

TFT-LCD 모니터용 대출력 인버터설계와 적층형 압전 변압기 제작

한재현, 임영철, 양승학*, 권기현**

전남대학교 전기공학과, 호남대학교 전기공학과*, 한국과학기술연구원**

Design of the Backlight Inverter for Large TFT-LCD Monitor & Manufacture of Multilayer Piezoelectric Transformer

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

RRC & Dept of Electrical Engineering, Chonnam National University

RRC & Dept of Electrical Engineering, Honam University*

Thin Film Tech. Research Center, Korea Institute of Science and Technology**

Abstract - 최근 전자통신기기의 급속화된 발전과 함께 전자부품에 대한 초소형화, 고성능화가 요구되고 있다. 특히 노트북 컴퓨터나, PDA, LCD 모니터와 같이 박막 액정 표시장치(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display, TFT-LCD)가 그 대표적인 예라 볼 수 있다. 이러한 박막 액정 표시장치는 그 내부에 냉음극 형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp)가 있어서 백라이트의 역할을 하는데 냉음극 형광램프의 특성상 초기 고압의 구동전압을 인가시킬 수 있는 인버터가 필수적이라 하겠다.

본 논문에서는 18인치(4_CCFL), 20인치(6_CCFL) TFT-LCD 모니터용 멀티램프 구동 인버터를 설계·제작하여 90%에 가까운 효율을 얻었다.

코일손실 및 전자유도의 장애가 없고 불연성의 장점을 가지고, 소형화가 가능한 적층형 압전 변압기를 제작하고 이 제작된 적층형 압전 변압기의 전기적 특성분석을 통한 방전램프 구동용 인버터의 승압용 변압기로서 적용이 가능함을 확인하였다.

압전 변압기의 전기적 특성분석을 통한 소형 방전램프 구동용 인버터의 승압용 변압기로서 적용이 가능함을 확인하였다.

2 멀티램프 구동 권선형인버터

2.1 인버터 회로 방식 구분

인버터 회로 방식은 DC신호를 AC신호로 변환하는 방식에 따라 자여식과 타여식 크게 2가지로 구분된다.

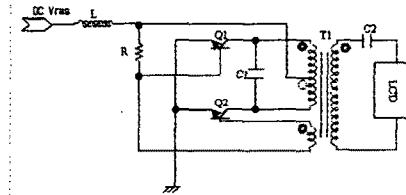


그림 1 자여식 회로 방식(Royer type)

그림 1은 자여식 회로 방식으로 DC신호를 인가하면 외부의 강제적인 스위칭 작용이 없어도 TR이 교번하여 스위칭 함으로써 정현파(AC신호)를 생성한다.

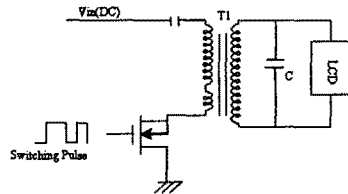


그림 2 타여식 회로 방식

그림 2은 타여식 회로 방식으로 인가된 DC신호를

1. 서 론

평판 디스플레이의 기술이 급격히 발전함에 따라 그 응용 분야가 다양해지고 평판 모니터용 LCD도 대형화추세를 보이고 있다. LCD는 광변조기능을 가지는 수광소자로서 발광원인 백라이트를 필요로 하며, 이 백라이트 기술에는 주로 냉음극 방전램프(CCFL)를 많이 사용하고 있다.

본 논문에서는 4개의 램프를 내장하고 있는 18인치용과 6개의 램프를 내장하고 있는 20인치용 대출력 인버터를 설계하였으며 그 출력을 확인하였다. 그리고 코일손실 및 전자유도의 장애가 없고 불연성의 장점을 가지고 있으며, 소형화가 가능한 11층의 적층형 압전 변압기를 제작하고 이 제작된 적층형

외부의 Pulse 신호로 강제 스위칭 동작을 일으켜 정현파(AC신호)를 생성하는 방식이다.

2. 2 멀티램프 구동용 인버터

본 논문에서 설계된 인버터는 DC신호를 외부의 펄스신호로 정현파형을 생성시키는 타여자 방식이며, 그림 3은 실제 제작된 LCD 모니터 구동용 인버터의 블록도이다. 인버터는 램프의 수에 따른 보다 많은 전력을 전달하기 위해 직렬공진형 풀브리지를 이용하였다.

