

마이크로 압전 액츄에이터 제조를 위한 PZT 박막의  
이온 밀링 식각 공정 연구  
PZT Patterning using Ion Milling Process for  
Micro Piezoelectric Actuator Fabrication

박준식\*, 김대식\*, 장연태\*\*, 박광범\*, 박효덕\*, 강성균\*\*\*

(\*전자부품연구원, \*\*아주대학교, \*\*\*한양대학교)

최근 실리콘 반도체 기술을 기본으로 하는 MEMS 기술 분야중 마이크로 액츄에이터에 대한 중요성이 인식되면서 Si 3차원 구조물 상에 압전특성과 초전특성 등이 우수한 PZT 재료를 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있다<sup>1)</sup>. PZT 박막이 이와 같은 분야에 이용되기 위해서는 강 유전체 박막과 전극 재료의 식각 공정이 수행되어야 한다. 현재 PZT 박막을 건식 방법으로 식각하기 위해서 ion beam etching (IBE), reactive ion milling (RIE)<sup>2)</sup>, electron cyclotron resonance (ECR) plasma, helicon plasma 그리고 inductive coupled plasma (ICP)<sup>3)</sup> 등의 여러 장치가 이용되고 있다. 이온빔 식각법은 식각 속도가 빠르고, PZT와의 반응성이 작으며, 난식각 물질인 Pt 전극과 PZT 박막을 한 번에 식각할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 이온빔 식각법은 Ar<sup>+</sup> 이온들의 순수한 물리적 에너지에 의해서 식각되기 때문에, 물질에 따른 선택비가 적다. 그 결과 PZT 박막을 식각하기 위해서는 적절한 이온 에너지 조건을 찾는 것이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 sol-gel 공정을 이용한 PZT 박막의 제조를 통하여 미세구조 및 전기적 특성이 조사되었다. 이후 궁극적인 마이크로 압전 액츄에이터의 제조를 위한 필수적인 식각 공정으로서 이온 밀링 공정이 적용되어 이온빔 전압 및 이온빔 전류에 따른 식각률 및 식각단면 등이 관찰되었다.

최초 Pt(3500 Å)/Ti(400 Å)/SiO<sub>2</sub>(3000 Å)/Si(525 μm) 기판 상에 sol이 4회 반복 스펀 코팅되었다. 각 회마다 450°C에서 2분, 650°C에서 10분의 열처리가 수행되었고, 최종적으로 650°C, 30분간 열처리를 통해 (111) 배향된 4300 Å 두께의 치밀한 PZT 박막이 제조되었다. 제조된 PZT 박막의 P-E 특성은 P<sub>r</sub>=25 μC/cm<sup>2</sup> 그리고 E<sub>c</sub>=50.8kV/cm의 값을 나타내었다. 이온 밀링 공정시 반응기의 압력은 1.0×10<sup>-4</sup> torr, Ar 유량은 5 sccm, 그리고 가속 전압은 이온빔 전압의 15%로 일정하게 고정되었다. 이후 이온빔 전류를 30mA로 고정되고, 이온빔 전압에 따른 식각률 변화가 조사되었다. 500eV의 이온빔 전압에서의 식각률은 60 Å/min이었다. 750eV로 이온빔 전압을 높인 경우 435 Å/min로 크게 증가되었고, 1000eV의 이온빔 전압은 465 Å/min으로 나타났다. 이온빔 전압을 750eV로 고정하고, 이온빔 전류의 변화에 따른 식각 특성이 조사되었다. 10mA에서 30mA로 이온빔 전류가 증가됨에 따라 식각률이 70 Å/min에서 435 Å/min로 크게 증가되었으나, 50mA로 증가되면서 다시 110 Å/min으로 크게 감소되었다. 이상의 결과로 부터 30mA의 이온빔 전류와 750eV의 이온빔 전압하에서 PZT 박막의 이온 밀링 식각 공정시 400 Å/min으로 최대의 식각률을 나타내는 것으로 확인되었다. 이 때의 식각 단면은 80° 이상의 수직에 가까운 측면 각임이 관찰되었다. 본 연구의 결과에 이어서 향후 캔틸레버형 마이크로 압전 액츄에이터 제조 및 평가에 관한 연구가 진행될 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부의 산업기반기술개발사업의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고 문헌

1. D. L. Polla et al, Microelectric Engineering, vol. 29, pp. 51-58, 1995
2. G. Suchaneck et al, Surface and Coatings Technology, vol. 116-119, pp. 456-460, 1999
3. C. J. Kim, et al, Integrated Ferroelectrics vol. 16, pp. 149-157, 1997