

Crescent-Shaped Input Type 원형압전변압기의 특성

정성수, 박태근
창원대학교

A Study on the Characteristics of Circular Piezoelectric Transformer which has Crescent-Shaped Input Electrode

Seong-Su Jeong, Tae-Gone Park
Changwon National Univ.

Abstract : This paper present a new disk-type piezoelectric transformer. The input side of the transformer has a crescent-shaped electrode and the output side has a focused poling direction. The piezoelectric transformers operated in each transformer's resonance vibration mode. The electrodes and poling directions on commercially available piezoelectric ceramic disks were designed so that the planar or shear mode coupling factor (k_p , k_{15}) becomes effective rather than the transverse mode coupling factor (k_{31}).

Key Words : piezoelectric transformer, shear moed, planar mode, voltage step-up ratio

1. 서 론

1957년 미국의 G.E.사의 C. A. Rosen이 압전세라믹을 이용하여 전압의 변화를 얻을 수 있는 압전변압기를 제안한 이래 1990년 이후 PZT계의 압전세라믹이 개발되고 그에 대한 연구가 활발해 짐에 따라 압전변압기에 적합한 세라믹스의 개발이 이루어지면서 최근에 그 연구가 다시 활발히 진행되고 있다.[1]

최근 소형화, 박형화, 경량화가 강하게 요구되는 정보통신 시스템에서는 전자(電磁)식 변압기의 단점을 극복하기 위해 다양한 형태의 변압기가 제안되고 있다. 특히 압전변압기는 간단한 구조, 다양한 형태, 높은 변환 효율, 고주파 구동등의 특성이 있다. 이러한 특성에 의해 전자식 변압기로는 사용이 어려운 여러분야에 활용되고 있으며, 특히 높은 승압특성을 이용하여 고전압원을 요구하는 LCD Backlight용 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)의 점등용 전원으로 활용되고 있다.[2]

압전변압기의 저출력 한계를 극복하기 위해 적층 또는 병렬구동의 방법과 압전변압기 자체의 형상과 전극 패턴을 변화시키는 방법이 연구되고있다. 병렬구동과 적층의 경우 크기 및 제작과정이 복잡한 단점이 있어서 같은 크기에서 형상 변화로 인한 효율을 증가시키는 방법이 효과적이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 기계적 충격이나 장시간 사용에 의한 열화현상으로 인한 파손을 줄이기 위해 Circular 형태로 Crescent형 입력인 새로운 형태의 압전변압기를 제안하였다. 유효요소해석을 통해 동등조건에서 Rosen형 압전변압기의 단점인 응력집중과 낮은 효율개선을 위한 최적설계를 하고, 압전변압기를 직접 제작하여 응력분산과 높은 승압을 및 높은효율을 통한 CCFL의 적용을 검토하였다.

2. 실 형

2.1 압전변압기의 구조와 원리

가장 기본적인 Rosen형의 압전변압기를 살펴보면 그림 1과 같다. 입력측의 전압을 기계적 변위로 변환하는 액츄에이터와 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 제너레이터의 결합을 통해 전압의 변환을 얻어낸다.[3]

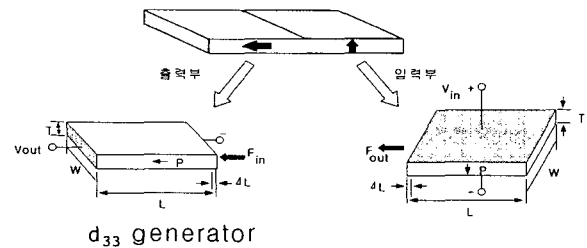


그림 1. Rosen-Type 압전변압기의 원리

Rosen형 압전변압기는 입력부와 출력부사이의 에너지 전달이 기계적 에너지에 의해 이루어지므로 입력부와 출력부의 접촉부에 응력이 집중하게 된다. 이에 응력을 분산시키기 위해 Circular 형태로 입력부의 형태를 Crescent형으로 하여 입력부와 출력부간의 접촉부가 최대한 넓어 지도록 설계한 것이 그림 2와 같다.

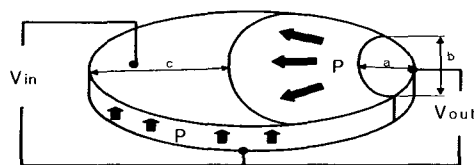


그림 2. Crescent형 압전변압기의 구조

2.2 유한요소해석 및 실험

[μm]단위의 미세한 진동을 ANSYS해석프로그램으로 확인 할 수 있고, 또한 이 작업으로 원하는 진동형태인 공진 주파수를 찾을 수 있다. 그림 3은 압전변압기에 공진주파수 인가에 따른 변형과 응력의 분포도를 수학적 계산에 의해 시뮬레이션한 것이다.