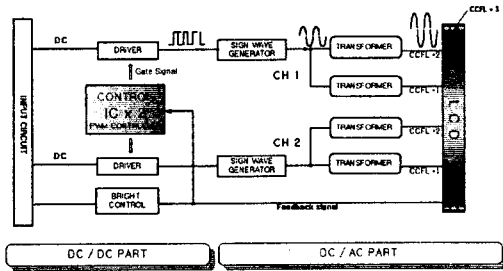


그림 3 인버터의 블록도
Fig. 3 Block diagram of inverter

변압기 1차측에 스위칭 신호의 발생과 광범위한 입력전압을 위한 DC/DC 컨버터 부분과 램프의 점등을 위한 DC/AC 인버터 부분, 그리고 모니터 화면의 밝기 조절을 위한 램프 전류 검출과 휘도 제어 부분으로 구성되어있다

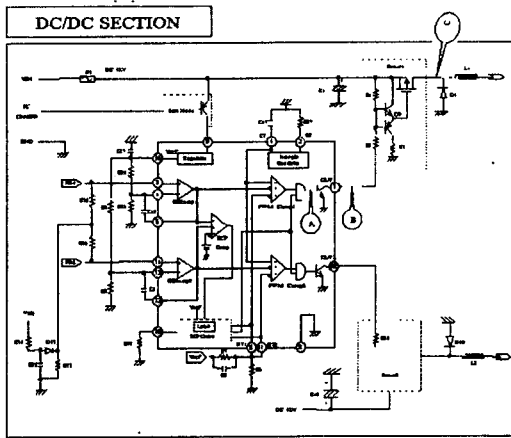
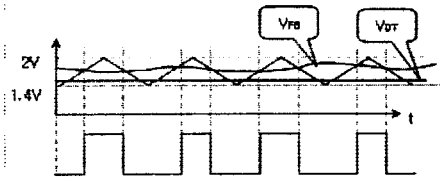


그림 4 DC/DC 부분의 회로도
Fig. 4 DC/DC Section of Inverter

주 전원(DC) 대기 상태에서 IC ON/OFF 스위칭을

턴온하면 스타트모드 TR이 작동되어 PWM IC에 전원을 공급(핀9)하게 된다. 여기에서 Control IC로는 OZ960을 사용하였다[그림4].

IC에 전원이 공급되면 내부 Regulator에 Reference Voltage($V_{ref}=2.5V$, 핀16)가 발생하게 되고 V_{ref} 를 이용하여 Triangle Oscillator에서 삼각파($f=1/R27 \times C17$, 핀1)가 발생하여 PWM비교기에 입력된다. 이 PWM 비교기에서 삼각파와 Dead-Time Voltage와 피드백신호를 비교하여 일정주파수 대역의 펄스신호를 생성한다[그림 5].^[2]



V_{FB} : 피드백 신호 V_{DT} : Dead Time Voltage

그림 5 PWM 비교기의 출력

Fig. 5 Output of PWM Comparator

생성된 PWM 신호는 내부TR을 구동시키고 드라이버단의 FET를 스위칭시켜서 DC/AC 단에 펄스 전원 공급하게 된다[그림 6].

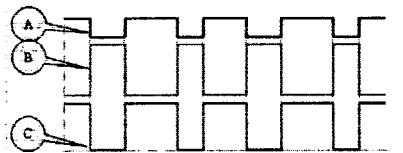


그림 6 A, B, C단의 신호출력

Fig. 6 Output of A, B, C Part

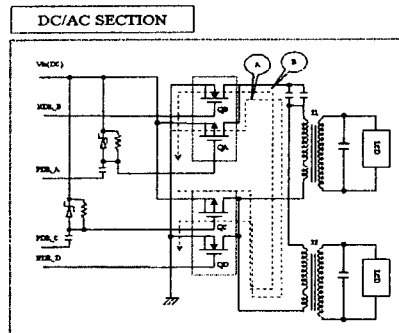


그림 7 DC/AC 부분의 회로도

Fig. 7 DC/AC Section of Inverter

IC의 Driving Out Pulse 신호 (PDR_A, NDR_B, PDR_C, NDR_D)에 의해 QA와 QD, QC와 QB가 교번적으로 턴온되면서 정현파의 흐름을 생성한다[그림 7].

