부하에 따라 공진주파수의 차이가 있으므로 구동주파수의 매칭이 필수적이라 하겠다.

4.2 등가회로

압전 변압기의 해석 방법으로 여러 가지 모델이 제안되어 있으나 본 논문에서는 어드미턴스 Circle 방법을 채택하였다.

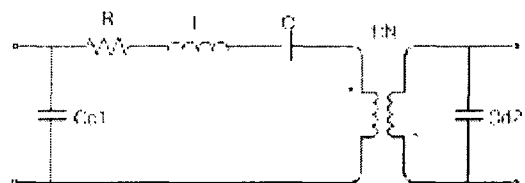


그림 4 압전 변압기의 등가회로
Fig. 4 Equivalent Circuit of PT

L, C, R 은 공진주파수 대역에서의 등가화한 압전 변압기의 기계적 정수 형태이며, 여기에서 N 은 이상적인 변압기의 변압비를 나타낸다. [2]

어드미턴스 Circle 측정법을 통한 압전 변압기의 등가 방법은 그림과 같은 수식에 의해서 구할 수 있는데 입·출력 단을 교차적으로 단락시킨 후 네트워크 분석기(HP4194A)로 각각의 변수 값을 얻는다.

$$R = \frac{1}{B_{MAX}} \quad (1)$$

$$Cd1 = \frac{B_g}{\omega_s} \quad (2)$$

$$C = \frac{1}{2\pi R} \cdot \frac{f_{-45} - f_{+45}}{f_{-45} \cdot f_{+45}} \quad (3)$$

$$L = \frac{R}{2\pi} \cdot \frac{1}{f_{-45} - f_{+45}} \quad (4)$$

그림 5에서 어드미턴스 Circle은 G (Susceptance) - B (Conductance)로 표현되며 ω_s 는 $2\pi f_s$ 로 구할 수 있으며 f_{-45}, f_{+45} 는 $G, B(0,0)$ 지점에서 45° 를 기준으로 나타낸 값을 말한다. [3]

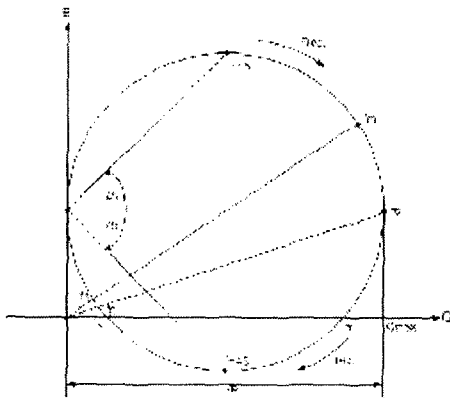


그림 5 어드미턴스 측정
Fig. 5 Admittance-Circle Methode

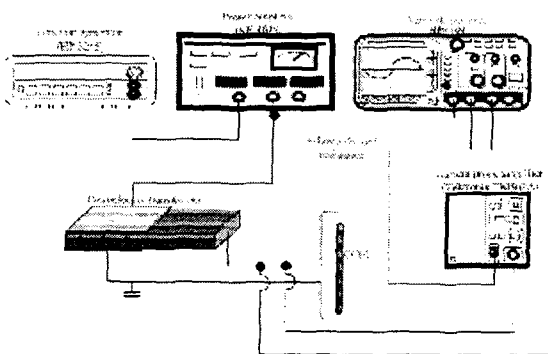


그림 6 측정 시스템
Fig. 6 Measuring System of PT

4.3 압전 변압기의 특성 측정

압전 변압기의 전기적인 특성 분석을 위해 그림과 같이 Network Analyzer (HP4194A)를 사용하였으며 신호 증폭을 위해 전력증폭기(NF4025)를 사용하였다. 주파수에 따른 입·출력 전압, 전류 측정은 신호발생기(HP3245)를 사용하였다. [3]

5. 결과 및 고찰

그림 7은 압전 변압기의 공진특성으로 주파수 대역 50kHz ~ 160kHz까지 측정을 하였을 때의 그림이다. 주파수 86.5kHz에서 1차 공진을 128.5kHz에서 2차 공진 특성을 가진다는 것을 알 수 있다.

