

PAN-PZT 압전변압기 제작과 CCFL 구동용 하프브리지 인버터 설계

한재천, 임영철, 양승학* 권기현**

전남대학교 전기공학과, 호남대학교 전기공학과*, 한국과학기술연구원**

Design of the Half-bridge inverter for driving CCFL using manufactured PAN-PZT piezoelectric transformer

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

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 - 액정표시장치(LCD: Liquid Crystal Display)는 표현된 정보를 가시화하기 위해 램프의 백라이트가 필수적인데 대부분 부피가 작고 효율과 휘도특성이 좋은 냉음극 방전램프가 사용된다. 램프는 고압으로 구동되며 높은 전압을 얻기 위해 일반적으로 권선 변압기를 사용한다. 그러나 권선 변압기의 경우 자체의 철심이나 권선의 손실로 인하여 출력 효율의 한계가 있으며, 고압을 위해 감긴 코일은 부피를 크게 하며 무겁게 만든다. 이를 해결하기 위해 변압기 자체 손실을 줄이고 소형화가 가능하며 높은 승압비를 가진 PAN-PZT계의 적층형 압전 변압기를 제작하였다. 또한 회로의 손실을 줄이기 위한 영전압 스위칭(ZVS: Zero Voltage Switching)과 그리고 LCD패널과 인버터의 불필요한 간섭현상(EMI: Electro-Magnetic Interference)을 줄일 수 있으며 소형화가 가능한 하프 브리지형 압전 인버터를 설계하였다.

1. 서론

최근 정보통신산업의 급속한 발전에 따라 전자부품의 고성능화, 초소형화, 초고주파 등이 절실히 요구된다. 대표적으로 LCD는 갈수록 두께는 얇아지고 화면은 커지고 있다. 때문에 수반되는 백라이트용 냉음극 방전램프 또한 길어지고 얇아지고 있으며 램프를 구동하는 인버터 또한 소형, 고효율이 요구되고 있다. 이러한 문제의 해결방안으로 기존의 인버터에 사용되는 권선 변압기를 압전 변압기로 대체하는 방법이 있다. 압전 변압기는 소형화와 고효율화가 가능하고, 높은 승압비와 불연성 등 많은 장점을 가지고 있다.

본 논문에서는 PAN-PZT의 장방향 Rosen-Type 적층형 압전 변압기를 제작하여 이를 이용하여 냉음극 방전램프 구동용 압전 인버터를 설계하였다. 등가회로의 모델링 방법으로는 진동자의 모델에 많이 이용되고 있는 어드미턴스 매트릭법을 사용하였고, 인버터 설계 시 전자회로 해석프로그램인 PSIM을 사용하여 압전 인버터 설계에 대한 검증은 하였다. 제작된 압전 인버터는 하프브리지방식으로 ZVS를 함으로써 고효율을 꾀하고 있으며, 압전 변압기의 사용으로 인버터와 LCD패널간의 불필요한 간섭현상(EMI)을 줄일 수 있다. 또한 제작한 냉음극 방전램프 구동용 압전 인버터는 직접구동방식(Direct Operating)으로 기존의 벌크형과 승압비가 낮은 압전 변압기에서 많이 사용하고 있는 보조권선에 의한 1차 승압부분을 제

거하여 전체적인 인버터회로를 단순화하였으며 인버터 제작 시 소형화가 가능하다는 장점을 가지고 있다.

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 백라이트, 이레이저, 스케너, 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 갑박입 방지를 위함이다. 냉음극 방전램프의 초기점등 특성은 그림 1(a)와 같다.

그림 1(b)와 같이 램프의 전류와 휘도 특성은 전류가 120%정도까지는 휘도가 선형적으로 상승하나 그 이상에서는 방전램프 내부전류밀도 상승에 의해 온도가 상승하여 휘도는 더 이상 증가하지 않는다.

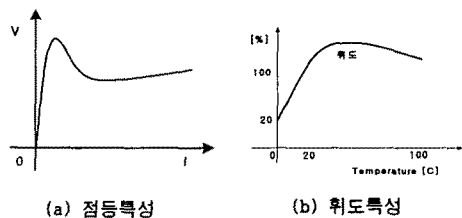


그림 1 냉음극 방전램프의 특성
Fig. 1 Characteristics of the CCFL

회도와 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($0.05\text{Pb}(\text{Al}_{0.5}\text{Nb}_{0.5})\text{O}_3-0.95\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3+\text{Nb}_2\text{O}_5+\text{MnO}_2$) 조성을 사용하였다.