QA와 QC, QB와 QD가 동시에 턴온이 되는 구간은 권선형 변압기에 입력되는 에너지 양을 결정한다[그림 8].^[3]

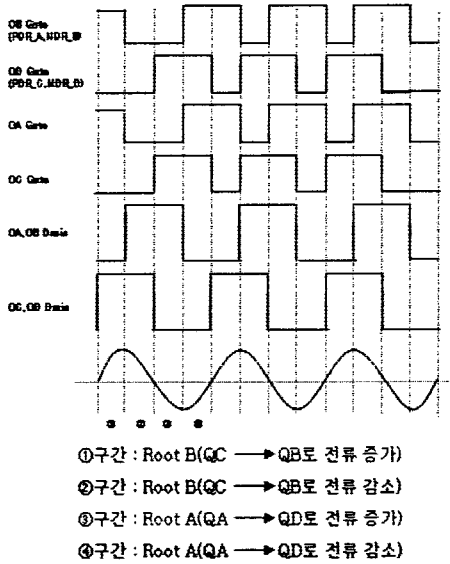


그림 8 스위칭 신호와 출력파형
 Fig. 8 Switching Signal and Output Waveform

2.3 4램프(18") 구동용 인버터

4개의 램프를 내장한 18인치형 LCD 모니터 구동용 인버터에 이용한 토폴로지는 직렬공진형 풀-브리지이다. 램프의 수와 길이의 증가에 따라 보다 많은 전력을 전달하기 위한 형태이다. 실제 제작된 인버터의 개략도는 그림 9와 같다.

회로의 구성으로는 변압기 1차측에는 2개의 풀-브리지의 구조로 반도체 스위치소자로는 P타입 MOSFET 2개와 N타입 MOSFET 2개를 이용하였으며, 승압용 변압기와 변압기 1차측 인덕턴스값과 공진을 위한 직렬커패시터로 이루어졌다. 변압기 2차측은 균등한 전류 분배를 위한 고압 직렬커패시터 2개, 초기 방전전압과 역률개선을 위한 고압 병렬커패시터로 이루어졌다. 전체 시스템은 위의 구성과 같은 구조가 병렬 연결되어있다.

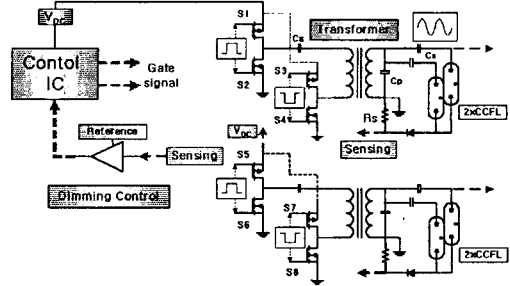


그림 9 18" 멀티램프 구동용 인버터구성
 Fig. 9 Inverter for multi-lamp driving

2.4 6램프(20") 구동용 인버터

그림 10은 인버터의 DC/AC 전력 변환과 복잡한 회로를 단순화하기 위해 병렬구조의 한 채널만을 나타냈다.

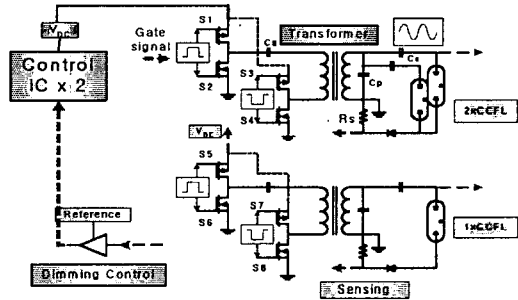


그림 10 20" 멀티램프 구동용 인버터구성
 Fig. 10 Inverter for multi-lamp driving

변압기 1차측의 직렬커패시터(C_s)를 연결하여 LC 직렬공진회로를 구성함으로써 스위칭시 발생하는 Cut-off 전압에 의한 손실 및 에너지 전달 효율을 최대화 했으며, 2차측의 병렬커패시터(C_p)는 초기구동시 공진에 의한 램프구동전압을 생성함과 동시에 점등 후 역율을 개선하는 특징을 가진다. 변압기 2차측 직렬커패시터(C_b)는 램프간의 균등한 전류분배를 도와준다.

