낮은 공진 주파수를 갖는 PZT 외팔보 에너지 수확소자의 설계 및 제작

Design and Fabrication of a PZT cantilever for low resonant frequency energy harvesting

김문근, 황범석, 서원진, 최승민, 정재화, 권광호*
Moonkeun Kim, Beom Seok Hwang, Wonjin Seo, Seung Min Choi, Jaehwa Jeong, and Kwang-Ho Kwon
고려대학교 제어계측공학과*
Dept. of Control and instrumentation Engineering, Korea University, Korea

Abstract : 본 연구에서는 공진주파수 수식을 이용한 MATLAB과 Modal 해석법을 사용한 ANSYS로 공진주파수 특성을 시뮬레이션 하였다. 외팔보의 시뮬레이션 결과에서는 길이가 길어짐에 따라, 또는 proof mass의 크기가 커짐에따라 공진주파수 특성이 낮아지는 결과가 나타났다. 따라서 본 실험에서의 외팔보는 낮은 공진 주파수를 가지기 위해 Si proof mass를 사용하여 제작하였다. 외팔보 소자는 Silicon-on-insulator wafer를 사용하여 SiO2/Ti/Pt/PZT/Pt 박막을 증착하였고, 마스크를 사용한 식각 공정으로 제작하였다. 이때의 MATLAB, ANSYS 시뮬레이션 결과와 실험에서 제작된 소자는 유사한 공진주파수 특성을 나타내었다.

Key Words : Cantilever, PZT, Energy harvesting, Piezoelectric, Resonant frequency

1. 서 론

최근 들어 에너지 수확 기술은 전 세계의 많은 연구자들에게 주목을 받고 있다. 현재까지 진행된 대표적인 연구는 태양광, 지열, 풍력 등이 있다. [1-4] 그러나 MEMS 소자로 제작되기 어렵다는 단점이 있기 때문에 진동을 이용한 외팔보 소자가 활발히 연구되어 지고 있다. MEMS 기술로 제작된 외팔보 에너지 수확소자는 유비쿼터스 및 무선 센서노드 등으로 대표되는 원격 시스템의 자체 전력 공급원으로서 무한한 가능성을 가진다. 진동에너지를 이용한 수확소자에서는 낮은 공진주파수특성이 가장 중요하다. [5-7] 이는 일상생활에서 발생되는 공진주파수가 낮은 대역에서 나타나며, 외팔보소자는 공진주파수가 이와 일치할 때 가장 큰 에너지를 수확하기 때문이다. 하지만 외팔보 수확소자의 설계에서 시뮬레이션과 소자제작에 대한 상관관계 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 낮은 공진 주파수를 갖는 에너지 수확소자를 설계 및 제작하였다. 에너지 수확소자를 MATLAB과 ANSYS를 사용하여 시뮬레이션 하였고, Si proof mass를 설계하여 낮은 공진 주파수를 갖는 외팔보 에너지 수확소자를 제작하여 공진주파수 특성을 추출하였다.

2. 결과 및 토의

본 실험에서 외팔보 제작은 낮은 공진주파수를 갖기 위하여 Si proof mass를 사용하였다. 외팔보 소자의 제작은 Silicon-on-insulator wafer 위에 SiO2/Ti/Pt/PZT/Pt 증착하였다. wafer의 Front-side는 Ion milling과 RIE(Reactive ion etch)를 사용하여 식각하였고, Si proof mass는 DRIE(Deep reactive ion etch)를 통한 back-side 식각 공정을 통해 제작되었다. 공진주파수 수식을 이용한 MATLAB과 Modal 해석법을 사용한 ANSYS의 시뮬레이션 특성에서 길이가 길어짐에 따라, 또는 mass의 크기가 커짐에 따라 공진주파수가 낮아지는 것을 확인하였고, 본 실험에서는 이를 근거로 외팔보를 제작하였다.[8] 외팔보의 폭은 0.5μm, 길이는 3000μm, 두께는 10μm이고, poof mass의 폭과 크기는 500μm 로 제작하였다. 공진주파수의 특성추출은 레이저 변위측정기를 사용하여 측정하였고, 이때의 공진 주파수특성은 290Hz로 측정되었다. 이는 MATLAB과 ANSYS 시뮬레이션 결과와 유사한 공진주파수 특성을 나타내었다.

참고 문헌

[1] F Beeby et. al, Meas. Sci. Technol., Vol. 17 (2006) R175-R195.
[2] Priya, S et. al, Springer Science+Business Media, LLC.(2009)
[3] Born John Kymissis et al., Proceeding of the Second IEEE International Conference (ISWC), (1998) pp. 132 ~ 139.
[4] Shashank Priya et. al, Applied Physics Letters, 87, (2005)
[5] D. Shena et. al., Sensors and Actuators A, 154 (2009) 103-108
[6] D. Shen, et. al., J. Micromech. Microeng., 18 (2008) 055017
[7] H-B. Fang et. al, Microelectronics Journal, 37 (2006) 1280-1284
[8] Dongna. Shen et. al, Sensor and Actuators A, 154 (2009) 103-108

† 교신저자) 권광호, e-mail: Kwonkh@korea.ac.kr Tel:041-860-1447
주소: 충남 연기군 조치원읍 고려대학교
세종캠퍼스 제어계측공학과