

# Cymbal Type 트랜스듀서를 이용한 압전 발전 장치

전호익, 정성수, 박태곤  
창원대학교

## Piezoelectric Generator Using Cymbal Type Transducer

Ho-ik Jun, Sung-su Jeoung, Tae-gone Park  
Changwon Univ.

**Abstract :** On this paper, piezoelectric generators using piezoelectric ceramics were designed and fabricated. Generators were made by attaching cymbal type metal plates on upper and bottom sides of a disc type piezoelectric ceramic. Generator converts wasting mechanical energy to electrical energy. Output voltage was increased when thickness of ceramic and displacement of vibration were increased. Temperature of the ceramic was increased when it generates, but the temperature rising was saturated at certain temperature.

**Key Words :** Energy harvesting, Piezoelectric generator, Cymbal

### 1. 서 론

압전체는 일반적인 고체와는 달리 기계적 응력을 받으면 변형과 더불어 압전 세라믹의 분극 현상에 의해 전하가 발생한다. 이것을 압전 정효과라고 하는데, 에너지 수확 기술(Energy Harvesting : EH)의 한 가지 방안으로서 이러한 압전 효과를 바탕으로 진동이나 충격 같은 버려지는 기계적 에너지를 사용하여 발전하는 에너지 회수 시스템(Energy Recovery System)은 최근 USN(Ubiquitous Sensor Network)과 Hybrid 기술 분야에서 많은 주목을 받고 있다. 따라서, 본 연구에서는 유한요소해석 프로그램을 통해 발전기의 최적 사이즈와 형태를 선정하고, 실제 제작한 발전기를 이용한 실험으로 특성을 조사하였다. 본 논문에서는 원판형 압전세라믹에 심벌즈(Cymbals) 형태의 금속판을 부착하여 최대의 발전효과를 얻기 위한 최적의 형태를 시뮬레이션 기법으로 찾고, 실험을 통하여 그 특성을 측정하였다.

### 2. 실 험

#### 2.1 구동원리

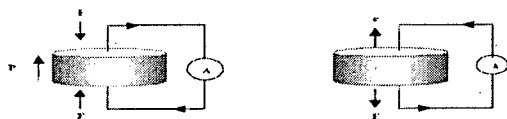


그림 1. 압전 정효과.

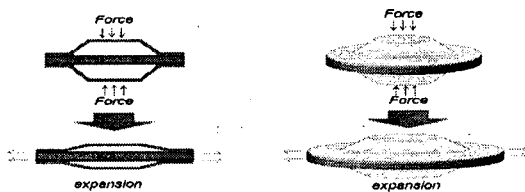


그림 2. Cymbal 구조의 원리.

원판형 압전체의 양면에 Cymbal 형태의 탄성체를 부착한 모양으로서, 버려지는 기계적 진동 에너지를 압전 발전기의 입력으로 이용하고 압전체의 압전 정효과에 의해 전기적인 출력을 발생시키는 원리이다.

#### 2.2 유한요소해석 시뮬레이션

유한요소해석 프로그램인 ANSYS 10.0을 이용하여 실제 발전기를 제작하기 전에 시뮬레이션을 통해 여러 가지 특성을 예측하고 최적 사이즈와 형태를 선정했다.

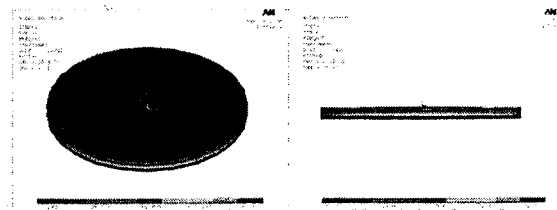


그림 3. ANSYS를 이용한 발전기 Simulation.

#### 2.3 최적 설계 된 발전기의 제작

시뮬레이션 결과에 따라 제작 할 발전기의 최종 종류를 표 1과 같이 선정하였다.

변수	제작 종류
세라믹 직경	28 [mm]
세라믹 두께	0.5, 1 [mm]
탄성체 재질	Brass
탄성체 두께	0.3 [mm]
탄성체의 굴절각	45°

표 1. 최종 선정된 발전기 모델

탄성체로 사용할 황동을 와이어 커팅으로 발전기의 크기에 맞게 제작하고 Molder를 이용하여 커팅 된 탄성체를 Cymbal 형태로 찍어내었다.

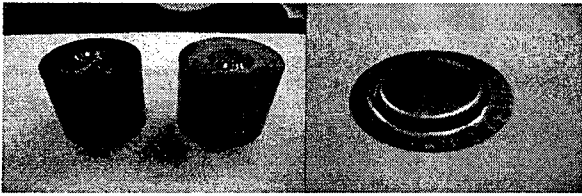


그림 4. Molder와 제작된 Cymbal.

가공된 탄성체를 원판형 세라믹의 윗면과 아랫면에 에폭시로 접착한 후 130℃에서 30분 동안 가열 건조 시키고 각 탄성체에 전선을 접합하였다.

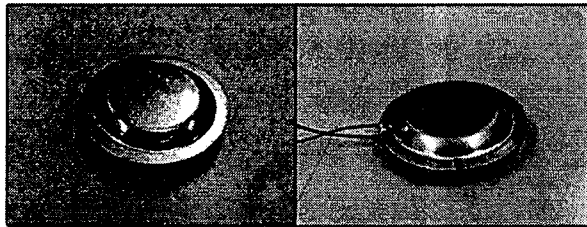


그림 4. 완성된 압전 발전기의 모습.

