

## 원판형 압전 세라믹을 이용한 에너지 수확

전호익<sup>1a</sup>, 정성수<sup>1</sup>, 정현호<sup>1</sup>, 박민호<sup>2</sup>, 박태곤<sup>1</sup>  
 창원대학교<sup>1</sup>, 국방 기술 품질원<sup>2</sup>

### Energy Harvesting Using Disc Type Piezoelectric Ceramics

Ho-ik Jun<sup>1a</sup>, Sung-su Jeoung<sup>1</sup>, Hyon-ho Chong<sup>1</sup>, Min-ho Park<sup>2</sup>, Tae-gone Park<sup>1</sup>  
 Changwon Univ.<sup>1</sup>, Defense Agency for Technology and Quality<sup>2</sup>

**Abstract** : Nowadays, source of MEMS, USN, Hybrid parts pay attention to energy harvesting. On this paper, energy harvesting was studied using piezoelectric effect. And, piezoelectric generator was designed and fabricated. Generators were designed by FEM simulation program and generators were made by attaching cymbal type metal plates on upper and bottom sides of a disc type piezoelectric ceramic. Using fabricated generators, output voltages dependant on thickness of ceramic, displacement of vibration, frequency of vibration were measured.

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

#### 1. 서 론

압전 세라믹은 인장하거나 압축시키면 전하를 발생시켜 한쪽 면은 양으로 대전되고, 반대편은 음으로 대전되어 양쪽 면 간의 전기장으로 인해 전위차가 발생된다. 이것을 압전 정효과라고 하는데, 이러한 압전 효과를 이용한 에너지 수확 기술이 MEMS의 전원장치, USN, Hybrid 분야에서 많은 주목을 받고 있다. 진동이나 충격 같은 버려지는 기계적 에너지를 사용하여 발전하는 에너지 회수 시스템(Energy Recovery System)은 신재생 에너지의 관점에서 그 연구의 필요성은 중요하다고 할 수 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 측정했다.

#### 2. 실험

##### 2.1 구동원리

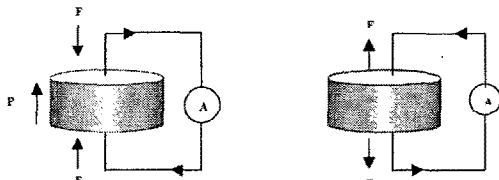


그림 1. 압전 정효과.

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.

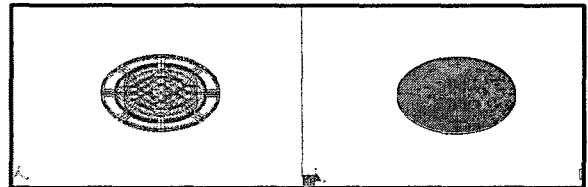


그림 2. 발전기의 모델링과 각 요소 지정.

##### 2.3 최적 설계 된 발전기의 제작

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

표 1. 최종 선정된 발전기 모델

변수	제작 종류
세라믹 직경	28 [mm]
세라믹 두께	0.5, 1, 1.5, 2 [mm]
탄성체 재질	Brass
탄성체 두께	0.3 [mm]
탄성체의 굴절각	45°

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

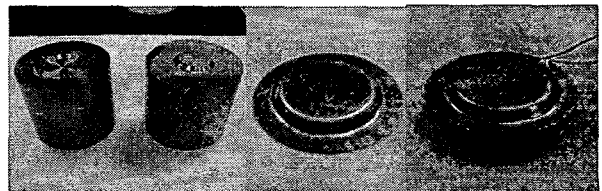


그림 3. 심벌즈 제작용 몰더와 심벌 및 완성된 발전기

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

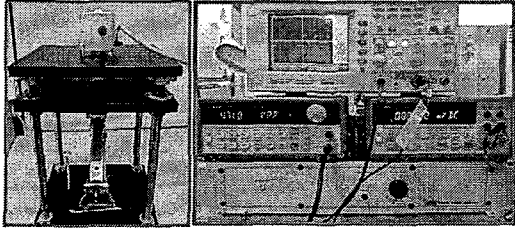


그림 4. 실험 장비의 모습.