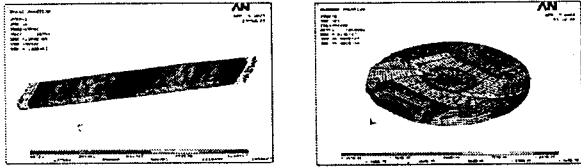


그림 3. Rosen형 압전변압기의 진동 및 응력분포

모든 직사각형의 압전변압기는 transverse mode coupling constant(k_{31})가 사용된다. 그러나 shear mode(k_{15})의 경우에는 k_{31} 보다 두배로 큰 값을 보인다. 따라서 본 논문에서 제안된 압전변압기에는 k_{15} 와 planar mode(k_p)가 함께 적용되었다. 그리고 압전변압기의 구동주파수는 방사상의 공진주파수를 이용한다.

제안된 압전변압기는 그림 2에서와 같이 single layered 압전세라믹으로서 crescent-shaped 입력전극과, elliptical shaped 출력전극으로 구성되어있다. 사이즈는 지름 26[mm], 두께각각 1.5[mm], 2.0[mm], 2.5 [mm], 3.0[mm], 3.5[mm], 4.0[mm]이다.

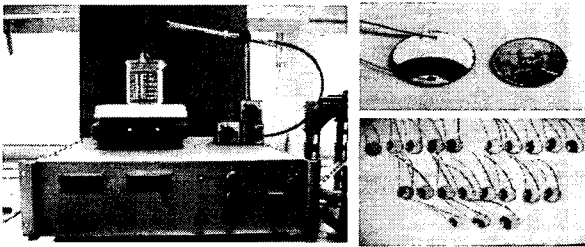


그림 4. 분극장치 및 제작된 압전변압기

그림 4는 분극장치와 제작완성된 압전변압기들을 보여준다. 세라믹의 보호와 원활한 분극을 위하여 약 100[$^{\circ}\text{C}$]정도의 실리콘오일내에서 1[mm]당 3[Kv]정도의 전압으로 분극을 행하였다.

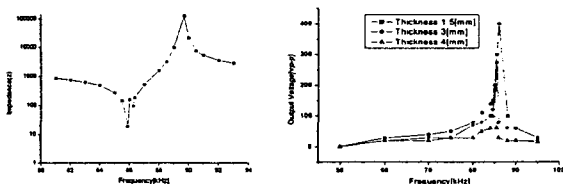


그림 5. 공진주파수와 주파수변화에 따른 전압특성

그림 5는 제작된 압전변압기의 임피던스를 측정된 스펙트럼과 주파수변화에 따른 전압특성을 보여준다. impedance analyzer로 측정된 결과는 각 모델마다 공진주파수의 차이가 있었지만 대략 86[kHz] 주위에서 최소의 임피던스를

보였고, 전압의 승압비도 공진주파수대에서 높은 승압율을 보임을 확인할 수 있다.

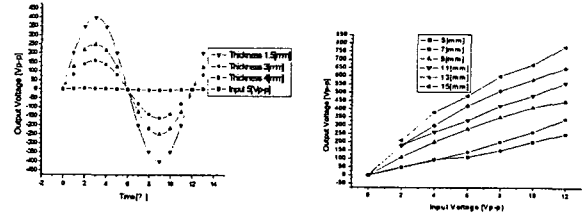


그림 6. 두께변화 및 공극간격에 따른 승압특성

3. 결론

Circular형태의 압전변압기에 crescent형 입력부의 면적을 달리한 모델과 두께를 달리한 모델을 제작하여 각각의 승압율과 CCFL의 적용에 관하여 연구한 결과 유한요소해석을 통하여 입력부와 출력부의 접촉부가 넓어진 crescent형태의 압전변압기가 응력이 분산됨을 보였고, 실험을 통한 출력전력으로도 효율이 높음을 확인하였다. 두께에 따른 승압율은 두께가 얇을수록 높은 승압율을 보였고, 1.5[mm]에서 약 80배에 가까운 승압율을 보였으나 열이 많이 발생하였고, 자체 진동이 심해지면서 기계적 안정성에도 문제점을 보였다.

5[mm]에서 15[mm]까지 공극의 간격을 달리한 모델은 비교적 입력전압에 비례한 승압특성을 보였고, 공극의 간격이 넓을수록 높은 승압특성을 보였다. 높은 승압율을 얻기 위하여 공극의 간격을 넓히게 되면 아주 높은 분극전압이 요구되므로 변압기의 파손의 우려가 크며, 실로 10[mm]이상의 공극을 가진 압전변압기의 분극하는 동안 breakdown현상이 일어남을 확인할 수 있었다.

향후 CCFL의 고유임피던스와 압전변압기의 출력임피던스의 매칭과 운전전압의 안정성을 유지할 수 있는 기술 개발이 요구된다.

감사의글

이 논문은 2005년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구된 것으로, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] Toshiyuki Zaitso, "New Piezoelectric Transformer AC-adaptor" IEEE. 0-7803-3704-2/97 p.569, 1997
- [2] S. kawashima, O. Ohnishi, H. Haka mata, S Tagami, "Third-order longitudinal modepiezoelectric ceramic transformer & its application to high-voltage power inverter" IEEE Ultrasonic Symposium, p. 525, 1994
- [3] C.A.Rosen, "Cermic Transformer and Filter" of Electronic Component Symposium p. 205. 1957