

## Si 기판상에 DC 마그네트론 스퍼터링방식에 의한 Pt(200) 박막의 배향성장

방용익, 김민영, 장호정, 장지근  
단국대 전자공학과

1. 서론 - 페로브스카이트(perovskite) 강유전체 박막을 여러가지 전자소자(메모리 커패시터, 초전 및 압전소자 등)에 응용할 때 하부전극으로 Pt 금속이 가장 많이 사용되고 있다.<sup>(1,2)</sup> Pt 금속은 입방 격자 구조로 Pb계 강유전체 재료와 격자상수( $a=3.93\text{\AA}$ )가 유사하며 다른 금속에 비해 전기저항이 낮고 열화학적 안정성이 높아 고온에서 낮은 계면반응과 기판-유전체 간의 상호확산에 대한 우수한 장벽특성을 갖는다. Si 기판상에 Pt 하부전극을 형성하는 경우, Pt 박막의 접착특성을 개선하고 Si 원자의 확산을 방지하기 위하여 중간층(buffer layer)으로 Ti/SiO<sub>2</sub> 층을 삽입한 Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 구조가 일반적으로 이용되고 있으며, Pt/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 구조에서 Pt 박막의 결정상은 (111) 방향으로 배향성장 된다고 지금까지 알려져 있다.<sup>(3)</sup> 이에 따라 c축으로 에피성장된 강유전체 박막을 얻기 위해 Pt(h00) 하부전극을 사용하는 응용분야에서는 Si 기판 대신 고가의 MgO(100) 단결정 기판을 사용하고 있다.<sup>(4,5)</sup> 만일 Si 기판을 이용하여 Pt(200)의 결정상을 얻을 수 있다면 응용소자에 대한 제작 비용의 절감과 함께 반도체 기술로 Si 집적화가 가능함으로 Pt(200)/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 형성에 관한 공정 연구는 매우 높은 실용적 가치를 지닌다. 본 연구에서는 DC 마그네트론 스퍼터링 방식으로 Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 구조 위에 Pt 금속 박막을 형성할 때 증착조건(스퍼터링 가스의 종류와 압력, 기판의 온도)과 후속 열처리(rapid thermal annealing)에 따라 Pt 박막의 결정특성이 다르게 나타남을 확인하였으며, 500°C에서 Ar+O<sub>2</sub>(20%) 분위기[압력 : 20mTorr]로 증착한 Pt 박막을 600°C에서 30초간 rapid thermal annealing 한 결과 Pt(200)/Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 구조를 성공적으로 얻을 수 있었다.

2. 실험방법 - 비저항이 1~10Ω·cm인 p형 Si(100) 웨이퍼를 세척한 후 고온로에서 열산화법으로 약 2000Å 두께의 산화막을 형성하고 E-beam evaporation 방식으로 약 300Å 두께의 Ti 금속을 증착하였다. 이후 Pt 금속의 형성을 기판온도와 Ar+O<sub>2</sub>의 가스혼합비율 및 증착압력을 달리하여 약 4000Å 두께로 증착하였다. 실험에서 기판의 온도는 상온, 400°C, 500°C, 600°C로, 가스 분위기는 각각 pure Ar, Ar+O<sub>2</sub>(10%), Ar+O<sub>2</sub>(20%)로, 증착압력은 5mTorr, 10mTorr, 20mTorr, 30mTorr로 변화시켰으며 as-deposited 및 후속 열처리된 Pt 박막의 결정학적 특성을 XRD와 SEM으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰 - Fig.1은 500°C, 20mTorr, Ar+O<sub>2</sub>(20%) 조건에서 증착한 Pt 박막의 as-deposited 및 후속 열처리(RTA : 600°C, 30sec) 후의 XRD분석 결과이다. Fig.2~Fig.4는 기판의 온도, 가스종류 및 압력을 달리하여 증착한 Pt 박막을 후속 열처리(rapid thermal annealing) 한 후의 XRD 분석 결과이다. DC 마그네트론 스퍼터링 방식으로 Ti/SiO<sub>2</sub>/Si 구조상에 증착된 Pt 박막은 기판의 온도, Ar 가스에 대한 O<sub>2</sub> 혼합을 및 증착압력에 따라 결정특성이 (111) 방향에서 (200) 방향으로 전이되며, 후속 열처리도 Pt 박막의 결정상태에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서는 500°C, 20mTorr, Ar+O<sub>2</sub>(20%) 조건에서 Pt 박막을 증착하고 600°C에서 30초간 rapid thermal annealing 했을 경우 가장 우수한 Pt(200) 배향특성(배향도 : 약 90%)을 얻을 수 있었다. Fig.5는 500°C, 20mTorr, Ar+O<sub>2</sub>(20%) 증

착조건에서 형성된 as-deposited 박막과 후속 열처리한 박막의 SEM 사진을 보여주고 있다. SEM 사진에서 Pt 박막의 표면형상은 비교적 매끈하게 나타나고 있으며 후속 열처리에 의한 결함발생 (microcracks, pinholes, hillocks 등)은 관찰되지 않았다.

