

# 원판형 압전 세라믹을 이용한 압전 발전 장치의 설계 및 제작

전호익, 정성수, 박태근  
창원대학교

## Design and Fabrication of Piezoelectric Generator Using Piezoelectric Ceramics

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. 서론

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. 실험

#### 2.1 구동원리

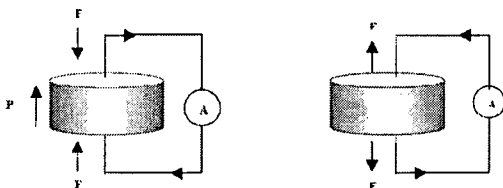


그림 1. 압전 정효과.

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

압전 세라믹스 전용 유한요소해석 프로그램인 ATILA 5.2.4를 이용하여 실제 발전기를 제작하기 전에 시뮬레이션을 통해 여러 가지 특성을 예측하고 최적 사이즈와 형태를 선정했다. GID 7.2를 통해 모델링을 하고 각각의 요소를 지정한 후 해석을 통해 실제 진동 인가에 따른 출력 전압량을 측정하였다.

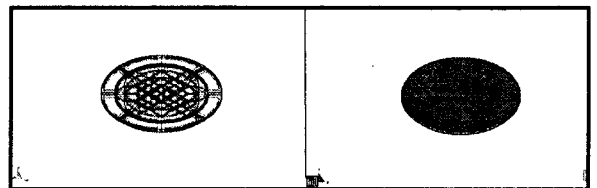


그림 2. 발전기의 모델링과 각 요소 지정.

#### 2.3 최적 설계 된 발전기의 제작

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

변수	제작 종류
세라믹 직경	26 [mm]
세라믹 두께	0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4 [mm]
탄성체 재질	Brass
탄성체 두께	0.2 [mm]
탄성체의 굴절각	45°

표 1. 최종 선정된 발전기 모델

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

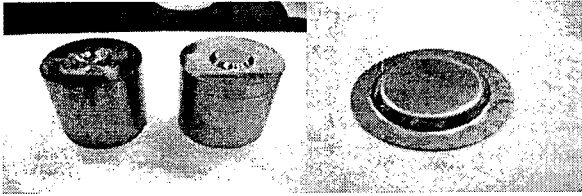


그림 3 심벌즈 제작용 몰더와 심벌

가공된 탄성체를 원판형 세라믹의 윗면과 아랫면에 에폭시로 접착한 후 100℃에서 1시간 동안 건조 시키고 각 탄성체에 전선을 접합하였다.

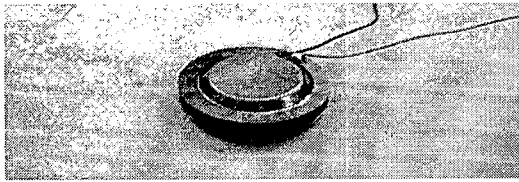


그림 4. 완성 된 압전 발전기의 모습.

제작 된 압전 발전기를 이용해 표 2에 나타나 있는 실험들을 통해 구동 특성을 파악하고 시뮬레이션 결과와 비교 분석하였다.

실험 종류	변수
세라믹 두께 - 출력 전압 특성 측정	세라믹의 두께(0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4), 진동 변위(1, 2, 3, 4, 5) 변화 (단위 : [mm])
진동 변위 - 출력 전압 특성 측정	
압전 세라믹의 온도 특성 측정	

표 2. 실험 종류 및 변수.

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 5는 세라믹 두께에 따른 출력 전압을 나타낸 그래프이다. 이때 바이브레이터의 진동 변위는 5[mm]로 고정하였다.

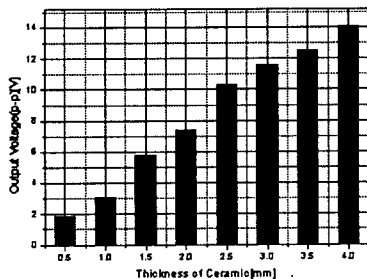


그림 5. 세라믹 두께에 따른 출력 전압.

그림 6은 바이브레이터의 진동 변위에 따른 출력 전압을 나타낸 그래프이다. 이 실험은 두께 4[mm]의 세라믹으로 제작 된 발전기를 사용하였다.

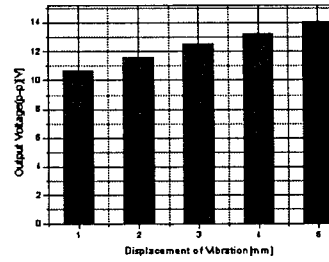


그림 6. 진동 변위에 따른 출력 전압

그림 7은 가동 시간에 따른 압전 세라믹의 온도 특성을 나타낸 그래프이다. 이 실험에 사용된 발전기의 세라믹 두께는 4[mm]이고, 진동 변위는 5[mm]였다.

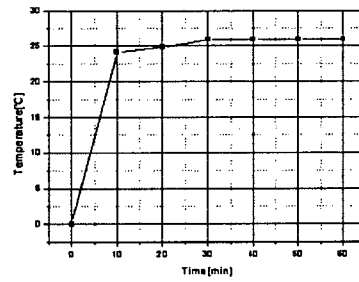


그림 7. 가동 시간에 따른 세라믹의 온도 특성.

### 4. 결론

동일한 진동변위에서 발전기의 세라믹의 두께가 증가하면 출력전압이 선형적으로 증가 하였다. 또한, 동일한 두께의 세라믹을 이용한 발전기에 가해지는 진동변위가 증가하면 출력 전압 또한 선형적으로 증가 하였다.

발전시간에 따른 압전 세라믹의 온도 변화 실험에서는 가동 후 일정 시간 동안 온도가 상승하고 일정 온도가 되면 그 온도를 계속 유지 하였다. 이러한 결과들을 종합하여 세라믹의 두께가 두꺼운 발전기에 강한 진동을 가했을 시 높은 출력이 나오는 것을 알 수 있었다. 차후 세라믹의 두께와 직경의 최적 비율과 진동에 의한 발전기의 한계를 찾는 연구가 필요할 것으로 사료 된다.

### 참고 문헌

- [1] Hyeoung-woo Kim, "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, 황영복, 박중호, 최상규, "압전 액추에이터를 이용한 에너지 수확", 대한기계학회 2007년도 춘계학술대회 논문 초록집, 5, pp. 2251, 2007.