

RuO₂ 박막과 RuO₂/Ru 박막의 산소 분위기 열처리시 열적 안정성 연구

오 상 호, 박 찬 로, 박 찬 경
포항공과대학교 재료금속공학과

RuO₂는 비저항이 낮고, 열적으로 안정하며, 확산 방지 특성이 우수하여 Pt와 더불어 고유전 산화물에 대한 전극으로 많은 연구가 이루어지고 있다.¹⁾ 특히 RuO₂는 산소와 반응하여 휘발성이 강한 RuO₃나 RuO₄를 형성하므로 O₂ plasma에 의한 건식 식각이 가능하여 화학적으로 안정한 귀금속인 Pt에 비해 큰 장점을 가지고 있다.²⁾ 그러나 고유전 산화물의 증착 및 후속 열처리가 고온의 산소 분위기에서 이루어 지므로 이 과정에서 이러한 휘발성 가스의 형성은 RuO₂ 박막의 표면 안정성을 저하시켜 캐패시터의 특성을 악화시킬 수 있다. 이러한 RuO₂ 박막의 고온 산소 분위기 열처리 특성에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 반응성 스퍼터링법으로 RuO₂ 및 RuO₂/Ru 박막을 실리콘 기판위에 증착한 뒤 산소 분위기 열처리를 통하여 열처리 온도에 따른 미세 구조 변화와 각 원소의 확산 거동을 관찰하고자 하였다. 또한 Ru층이 표면 반응에 미치는 영향과 RuO₂ 단일막과 RuO₂/Ru 이중막의 failure 메카니즘을 고찰하고자 하였다.

열처리 온도에 따른 미세 조직 관찰 결과 RuO₂ 단일막 및 RuO₂/Ru 이중막 모두 700℃까지는 결정립이 성장하며 안정한 columnar 구조를 유지하였다. 또한 각 원소의 확산도 크게 관찰되지 않아서, RuO₂ 단일막 및 RuO₂/Ru 이중막 모두 산소 분위기, 700℃까지는 우수한 확산방지 특성 및 열적 안정성을 유지함을 알 수 있었다. 산소 분위기 800℃ 열처리시, RuO₂ 단일막의 경우에는 표면에서 휘발 반응으로 인해 열적 안정성이 파괴되었다.(그림) 이것은 XPS 분석으로부터 증착 당시 표면에 존재하는 RuO₃(RuO₂의 결합 구조)가 휘발성이 강한 RuO₃나 RuO₄의 형성에 영향을 준 것으로 판단된다. 그러나 RuO₂/Ru 이중막의 경우에는 표면에서 입자 형성으로 인한 열적 안정성의 파괴가 표면에서의 휘발 반응보다 우선되는 것을 확인할 수 있었다.(그림) 이러한 결과로부터 RuO₂/Ru 이중막에서는 표면에서의 입자 형성이 중요한 열적 안정성의 파괴 기구인 것으로 판단된다. 이러한 입자의 형성은 Ru층내의 Ru 원자가 800℃ 열처리시 RuO₂ 박막내의 결정립계를 통한 확산에 의해 외부 산소와 반응하여 RuO₂ 입자를 형성한 것으로 생각된다. 또한 박막내 Ru층은 산소의 확산에 의해 RuO₂로 산화되었고, 이 과정에서 기판과의 계면에 응력이 형성되었으며(그림), 이는 산화로 인한 격자 팽창에 기인한 것으로 판단된다.

1. A. Grill, W. Kane, J. Viggiano, M. Brady, and R. Laibowitz, J. Mater. Res., 7(12), 3260(1992)
2. Dilip P. Vijay, Seshu B. Desu, Wei Pan, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., 310, 133(1993)

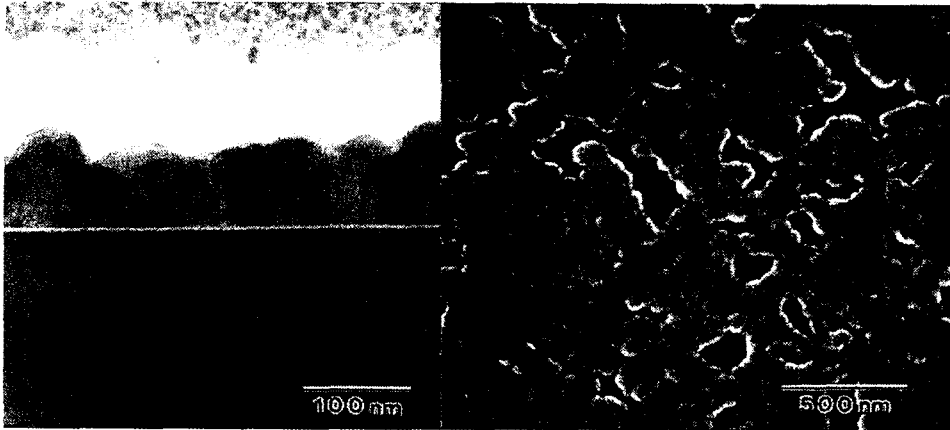


Fig. XTEM BF and SEM surface images of RuO₂ thin film deposited at 300°C and annealed at 800°C for 10 min. in O₂ atmosphere.

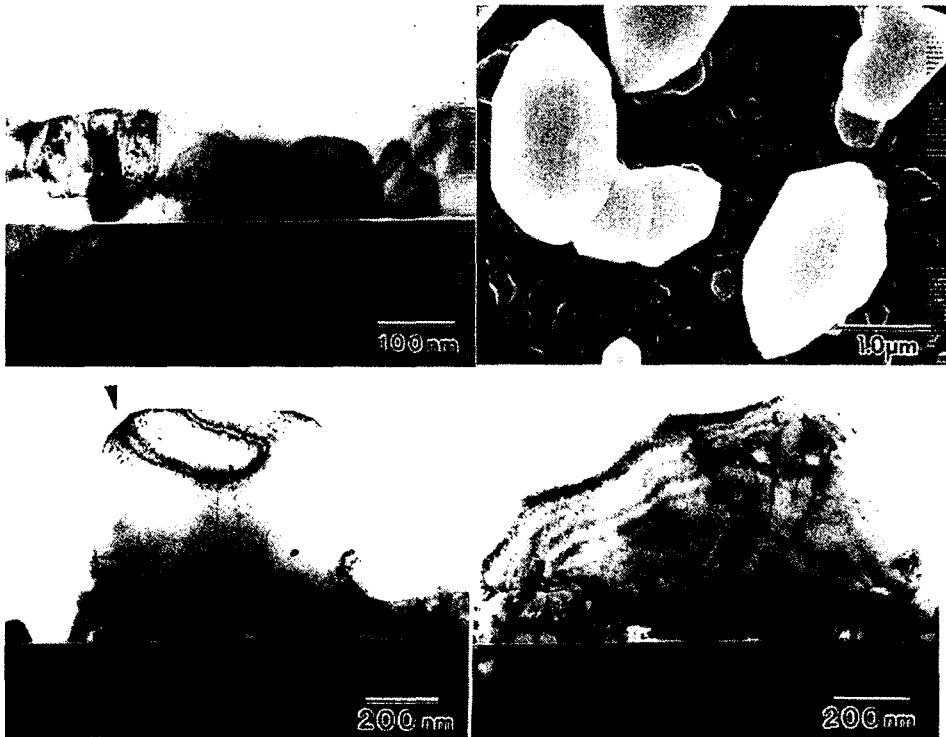


Fig. XTEM BF and SEM surface images of RuO₂/Ru thin film deposited at 300°C and annealed at 800°C for 10 min. in O₂ atmosphere.