그림 2에서와 같이 먼저 재료의 양을 계산(mole%)하고 1차 Ball milling에 들어간다. 이 때 플라스틱 Nalgene bottle에 파우더와 지루코니아를 그리고 용매를 혼합하여 milling한다. milling 시간은 24시간하였으며, 각각의 비는 1/3을 기준으로 하였다. 그 후 용매와 함께 혼합 밀링 된 파우더를 5시간 이상 100°C로 건조한다. 다음으로 각각의 파우더를 합성하기 위한 하소(Calcination)작업을 850°C에서 2시간동안 실시하였으며 이 때의 승·하강 온도는 각각 5°C로 하였다. 하소가 끝난 후 2차 볼 밀링(Ball milling)을 수행하고 성형 후 시편의 바인더 탈지를 위해 600°C에서 열처리(Burn out)를 한다. 열처리가 완료된 시편에 그레인과 그레인 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.

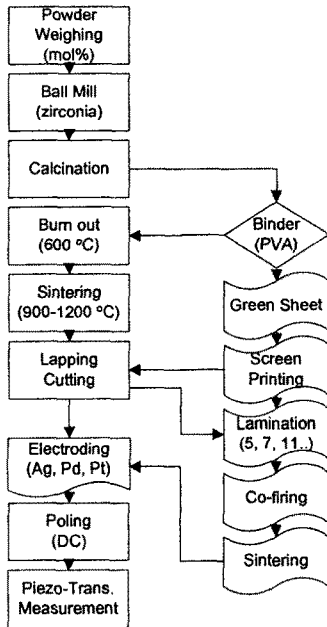


그림 2 적층형 압전 변압기의 제작 공정

Fig. 2 Process of Manufacture Multi-layer PT

그림 3은 실제 제작된 적층형 압전 변압기의 구조이며, 11층의 적층형 압전 변압기는 길이(L)가 32mm, 폭(W) 8mm, 두께(T)가 1.5mm이다.

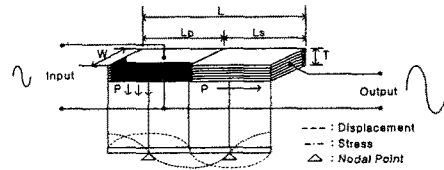


그림 3 제작된 적층형 압전 변압기의 구조

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 측 수직분극의 면에 교류 전압을 인가하면 압전 역효과에 의한 기계적인 진동이 발생하게 되고 이는 길이방향의 진동으로 정효과에 의해 승압된 교류전압을 출력한다. 이 때 승압비는 입출력의 임피던스에 따라 결정되는데 공진점에서의 임피던스는 입력 측에 대해 출력 측이 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 궤적법을 사용하였다.

어드미턴스 궤적법을 통한 압전 변압기의 등가 방법은 그림과 같은 수식에 의해서 구할 수 있는데 입·출력 단을 교차적으로 단락 시킨 후 임피던스 분석기(HP4194A)로 각각의 변수 값을 얻는다.

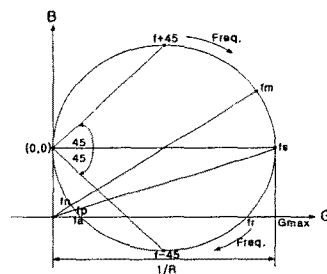


그림 4 어드미턴스 궤적법

Fig. 4 Admittance-Circle Methode

그림 4에서 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]

높은 승압비를 가지며, 이를 이용해서 제작한 압전 인버터는 회로의 단순화와 소형화가 가능하고 입출력대비 효율이 최대 90%이상으로 우수한 성능을 보였다.

이 논문은 한국과학재단지정 전남대학교 고품질전기전자 부품 및 시스템 연구센터의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- [1] 정수태, 조상희 : 적층형 압전변압기의 전기적 특성 KIEE. Vol. 9. NO. 2, pp 138-145, 1996
- [2] 손준호, "압전 세라믹스에 관하여", 에스-TECH, 2001.4
- [3] Chih yi Lin, "Design and Analysis of Piezoelectric Transformer Converters", Academic Press, 1997
- [4] Pitak Laoratanakui, Kenji Uchino, "Design and Characterization of Piezoelectric Transformers for High Power Applications", 2002 ICAT Conference