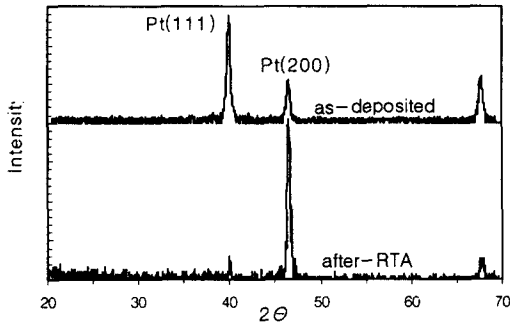


Fig.1 500°C, 20mTorr, Ar+O<sub>2</sub>(20%) 조건에서 증착된 Pt 박막의 후속 열처리 전과 후의 XRD

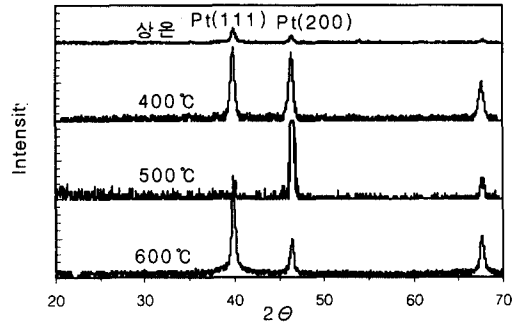


Fig.2 Ar+O<sub>2</sub>(20%), 20mTorr 조건에서 기판온도에 따른 Pt 박막의 XRD 분석

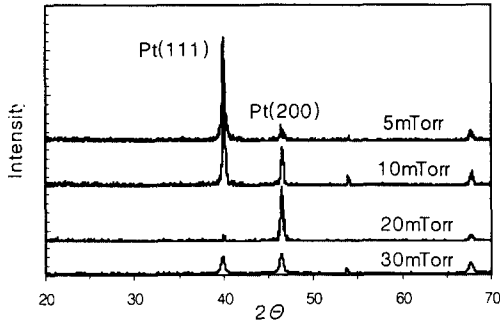


Fig.3 500°C, Ar+O<sub>2</sub>(20%) 조건에서 증착압력에 따른 Pt 박막의 XRD 분석

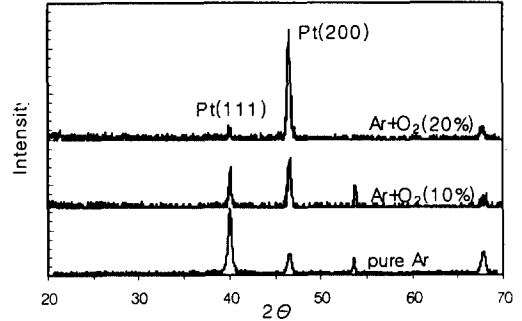
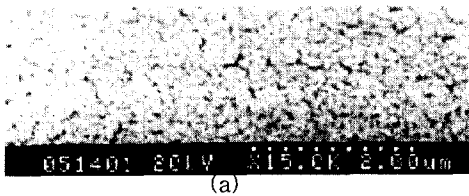
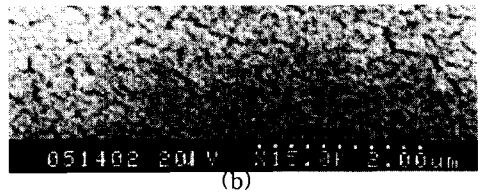


Fig.4 500°C, 20mTorr 조건에서 가스혼합비에 따른 Pt 박막의 XRD 분석



(a)



(b)

Fig.5 500°C, 20mTorr, Ar+O<sub>2</sub>(20%) 증착조건에서 형성된 Pt 박막의 SEM 표면사진

[(a) as-deposited, (b) 후속 열처리 후]

[참고 문헌]

1. 장지근, 김민영, 이상열, 장호정, "(Pb,La)TiO<sub>3</sub>계를 이용한 적외선 센서용 초전박막의 연구", 한국재료학회지 6(8), 96 (1996) 825
2. T. Ogawa, A. Senda, T. Kasnami, Jap. J. of Appl. Phys., 30, 2145 (1991)
3. Y. Miyasaka, "기능성 박막의 합성과 응용 특집", Electronic Ceramics, 26 Sep. (1991)
4. K. Iijima, Y. Tomita, R. Takayama, I. Ueda, J. Appl. Phys., 60, 361 (1986)
5. S. Kim, S. Baik, J. Vac. Sci. Tech. A, 13, 95 (1995)