

바이몰프 액츄에이터를 사용한 압전에너지 발전 시스템

김창일^a, 임은경, 백종후, 임종인, 이영진
 요업(세라믹)기술원

Piezoelectric Energy Harvesting Systems using Bimorph Actuator

Chang-IL Kim, Eun-Kyeong Lim, Jong-Hoo Paik, Jong-in Lim and Young-Jin Lee
 Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology

Abstract : 본 연구에서는 압전 세라믹을 이용한 Piezoelectric Energy Harvesting Systems을 개발하기 위해서, 바이몰프 액츄에이터를 제작하여 구동속도에 따른 발전특성을 고찰하였다. 또한 발전 회로시스템을 설계하여 압전소자에 의한 발전특성을 분석하였다. 본 시스템을 통해서 에 1.3 mm(100 V 인가)의 대변위 바이몰프 액츄에이터를 제작하였으며, 이런 액츄에이터를 이용하여 60 mW급의 LED를 구동하였다.

Key Words : piezoelectric, harvesting, energy, dielectric, Actuator,

1. 서론

기계적 에너지를 전지적 에너지로 변환하는 에너지 변환소자인 압전 세라믹스는 액츄에이터, 변압기, 초음파모터, 초음파 소자 및 각종 센서로 응용되고 있으며, 그 응용분야는 크게 증가하고 있다. 최근 이러한 에너지 변환 소자를 앞으로 도래하는 유비쿼터스 무선 모바일 시대의 휴대용 전자제품, 즉 Wearable 컴퓨터, MP3, GSM, Bluetooth등의 정보통신기기, Robotics, 항공우주, 자동차, 의료, 건축, MEMS 분야 등의 대체 에너지원으로 응용하기 위한 연구가 진행되고 있다. 특히 인간의 동작등과 같은 일상적인 동작(Typing, U. limbbing, Breathing, Walking등)으로 필요한 전력을 얻을 수 있고, 세라믹 소자를 이용하기 때문에 전자노이즈가 발생되지 않을 뿐 아니라 반영구적으로 사용할 수가 있어서, 기존 이차전지, 연료전지를 대체 또는 보완 할 수 있는 방안도 검토되고 있다.

따라서 본 연구에서는 향후 응용 가능성이 큰 압전 발전 시스템을 제작하기 위해서 바이몰프 형태의 압전 액츄에이터 제작, 그리고 발전시스템의 회로설계를 수행하였다. [1-3]

2. 실험

에너지 발전을 위한 소자 제작은 바이몰프 형태로 제작하였으며, 길이 60.15 mm, 폭 19.90 mm, 두께 0.58 mm의 바이몰프 액츄에이터와 길이 45.45 mm, 폭 2.15 mm, 두께 0.64 mm의 소자를 사용하였다. 전계에 대한 미소변위측정은 비접촉 레이저 (MTI Instruments, Microtrak 7000) 방식으로 측정하였다. 제작된 압전 액츄에이터의 진동을

유발하기 위해서 모터 구동에 이용하였으며, 모터속도를 조절해서 진동 RPM을 컨트롤하였다. 이 때 발생하는 압전 세라믹의 진동을 전기충전 회로에 수집하여 LED를 구동하였다.

3. 결과 및 고찰

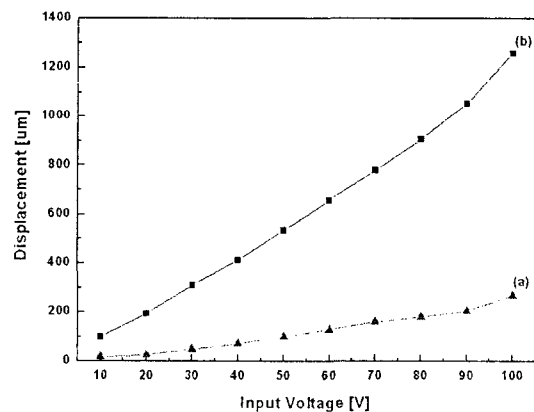


그림 1. 바이몰프 액츄에이터의 변위측정 data
 (a) 길이 45.45 mm, 폭 2.15 mm, 두께 0.64 mm의 소자
 (b) 길이 60.15 mm, 폭 19.90 mm, 두께 0.58 mm의 소자

그림 1은 제작된 압전 바이몰프 액츄에이터의 변위측정 모습과 변위특성을 나타내었다. 인가전압은 0 ~100 V DC 까지 변화시키면서 각 액츄에이터의 변위를 측정하였으며, 인가전압에 따른 변위량은 일정한 비율로 증가하였으며, 60.15 mm, 폭 19.90 mm, 두께 0.58 mm의 소자에서 100 V DC 인가한 경우 1300 μm의 매우 큰 변위를 확인하였다.