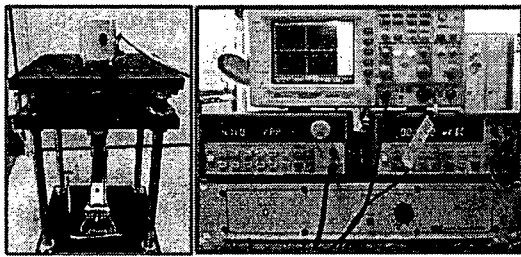


그림 5. 실험 장비의 모습.

제작된 압전 발전기를 그림 5에 나타나 있는 실험 장비들을 이용해 구동 특성을 파악하고 시뮬레이션 결과와 비교 분석하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 6은 두께 0.5[mm]의 세라믹으로 제작된 발전기의 주파수 변화에 따른 출력 전압과 저항에 따른 출력 전압, 전류를 나타낸 그래프이다.

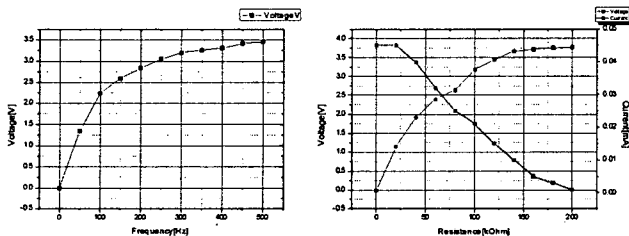


그림 6. 주파수와 저항에 따른 출력 특성 그래프.

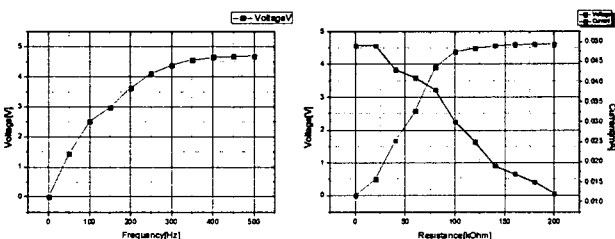


그림 7. 주파수와 저항에 따른 출력 특성 그래프.

그림 7은 두께 1[mm]의 세라믹으로 제작된 발전기의 주파수 변화에 따른 출력 전압과 저항에 따른 출력 전압, 전류를 나타낸 그래프이다.

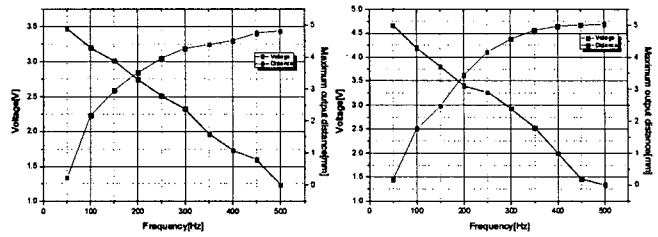


그림 8. Vibrator와 발전기의 간격에 따른 출력 특성.

그림 8은 Vibrator와 발전기의 간격에 따른 출력 전압, 전류를 나타낸 그래프이다. 발전기의 세라믹 두께는 각각 0.5[mm]와 1[mm]였다.

### 4. 결론

입력 진동의 주파수가 증가함에 따라 발전기의 출력은 증가함을 알 수 있었다. 이는 주파수의 증가에 의해 진동의 속도가 증가하므로 그에 따라 충격량과 진동량이 증가하기 때문으로 사료 된다. 부하 저항의 증가에 따른 출력은 비교적 선형적으로 나타났다. 발전기의 세라믹 두께에 따른 출력은 두꺼운 세라믹을 이용한 발전기에서 크게 나타났다. 이는 세라믹의 용량을 생각하면 당연한 결과이나 두꺼운 세라믹일수록 진동에 대한 민감성은 떨어질 것이라고 사료 된다. Vibrator와 발전기의 간격에 따른 출력은 실험 결과, 저주파의 진동에서의 최고 출력 간격은 고주파 진동에서의 최고 출력 간격보다 큰 것으로 나타났다. 진동 주파수가 커짐에 따라 최고 출력 간격은 감소하는 것을 볼 수 있었다. 본 실험에서는 Cymbal의 굴절각도를 45도로 고정해서 실험을 했는데, 차후의 실험에서는 수직 변위에 의한 최대 수평 변위를 가지는 각도를 산출해서 새로운 Cymbal을 이용한 발전기를 제작해 볼 필요성이 있다고 사료 된다.

### 참고 문헌

- [1] Hyeoung-woo Kim, PhD Thesis, "Impedance Adaptation Methods of The Piezoelectric Energy Harvesting", pp. 27-30, 2006.
- [2] 김준홍, 박문수, 이상호, "진동에 의한 압전 마이크로 발전기의 모델링 및 해석", 대한기계학회 2007년도 춘계학술대회 논문 초록집, 5, pp. 2741, 2007.
- [3] 윤소남, 김동건, 함영복, 박중호, 최상규, "압전 액추에이터를 이용한 에너지 수확", 대한기계학회 2007년도 춘계학술대회 논문 초록집, 5, pp. 2251, 2007.