방전램프는 점등시 전압이 주요하고, 점등후에는 전류가 주요하기 때문에 삽입된 직렬커패시터에 의해 점등전에는 램프의 임피던스가 수 MΩ으로 커패시터에 비해 매우 큰 값을 가지므로 전압이 램프에 모두인가되며, 점등후에는 램프의 임피던스가 수십~수백 kΩ으로 낮아지므로 커패시터의 임피던스가 이보다 상대적으로 크잖이라면 서로 램프에 흐르는 전

류는 균등하게 되는 것이다.

2.5 실험 결과 및 파형

그림 11은 18인치용 TFT-LCD 모니터(4램프)용 인버터에 대한 100% 휘도였을 때의 출력파형을 나타낸다. 램프의 최대 휘도를 출력전류 7.5mA로 보고 측정하였으며, 각 램프의 파형으로 채널1은 전류, 채널2는 전압이다.

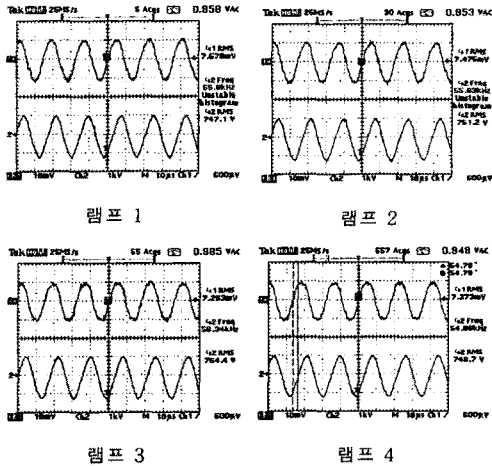
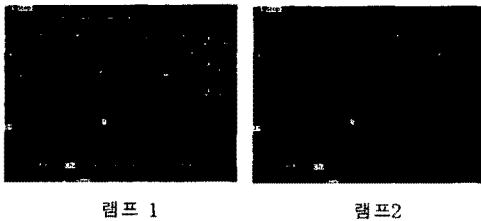


그림 11 램프 출력파형(최대휘도)18"

Fig. 11 Output waveform of the lamps(Max. Brightness)

그림 12는 20인치용 TFT-LCD 모니터(6램프)용 인버터의 출력파형으로 16V, 2.2A의 입력에서 인버터의 출력 전류·전압 파형을 나타낸 그림이다. 최대휘도의 값을 가질 때 출력전류를 9mA로 보고 측정하였으며 채널 1은 전류, 채널 2는 전압이다. 램프들 간에 최소 584.6V에서 최대 607.6V, 최소 8.848mA에서 최대 9mA로 미소한 차를 보여주고 있다. 인버터의 입출력 대비 효율은 85% ~ 90%이다.



램프 1

램프 2

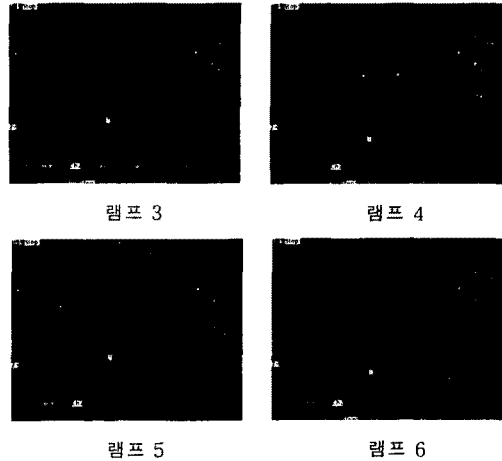


그림 12 램프 출력파형(최대휘도)20"

Fig. 12 Output waveform of the lamps(Max. brightness)

3 적층형(11Layer) 압전변압기 제작

3.1 적층형 압전변압기의 제작과정

기존의 백라이트용 인버터에는 코어와 보빈으로 구성되어 있는 권선형 변압기가 내장되어 있어서 권선비에 의한 승압을 하는 역할을 하였다. 그러나 이는 전자유도에 의한 노이즈와 자체 손실이 많고, 자기소자의 존재로 인한 소형화에 한계를 가지는 큰 단점을 가지고 있다.^[1]

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

압전 변압기는 그림 13과 같은 공정에 의해 제작되었으며, PZT 계열의

$PAN-PZT[0.05Pb(Al_{0.5}Nb_{0.5})O_3-0.95Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O_3]$ 조성을 사용하였다.

