

## Contact Plug 구조를 이용한 자기정렬 단결정립 PZT 박막의 특성 ( Characteristic of Self-Aligned Single Grain PZT Thin Films utilizing Contact Plug Structure )

김광호 · 이병일 · 주승기

서울대학교 공과대학 재료공학부 금속공학과

TEL : (02)880-7442 FAX : (02)886-4156, 875-2310 E-Mail : khkraps@plaza.snu.ac.kr

1. 서론 : 최근 우수한 압전(Piezoelectric), 열전(Pyroelectric), 강유전(Ferroelectric) 특성을 가지는 PZT( $PbZr_xTi_{1-x}O_3$ ) 박막을 FRAM(Ferroelectric Random Access Memory)이나 DRAM(Dynamic Random Access Memory) Capacitor와 같은 기억소자에 응용하기 위해 많은 연구가 수행되고 있다. 그러나 PZT 박막은 동작 전압에서의 큰 누설전류와 낮은 파괴전장뿐만 아니라, 동작을 반복함에 따라 특성이 저하되는 전기적 피로(fatigue) 현상과 같은 열화 현상(degradation) 때문에 실용화에 제한을 받고 있다. 기존 연구 결과에 의하면 결정립계에는 국부적으로 높은 전압이 인가되어 누설 전류가 많이 흐르고 낮은 전압에서 쉽게 절연 파괴(dielectric breakdown)가 발생한다고 보고되어 있다. 이러한 결정립계 제거를 위한 연구중 성공적인 것으로 주승기 등<sup>[1]</sup>에 의해서 연구된 선택적 핵생성 및 성장방법이 있는데 이러한 방법은 추가적인 공정이 필요한 단점이 있다. 전 연구에서 메모리 소자에 필수적으로 형성되는 Contact Plug 구조를 이용하여 자기 정렬된 결정립계를 얻을 수 있었다. 본 연구에서는 이렇게 형성된 PZT 박막의 전기적·물성적 특성을 고찰하였다.

2. 실험 방법 : 상향식 동시 스퍼터링 장치에 Pb, [Zr, Ta] Ti, 금속 타겟을 장착한 후 각각 독립적으로 전력을 인가하여 기판 온도 350°C에서 Ta이 첨가된 PZT 박막을 3000 Å 두께로 Pt/SiO<sub>2</sub>/Si 기판 위에 증착하고 금속열처리 장치(RTA)를 이용하여 Perovskite 상으로 상변태 시켰다. 선택적 핵생성 위치를 조절하기 위하여 박막을 증착하기 전 Pt 하부전극을 10 μm × 10 μm와 5 μm × 5 μm의 크기로 masking한 후 RF plasma와 DC 가속전압을 이용하는 IMDS(Ion Mass Doping System)에 의해 물리적인 방법으로 식각함으로써 높이가 1000 Å인 요철을 형성하였으며, 식각 후 플라즈마의 damage 효과를 완화하기 위해 furnace에서 700°C 1시간 열처리를 하고 여기에 PZT 박막을 증착하여 contact plug를 가진 구조에서의 자기정렬 단결정립 형성을 시도하였다. 열처리 방법으로는 RTA와 Furnace를 사용하였다. 증착된 PZT 박막의 유전율과 누설전류는 PZT 박막 위에 Pt 전극을 lift-off 방법으로 10 μm × 10 μm 크기의 dot를 40~50 μm 간격으로 형성하고 RT66A와 HP4140B, YHP LCR Meter를 이용하여 상온에서 전기적 특성을 측정하였으며, 미세구조는 XRD와 편광현미경으로 관찰하였다.

3. 결과 : Pt 하부전극을 높이차이를 주기 위해 식각에 의해 양의 요철을 형성후 PZT 박막 증착하여 열처리함으로써 rosette 형태로 성장하는 PZT 박막의 결정화 과정을 조절, rosette을 선택적으로 성장시켜 우수한 특성을 나타내는 단결정립 PZT 박막을 제작하였다. 다결정립 PZT 박막의 주요 열화 요인인 결정립계가 없는 단결정립 PZT 박막은 FRAM이나 DRAM 축전기와 같은 강유전체 박막 기억 소자에 응용할 수 있는 전도특성( $J_L \sim 3 \times 10^{-7} A/cm^2$ ), 유전특성( $\epsilon_r \sim 1,600$ ), 분극특성( $P_r \sim 15 \mu C/cm^2$ ,  $Q_c[P_s - P_r] \sim 40 \mu C/cm^2$ )을 얻을 수 있었다.

4. 참고문헌 : [1] 주재현, "동시 스퍼터링법에 의한 강유전체 기억소자용 PZT와 BST 박막 제조 및 특성 향상에 관한 연구", 서울대학교 대학원 박사학위논문(1996)