

B-7

Rf Magnetron Sputtering으로 증착된 RuO₂ 박막의 미세구조 및 계면 반응 특성 분석 (Microstructure and Interface Reaction of RuO₂ thin film deposited by Rf Magnetron Sputtering)

포항공과대학교 재료금속공학과 배준철, 박찬경

연락처 : 배준철

(790-784) 경상북도 포항시 남구 효자동 산 31번지

포항공과대학교 재료금속공학과 대학원생

TEL : (0562) 279-2813, FAX : (0562) 279-2399

1. 서론

DRAM의 집적도가 증가함에 따라 현재의 ONO 유전체를 대체할 강유전체와 상유전체(예) Pb(Zr,Ti)O₃¹⁾ and (Ba,Sr)TiO₃²⁾에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 실리콘 위에 강유전체(또는 상유전체)를 사용하여 캐패시터를 만들 경우 계면에서 유전상수가 낮은 SiO₂가 생성되어 강유전체의 특성을 악화시킨다³⁾. 따라서 강유전체(또는 상유전체)를 새로운 유전체재료로 사용하기 위해서는 새로운 전극재료의 개발이 필요하다. 현재 전극재료로 관심을 받고 있는 재료로는 Pt와 RuO₂가 있다. Pt는 에칭이 잘 되지 않는 점과 산소와 실리콘의 확산을 억제하지 못한다는 점에서 문제점이 있다. 이에 비해 RuO₂는 박막으로 성장해도 비저항 값이 낮고(<200 μΩ·cm) bulk일 때, 고온에서 안정한 산화물일 뿐만 아니라 확산방지막의 특성도 가지고 있다고 보고되고 있다. 그러나 박막으로 성장한 RuO₂의 열적 안정성에 대한 실험은 아직 명확히 알려져 있지 않다. 특히 진공분위기에서 발생하는 환원 반응에 대한 보고는 아직까지 없다. 따라서 본 실험에서는 RuO₂ 박막을 rf 마그네트론 반응성 스퍼터링법으로 증착한 후 산소 분위기, 진공분위기에서 열처리를 통한 RuO₂ 박막의 산화 반응과 환원반응을 알아보았다. 열처리를 통한 반응 생성 상은 XRD로 확인했으며 성분분석은 AES와 XPS를 이용하였다. 그리고 미세구조와 전기적 특성(면저항)은 각각 TEM과 four-point probe로 알아보았다.

2. 실험 방법

RuO₂ 박막은 rf 마그네트론 반응성 스퍼터링법으로 증착하였다. 사용한 타겟은 3" 직경에 99.9% 순도의 Ru를 사용하였으며 Ar과 O₂ 가스의 비율을 10에서 50%까지 변화시키면서 증착하였다. 그리고 기판 온도는 100℃에서 400℃까지 변화시켰으며, 작업 압력은 3, 10, 20 mTorr를 사용하였다. 박막을 입히기 전 초기 진공은 4 × 10⁻⁶ Torr이하까지 뽑았으며 증착조건과 같은 조건에서 20분간 presputtering을 하였다. 사용한 기판은 p형 (100) Si이며 챔버에 넣기 직전에 10% HF로 자연산화막을 제거한 후 탈이온화수로 세척하고 질소가스를 불어 건조시켰다. 열처리는 급속 열처리기(RTP)를 이용하여 산소 분위기 진공분위기 하에서 각각 500℃에서 800℃, 500에서 700℃까지 열처리하였다.

3. 실험 결과

산소 분압은 10%, 작업압력은 3 mTorr로 고정시킨 후, 기판온도를 올림에 따라 (110) 피크의 강도는 감소한 반면 (101) 피크의 강도가 커졌다. 이것은 기판온도가 올라감에 따라 표면에 증착되는 원자들의 이동도가 증가해서 상대적으로 표면적이 넓은 (101)면으로 우선성장할려는 것으로 판단된다. 그리고 기판온도를 400℃, 작업압력을 3 mTorr로 고정시킨 후 산소 분압을 변화시켰을 때, 산소 분압이 40%이상일 경우 RuO₂는 결정화가 이뤄지지 않았다. 이것은 박막 내에 포함된 잉여 산소들이 RuO₂ 박막의 결정화를 억제했기 때문이다. 또한 기판온도를 400℃, 산소 분압을 10%로 고정시킨 후 작업 압력을 3, 10, 20 mTorr로 변화시켰을 때, (101) 면의 피크가 증가하였다. 이것은 잉여 산소와 RuO₂ 박막 내에 RuO₃ 또는 RuO₄가 존재하기 때문이다. 100℃ 10% 산소 분압 하에서 증착된 RuO₂ 박막을 산소 분위기와 진공분위기에서 열처리 한 결과, 산소 분위기 하에서는 700℃까지는 어떠한 반응도 일어 나지 않았으며 800℃에서는 일부분이 분위기 중에 있는 산소와 반응하여 RuO_{4(g)}로 날아갔지만 그 밖의 다른 반응생성상을 형성시키지는 않았다. 진공 분위기 열처리를 하였을 경우, 500℃에서 부터 RuO₂의 환원반응이 일어남을 알 수 있었다.

4. 참고 문헌

- 1) D. P. Vijay and S. B. Desu, J. Electrochem. Soc., **140**(9), 2640 (1993)
- 2) Pijush BHATTACHARYA, Kyung-ho PARK and Yasuhiro NISHIOKA, Jpn. J. Appl. Phys., **33**, 5231 (1994)
- 3) Kohta YOSHIKAWA, Takafumi KIMURA, Hideyuki NOSHIRO, Seigen OTANI, Masao YAMADA and Yuji FURUMURA, Jpn. J. Appl. Phys. Part 2, **33**(6B), L867 (1994)