그림 13에서와 같이 먼저 재료의 양을 계산(mole%)을 하고 1차 Ball milling에 들어간다. 이때 플라스틱 Nalgen bottle에 파우더와 지루코니아볼 그리고 용매를 혼합하여 milling한다. milling 시간은 24시간하였으며, 각각의 비는 1/3을 기준으로 하였다. 그 후 용매와 함께 혼합 밀링 된 파우더를 5시간 이상 100℃오븐에서 건조한다. 다음으로 각각의 파우더를 합성하기 위한 하소(Calcination)작업을

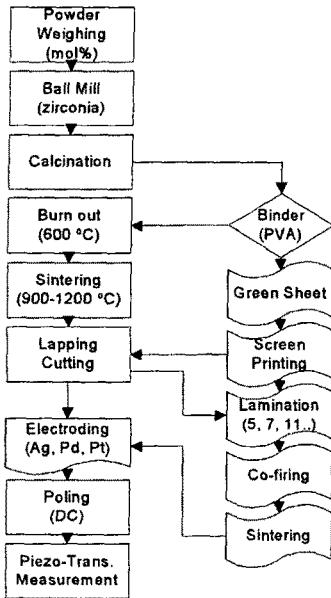


그림 13. 적층형 압전 변압기의 제작 과정
Fig 13. Process of Multilayer Piezoelectric Transformer

850°C에서 2시간동안 실시하였으며 이 때의 승·하강 온도는 각각 5°C로 하였다. 하소가 끝난 후 2차 Ball milling을 수행하고 성형 후 시편의 바인더 탈지를 위해 600°C에서 열처리(Burn out)를 한다. Burn out 완료된 시편에 그레이인과 그레이인 사이의 최적의 결합을 위한 공정으로 1200°C에서 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 14는 실제 제작된 적층형 압전 변압기의 구조이며, 그림 15는 실제사진이다. 11층의 적층형 압전 변압기는 길이가 36mm, 폭 8mm, 두께가 1mm이다.

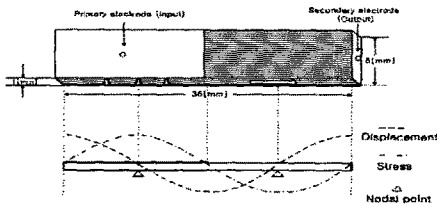
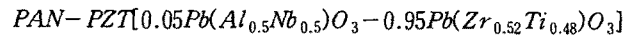


그림 14 제작된 적층형 압전 변압기의 구조
Fig. 14 Multilayer Piezoelectric Transformer



그림 15 적층형 압전 변압기의 사진
Fig. 15 Picture of Multilayer Piezoelectric Transformer

3. 2 실험 결과 및 파형



조성으로 제작한 11층 적층형 압전 변압기의 전기적 특성결과를 살펴보면, 그림 16은 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.

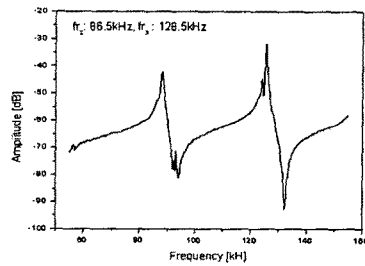


그림 16 압전 변압기의 공진특성
Fig. 16 Resonant Characteristics

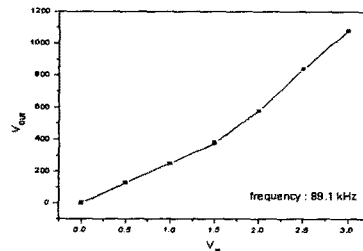


그림 17 무부하 시의 입·출력 전압특성
Fig. 17 Vin/Vout Under no load

그림 17은 무부하 시의 입력전압에 따른 출력 전

압의 변화를 나타낸다. 그림에서 입력전압에 따른 출력이 선형적으로 증가한다는 것을 알 수 있다.

