

측방향구동 압전 MEMS 액추에이터의 설계에 관한 연구

이택민*(KIMM), 최두선(KIMM), 김일용(MIT), 황규호(M2N), 황경현(KIMM), 김광영(KIMM)

주제어 : 압전 액추에이터, MEMS, MEMS 액추에이터, 측방향구동 액추에이터

본 논문은 새로운 형태의 변위확대기구를 가진 측면구동 압전 MEMS 액추에이터의 설계에 관한 것이다. 일반적으로 미세 구동을 위해 사용되어지는 방법은 크게 정전기력(Electrostatic)을 이용한 방식, 전자기력(Electromagnetic)을 이용한 방식, 열팽창(Thermal expansion)을 이용한 방식, 압전체(Piezoelectric)를 이용한 방식으로 나눌 수 있다. 정전기력을 이용한 방식은 고정된 도체 전극 위에, 또 다른 전극을 일정 거리만큼 떨어뜨려 놓고, 두 전극 사이에 다른 극성의 전압을 걸어주게 되면, 서로 붙게 되는 원리를 이용한 것으로서 일반적으로 제작은 어렵지 않으나 수십 volt 이상의 높은 전압이 필요하게 되며, 이때 움직이는 속도는 구조에 따라 1-200 msec 의 시간이 걸린다. 전자기력을 이용한 방식은 코일 구조를 통해 자기장을 만드는, 전자석의 원리를 이용한 것으로서, 5 volt 정도의 낮은 전압으로 구동이 가능하지만, 구조가 복잡하고, 커지게 되며 전력 소모가 수백 mW정도에 이르게 된다. 열팽창을 이용한 방식은 고체나 액체가 온도가 상승하면 부피가 팽창하는 원리를 이용한 것으로서, 5 volt 정도의 낮은 전압으로 구동이 가능하지만 주변의 온도에 매우 민감하며, 전력소모 역시 수백 mW정도이며, 결정적으로 구동 속도가 수십 msec에 이를 정도로 느리다. 압전체를 이용한 방식은 전압을 걸어주면 부피가 팽창하는 압전체를 원리를 이용한 것으로서, 위에서 제시한 방법 중에 가장 구동 속도가 빠르며 (100 nsec - 1μsec), 구동시 가장 큰 힘을 전달할 수 있으며, 낮은 전압으로의 구동이 가능하다. 하지만 strain이 최대 0.1% 정도에 불과하여 MEMS에 적용되는 경우 5볼트 이하의 전압으로는 구동량이 수십 나노에서 수백 나노 정도에 지나지 않는 단점이 있다.

본 연구에서는 압전체를 이용한 구동 방식을 이용하되, 구동량을 10배 정도 확대 시킬 수 있는 구동량 확대 기구를 설계하여 5볼트 이하의 전압으로도 가변형 광학요소 혹은 RF 부품에의 적용이 가능한 마이크로 액추에이터를 설계하고, 이를 해석하였다. 구동량을 10배 정도 확대 시키는 메커니즘은 지렛대의 원리를 이용한 것으로서 기본적으로 Fig.1 과 같은 구조로 이루어져 있다. PZT가 전압 인가 시에 수축을 하면 힌위로 연결된 액추에이터 막대가 움직이고 그 끝단의 구동은 설계 변수에 따라서 변위가 확대되는 원리를 이용한 것이다. 제안된 액추에이터는 FEM 해석(Fig.1)과 모델링을 통한 최적화를 통해 응력집중 문제, 응력분포의 불균일성 문제, 구동시 전체 구조의 뒤틀림 문제, 제작 가능성 문제 등을 고려하여 설계 변수들의 수정이 이루어졌으며, 최종적으로 Fig.2와 같이 제작되었다.

제안된 측방향구동 압전 MEMS 액추에이터는 낮은 전압으로 높은 구동력을 낼 수 있으며, 일반 PZT 액추에이터에 비해 10배 이상의 구동량을 가짐으로 인해 현존하는 정전기력 방식과 열변형을 이용한 방식의 측방향구동 액추에이터에 비해 좋은 장점을 가지고 있으며, 광스위치, RF 장치, 센서 등에 응용이 가능하다.

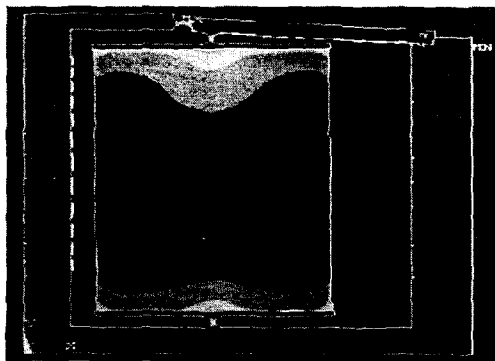


Fig. 1 Analysis of lateral MEMS actuator with actuating range amplification structure.

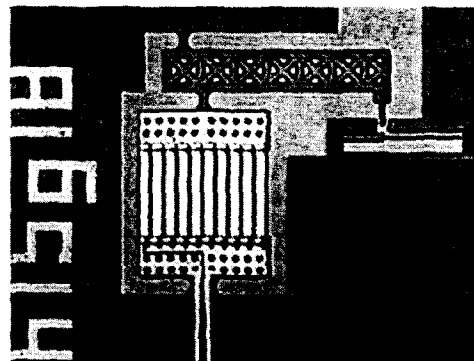


Fig. 2 Fabricated lateral MEMS actuator.