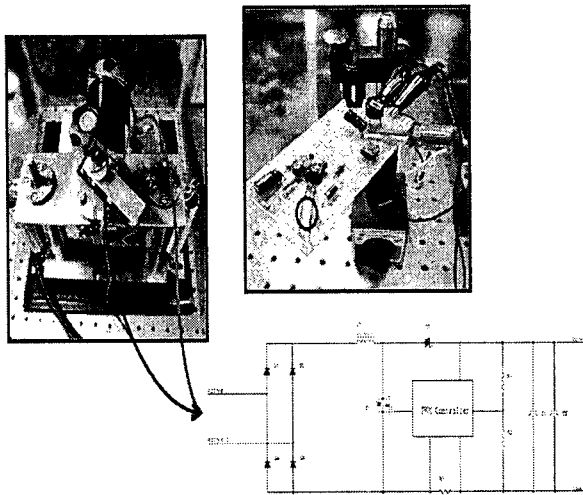
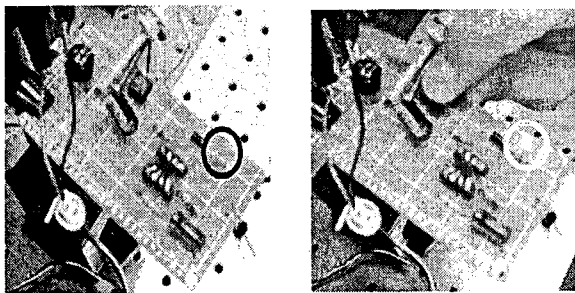


그림 2. Energy Harvesting System의 발전 구성도

그림 2는 Energy Harvesting System의 발전 구성도를 나타내었다. 구동회로의 원리를 살펴보면 먼저 압전 발전소자의 양단은 PZT VIB 1과 PZT VIB 2에 연결되어 발생된 교류신호를 회로로 전달하도록 하였다. 전달된 교류신호를 직류로 정류하기 위하여 Bridge Diode(AM156)를 설치하였으며 정류된 전하량은 470 μ F의 캐패시터에 충전되도록 설계하였다. 이 충전용 캐패시터는 발생 전하량의 규모에 맞추어 용량을 결정하며 통상 100 μ F ~ 2200 μ F의 범위에서 선정된다. 충전된 전하량은 스위치가 켜지기 전까지는 캐패시터 내부에서 계속 유지되며 스위치를 키자마자 PWM 방식의 DC-DC converter를 통하여 3 V의 전압을 녹색 LED 쪽으로 보내도록 설계하였다. 따라서 충전된 전하량의 양에 따라서 LED의 점등시간에 변화가 생기게 된다. 아울러 약간의 저항, 인덕터 및 다이오드 등이 신호의 안정성을 도모하기 위하여 설치되어 있다. 각각의 부품은 발생된 전하량의 손실이 최소화되도록 최대효율의 부품을 선정하여 전하량 수집회로를 제작하였다.



(a) LED light OFF (b) LED light ON

그림 3. 진동에 의한 LED 점등 사진

그림 3은 본 연구를 통해서 제작한 바이올프 액추에이터의 구동을 통해서 60 mW 급의 LED가 구동되는 것을 나타내고 있다.

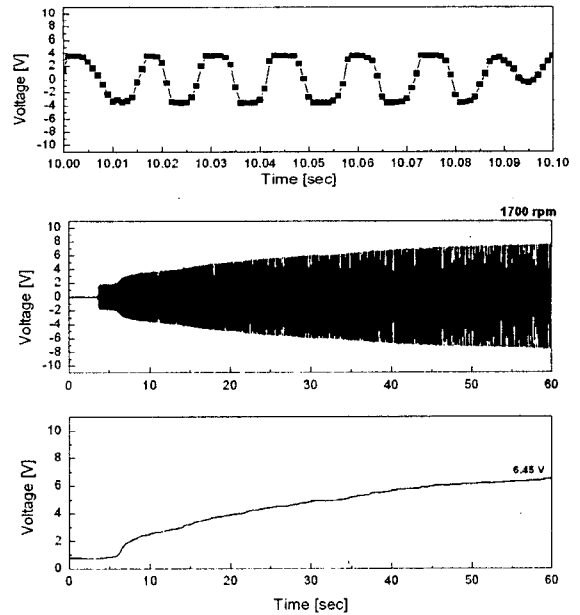


그림 4. 액추에이터 구동에 의한 발전 특성

4. 결론

본 연구에서 바이올프 액추에이터의 제작을 통해서 에너지 하비스팅 시스템에 대한 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 세라믹 구조설계를 통해서 1.3 mm의 대변위를 갖는 바이올프 액추에이터를 제작하였다.
2. 충전회로 설계 및 특성평가를 실시하여 60 mW급의 발전특성을 구현하였다.

참고 문헌

- [1] "Estimation of Elastic Charge Output for Piezoelectric Energy Harvesting", H.A. Sodano, G. Park and D.J. Inman, 2004 Blackwell Publishing Ltd Strain 40, 49-58 (2004)
- [2] "Efficiency of energy conversion for devices containing a piezoelectric component", Richards Cecilia D.; Anderson Michael J.; Bahr David F.; Richards Robert F., Journal of micromechanics and microengineering (14(5)) 717-721 (2004)
- [3] "Optimized Piezoelectric Energy Harvesting Circuit using Step-down Converter in Discontinuous Conduction Mode", Geoffrey K. Ottman, Heath F. Hofmann, and George A. Lesieutre, IEEE transactions on power electronics, vol. 18, no. 2, march 2003