그림 18은 입력전압에 따른 입·출력 전류를 나타낸 것으로 입력전압의 변동에 대한 입·출력 전류의 차가 미세하다는 것을 알 수 있다.

그림 19는 부하를 걸었을 때 입·출력 전압 특성을 나타낸 그래프로 부하저항이 각각 50kΩ, 100kΩ, 150kΩ, 200kΩ, 500kΩ, 1MΩ 이었을 때의 입출력 승압 특성이다. 일반적으로 백라이트용 구동램프(CCFL)를 점등 시 100kΩ ~ 300kΩ 이라고 볼 때 압전 변압기로 충분히 구동할 수 있을 것으로 예상된다.

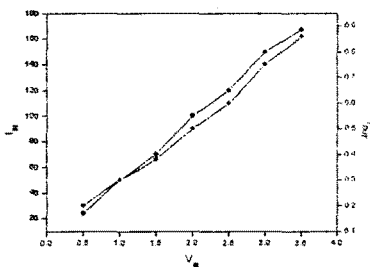


그림 18 압전 변압기의 입·출력 전류특성
Fig. 18 I_{in}/I_{out} Characteristics

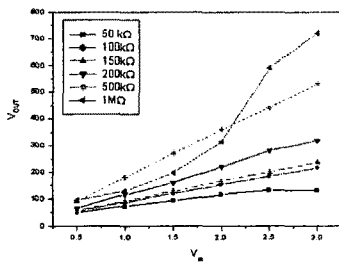


그림 19 부하를 걸었을 때의 출력전압특성
Fig. 19 V_{in}/V_{out} Under Load

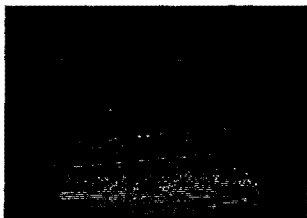


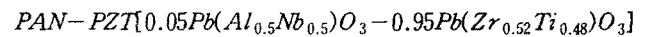
그림 20 압전 변압기를 이용한 CCFL 구동 사진
Fig. 20 CCFL Driven Using the PT

그림 20은 제작된 적층형(11 layer) 압전 변압기의 램프 구동 사진이다. 구동 주파수인 86kHz의 정현파를 전력 증폭기(NF4025)를 통해 증폭시킨 후 압전 변압기의 입력단에 인가 시켰으며, 램프는 길이가 100mm 두께가 2.6mm 이다.

4. 결론

본 논문에서는 TFT-LCD 18", 20"용 멀티램프 구동 인버터를 설계 하였으며, 모니터 내부에 상하 각각 2개, 3개씩 4램프(18"), 6램프(20")를 구동하였다. 설계된 인버터는 한 개당 출력전류가 7-8mA 정도의 출력특성을 가졌으며 약 90%의 휘도대비 입·출력 효율을 얻었고, 램프간의 출력차이는 거의 미소하여 상용화가 가능하다.

또한 효율향상 및 경박·단소화를 위한 기존의 권선형 변압기의 대체소자인



조성을 가진 11층 적층형 압전 변압기를 제작을 하였으며 제작된 압전 변압기의 전기적인 특성을 분석하였다. 높은 승압 특성과 에너지 변환효율 특성을 가지는 압전 변압기는 11층 적층형으로 길이가 36mm, 폭 8mm, 두께가 1mm이고 86.5kHz와 128.5kHz의 2차 공진 주파수 특성을 가졌으며 구동 주파수 대역에서의 선형적인 승압특성을 나타냈다.

제작된 적층형 압전 변압기는 내부전극 구조로 박형 및 소형화가 가능하며 소형 방전램프(CCFL)의 구동용으로 적용이 가능함을 확인하였다.

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

참고 문헌

- [1] 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
- [2] C. Y. Lin and F. C. Lee : Design of a Piezoelectric Transformer and Its Matching Networks. IEEE Taiwan pp 607-612, 1994
- [3] K. S. Etre : Method of Producing Multilayer Transferable Castings, US. 1971