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

표 2. 실험 종류 및 변수.

실험 종류	변수
세라믹 두께에 따른 출력 전압 특성 측정	세라믹의 두께(0.5, 1, 1.5, 2), 진동 변위(1, 2, 3, 4, 5) 변화 (단위 : [mm])
진동 변위에 따른 출력 전압 특성 측정	
주파수에 따른 출력 전압 특성 측정	

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 5는 세라믹 두께에 따른 출력 전압을 나타낸 그래프이다. 이때 바이브레이터의 진동 변위는 5[mm], 입력 진동의 주파수는 300[Hz]로 고정하였다.

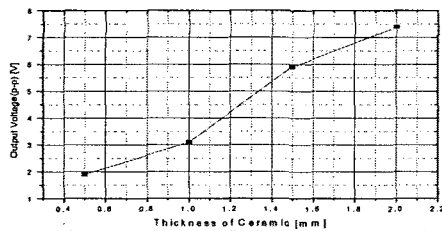


그림 5. 세라믹 두께에 따른 출력 전압.

그림 6은 바이브레이터의 진동 변위에 따른 출력 전압을 나타낸 그래프이다. 이 실험은 두께 1[mm]의 세라믹으로 제작된 발전기를 사용했고, 입력 진동의 주파수는 300[Hz]였다.

그림 7은 입력 진동의 주파수에 따른 출력 전압의 특성을 나타낸 그래프이다. 이 실험에 사용된 발전기의 세라믹 두께는 1[mm]이고, 진동 변위는 5[mm]였다.

### 4. 결론

입력 진동의 주파수가 증가함에 따라 발전기의 출력은 증가함을 알 수 있었다. 이는 주파수의 증가에 의해

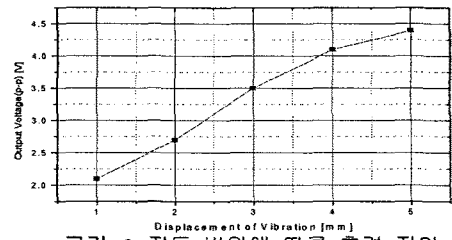


그림 6. 진동 변위에 따른 출력 전압

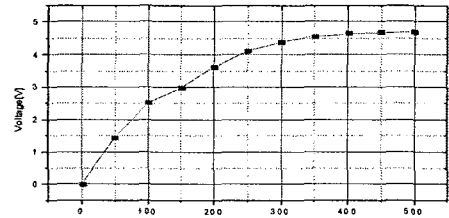


그림 7. 입력 진동의 주파수에 따른 출력 전압 특성.

진동의 속도가 증가하므로 그에 따라 충격량과 진동량이 증가하기 때문으로 사료 된다. 발전기의 세라믹 두께에 따른 출력은 두꺼운 세라믹을 이용한 발전기에서 크게 나타났는데, 이는 세라믹의 용량을 생각하면 당연한 결과이나 두꺼운 세라믹일수록 진동에 대한 민감성은 떨어질 것이라고 사료 된다. 진동 변위에 따른 출력 전압 역시 변위가 증가함에 따라 증가했으나, 이는 진동 변위에 따라 발전기의 Cymbal의 형상을 적절히 조절해야 발전기의 손상을 막을 수 있을 것으로 사료 된다. 본 실험에서는 Cymbal의 굴절 각도를 45도로 고정해서 실험을 했는데, 차후의 실험에서는 수직 변위에 의한 최대 수평 변위를 가지는 각도를 산출하여 새로운 Cymbal을 이용한 발전기를 제작해 볼 필요성이 있다고 사료 된다.

### 감사의 글

1. 이 논문은 2008년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

### 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, 함영복, 박중호, 최상규, "압전 액추에이터를 이용한 에너지 수확", 대한기계학회 2007년도 춘계학술대회 논문 초록집, 5, pp. 2251, 2007.
- [4] 박창엽, "전기전자용 압전 세라믹스".
- [5] Jose Kymissis, Clyde Kendall, Joseph Paradiso, Neil Gershenfeld, "Parasitic Power Harvesting in Shoes".