

D.C Reactive Sputter 법에 의한 RuO₂ 박막 제조
(Fabrication of RuO₂ thin films by D.C. Reactive Sputtering)

현대전자산업 주식회사 선희정, 홍 권, 유상호, 박홍락, 김종철
 연락처 : 선희정

(467-701) 경기도 이천시 부발읍 아미리 산 136-1

현대전자산업 주식회사 메모리연구소 선행공정2실 주임연구원

TEL : (0336) 30-4472, FAX : (0336) 30-4545/6

E-mail : hjsun%ase%hei@hei510.hyundai.co.kr

기억소자의 집적도가 Gbit 급으로 증가함에 따라 cell 당 요구되는 정전 용량은 동작 전압 감소와 더불어 급격히 증가, 기존의 NO형 축전기로는 개발이 불가능한 실정이다. 현재 이를 개선하고자 고 유전을 박막을 축전기 유전물질로 사용하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 고 유전을 박막을 이용한 축전기를 개발하기 위해서는 고 유전을 박막이 안정한 특성을 갖게 해주는 전극 개발이 선행되어야 한다. 현재 개발중인 전극 재료로는 Pt, Au 등 금속전극, YBCO, RuO₂ 등 산화물 전극 등이 있으나, 이 중 RuO₂ 박막은 전기 전도도가 높으며, 고 유전을 막과의 계면 특성이 우수하기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다. 하부 전극으로서 RuO₂ 막은 단차 피복성을 염려할 필요가 없기 때문에 증착법으로 공정이 비교적 단순한 sputter 법이 고려되고 있다. 그러나 산소 분위기에서 Ru 타겟을 sputter 하는 reactive sputter 법에 있어서, RuO₂ 박막 형성은 산소와 Ru간의 반응이 어렵기 때문에 많은 문제를 내포하고 있다. 따라서 본 연구에서는, 산소 분위기에서 실시하는 reactive sputter시 각 증착 조건이 RuO₂막 형성에 미치는 영향을 조사 분석하였다.

RuO₂ 박막은 8" P-형 (100) Si 기판에 1000Å 두께의 열 산화막을 형성시킨 후, 산소 분위기에서 실시하는 d.c. reactive sputter 법을 이용하여 증착하였다. 증착 온도 및 시간은 200℃, 100초로 고정하였으며, 증착 전력 및 산소 유량이 RuO₂ 박막 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 증착 전력은 1.0kW, 1.5kW, 2.0kW로, 산소 유량은 30 sccm 부터 100 sccm 까지 10 sccm 단위로 변화시키며 박막을 증착하였다. Plasma 상태의 변화가 박막 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 증착 조건 변화에 따른 인가되는 전압과 전류의 변화를 관찰하였다. 증착된 박막의 상 확인은 XRD를 이용 분석하였으며 비저항 변화는 4-point probe 법과 SEM을 통한 두께 측정으로 조사하였다. 박막의 산소 분포는 AES를 이용 분석하였다.

Reactive sputter 법에 있어서 chamber 내부로 유입되는 산소량의 변화는 target 표면 상태 및 plasma에 인가되는 전압 과 전력 등을 크게 변화시켜, 증착된 박막 특성에 지대한 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 본 연구의 경우에 있어서도 증착된 막의 특성은 유입되는 산소 유량과 막에 도달하는 Ru 량을 결정해 주는 조건인 증착 전력에 크게 영향 받음을 알 수 있다. 즉, RuO₂ 박막은 critical 산소 유량 이상에서 형성되나 그 이하 산소 유량에서는 산소가 소량 함유된 Ru 박막이 형성된다. 이러한 critical 산소 유량에서 RuO₂ 박막의 형성은 target 표면의 산화와 밀접한 관련이 있으며, 전이 전후로 전체 압력, 증착 전압 및 전류 등 증착 조건 변화와 더불어 막의 증착 속도, 비저항, 산소 함유량 등 물성의 급격한 변화가 일어난다. 면저항 균일도가 2% 이내인 양질의 RuO₂막은 전이 직후 초기 산소유량 조건에서 얻어지며, 이와 같은 조건은 증착 전력이 증가함에 따라 변화하여 산소 유량이 동시에 증가하여야 만족 된다. 그러나, 산소 유량이 초기 조건 이상으로 과도해지면 표면이 거칠기가 증가하여 facet 형태를 가진 RuO₂ 결정체 막이 형성되며, 그 이상의 산소 유량 조건에서는 전력이 인가됨에도 불구하고 막이 증착되지 않는 현상이 발생한다. 산소 유량 변화에 따른 증착 조건의 변이는 산소 유량을 증가시키는 조건의 경우와 감소시키는 조건의 경우가 일치하지 않는 hysteresis 특성을 보인다.