

적층형 Crescent-Shaped Input Type 원형 압전변압기의 특성

정성수, 박태곤
창원대학교

A Study on the Characteristics of Circular Piezoelectric Transformer which has Multi-layered 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. This transformer has multi-layered structure. 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}). The Resonance frequency is 65.22[kHz] and maximum voltage step-up ratio is 149. Multi-layered transformer has better efficiency and step-up ratio than the single-layered transformer.

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

1. 서 론

압전변압기는 기계적인 진동 에너지를 매개로 하여 전기에너지를 전달하는 소자이다. 1950년대에 Rosen에 의해 처음 제안된 이후 기존의 자기 회로 소자를 대체하는 소자로서 활발히 연구되고 있다. 압전변압기의 응용 범위로써 최근 노트북 컴퓨터 같은 소형장비의 LCD 백라이트용 인버터로 이용되고 있다. 기존의 권선형(전자기)변압기는 기기의 소형화에 맞춰 사이즈를 줄이게 되면 표피효과와 같은 손실, thin wire 와 core 손실이 급격히 증가하는 문제가 생기게 되어 이용 효율이 현저히 떨어지게 된다. 이에 비해 압전변압기는 구조가 간단하고 소형·경량화, 박형화가 가능하다는 점, 표피·근접효과가 없어서 고주파에 유리하다는 점, 전자(電磁) 노이즈가 발생하지 않는다는 점 등의 장점으로 LCD 백라이트용 전원으로서의 적용이 용이하다.^{[1][2]}

압전변압기는 기계적 진동을 이용한 변압기로서 압전세라믹의 기계적 충격이나 장시간 사용에 인한 열화 현상으로 기계적 안정성이 떨어진다. 본 논문에서는 Rosen형 압전변압기의 단점인 입력측과 출력측 사이에 응력이 집중되는 현상을 완화시키기 위해 circular형태의 압전세라믹에 입력부를 crescent형으로 설계하였고, 보다 높은 전력과 효율을 얻기 위하여 적층형 변압기를 제작하였다.^[3]

2. 실 형

2.1 압전변압기의 구조

압전변압기는 입력측의 전압을 기계적 변위로 변환하는 액추에이터와 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 제너레이터의 결합을 통해 전압의 변환을 얻어낸다.

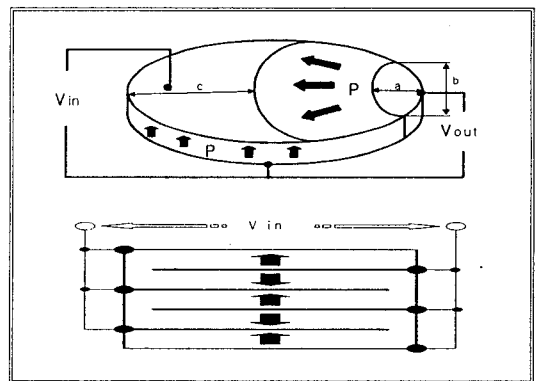


그림 1. Crescent형 압전변압기의 입출력 구조와 적층에 따른 분극방향 및 입력부 결선도

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 넓어지도록 설계하였고, 부하의 증가에 따른 변압기 용량을 증가시키기 위해 적층을 하였다. 전체적인 변압기의 형태와 적층시 분극방향과 입력부 결선도를 그림 1에서 알 수 있다.

2.2 압전변압기의 제작 및 실험

Crescent형 압전변압기에는 k_{15} 와 planar mode(k_p)가 함께 적용되어 k_{31} 보다 두 배로 큰 값을 보이고, 구동 주파수는 방사상의 공진주파수를 이용한다. 제안된 압전변압기는 그림 2에서와 같이 single layered 압전세라믹을 crescent-shaped 입력전극과, elliptical shaped 출력전극으로 구성하여 사이즈가 지름 26[mm], 두께 0.5[mm]인 압전세라믹 5개를 적층하였다.