그림 8은 무부하 시의 입력전압에 따른 출력 전압의 변화(a)와 입·출력 전류특성(b)을 나타낸 것으로 입력전압의 변동에 대한 입출력 차가 미소하다는 것을 보여 준다

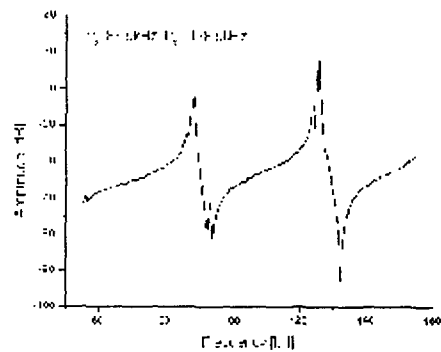
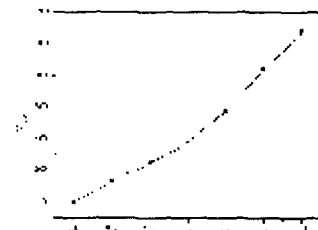
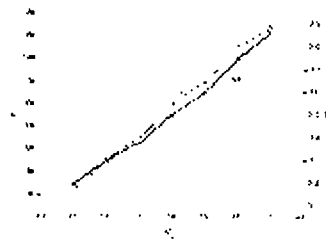


그림 7 압전 변압기의 공진특성
Fig. 7 Resonant Characteristics of PT



(a)



(b)

그림 8 (a) 무부하 시 입출력 전압, (b)전류특성
Fig. 8 (a) V_{in}/V_{out} under no Load
(b) I_{in}/I_{out} Characteristics

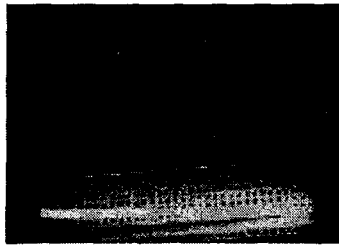
5. 결 론

본 논문에서는 적층형 압전 변압기의 조성으로 $PAN-PZT [0.05Pb(A_{0.5}Nb_{0.5})O_3 - 0.95Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3]$ 를 이용하여 제작 하였으며 전기적인 특성을 분석하였다. 높은 승압 특성과 에너지 변환효율 특성을 가지는 압전 변압기는 11층 적층형으로 길이가 36mm, 폭 8mm, 두께가 1mm이다.

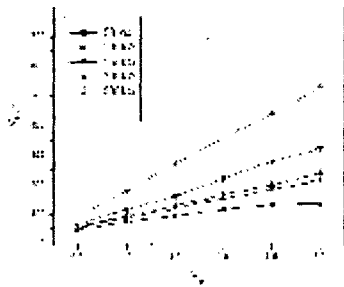
86.5kHz와 128.5kHz의 2차 공진 주파수 특성을 가졌으며 구동 주파수 대역에서의 선형적인 승압 특성을 나타냈다.

제작된 압전 변압기는 내부전극 구조로 박형 및 소형화가 가능하며 소형 방전램프의 구동 가능성을 제시하였다.

이 논문은 한국과학재단지정 전남대학교 고품질전기전자부품 및 시스템 연구센터의 연구비 지원에 의하여 연구되었음



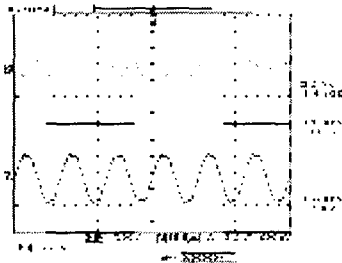
(a)



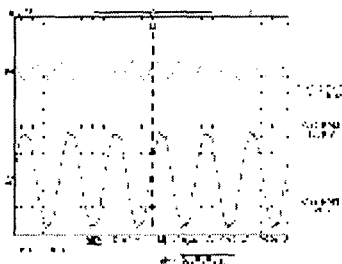
(b)

그림 9 (a)부하 시 입출력 전압특성, (b)램프구동사진

Fig. 9 (a) V_{in}/V_{out} under Load
(b) CCFL driven using the PT



(a)



(b)

그림 10 압전 변압기의 출력파형

Fig. 10 (a)Output Waveform of PT Connected the CCFL
(b)Maximum waveform of PT under load(200k Ω)

그림 9(a)는 부하를 걸었을 때 입·출력 전압 특성을 나타낸 그래프로 부하저항이 각각 50k Ω , 100k Ω , 150k Ω , 200k Ω , 500k Ω 이었을 때의 입출력 승압 특성이다. 그림 9(b)는 실제 램프를 구동시키는 사진으로 램프는 직경2.6[mm]*100[mm]을 사용하였으며 램프 구동시의 입출력 전압 파형을 그림 10에서 나타내주고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 정수태, 조상희 : 적층형 압전변압기의 전기적 특성 KIEE. Vol. 9. NO. 2, pp 138-145, 1996
- [2] J H Hu, G R Li, H L W Chan and C L Choy : An Improved Method for Analyzing the Performance of Multilayer Piezoelectric Transformers. 1999 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM pp943-946
- [3] Chih-yi Lin : Design and Analysis of Piezoelectric Transformer Converters. pp 19-25, 1997