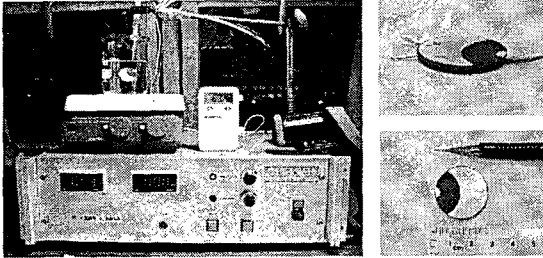


그림 2. 분극장치 및 제작된 Crescent형 압전변압기

그림 3은 압전변압기의 임피던스를 측정된 스펙트럼과 주파수변화에 따른 전압특성을 보여준다. impedance analyzer로 측정된 결과 약 65.22[kHz]에서 최소의 임피던스를 보였고, 전압의 승압비도 공진주파수대에서 높은 승압율을 보임을 확인할 수 있다. 무부하 일 때 입력전압을 5[v]를 가했을 때 공진주파수에서 최고 744[v]의 출력전압을 보였다. 이는 단층의 압전변압기에 비해 낮은 공진주파수와 높은 승압율을 보임을 알 수 있다.

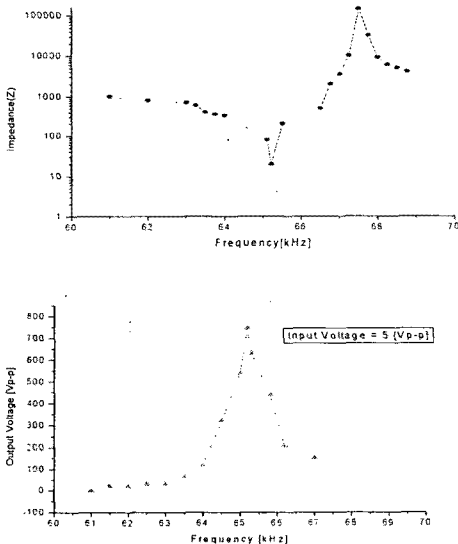


그림 3. 공진주파수 특성과 출력전압 특성

입력전압의 증가에 따른 출력전압 특성은 그림 4에서 볼 수 있듯이 비교적 선형적인 증가를 보였고, 가장 높은 승압율은 약 149배를 나타내었다.

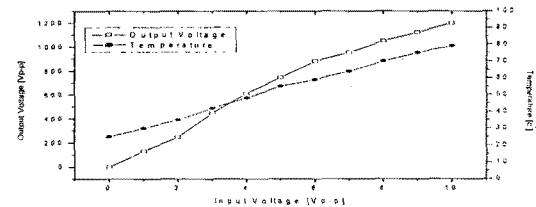
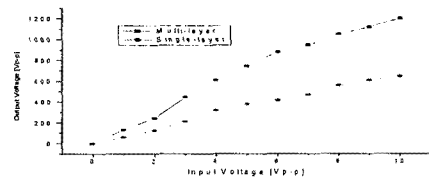
그림 4. 입력전압 증가에 따른 출력전압과 온도특성

그림 4에서 전압의 증가에 따른 온도 특성 곡선을 같이 볼 수 있으며, 전압이 높아질수록 변압기의 자체 온도가 현저히 상승하였고, 자체 진동에 의한 소음을 동반한 손실이 커졌다.

그림 5. 단층 & 적층형 압전변압기의 승압특성

그림 5는 단층의 압전변압기와 승압특성을 비교한 그래프이다. 적층형이 보다 높은 승압특성을 보였으나, 적층의 수와 비례하여 승압율이 증가하지는 않았으며 적층수가 많을수록 승압율은 낮아짐을 확인 하였다.

3. 결론



Circular형태의 압전변압기에 crescent형 입력부를 가진 압전변압기를 적층하여 승압특성을 단층형의 경우와 비교하였다. 적층형 압전변압기가 약 149배의 승압율을 보이며 단층형 보다 높은 승압특성을 나타냄을 확인하였고, 전압의 증가에 따른 온도특성이 급격히 나빠게 나타났다.

적층시 이용되는 접착제의 용합과 가해지는 압력에 따라 변압기의 효율이 크게 달라지는 것으로 사료되며, 실험시 변압기 자체의 진동에 영향을 주지 않는 지지물이 중요하게 작용하는 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구된 것으로, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] Toshiyuki Zaitzu. "New Piezoelectric Transformer AC-adapter" IEEE. 0-7803-3704-2/97 p.569, 1997
- [2] S. kawashima, O. Ohnishi, H. Haka mata, S Tagami, "Third-order longitudinal mode piezoelectric 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