[I~30]

RICBD 법에 의한 Y_2O_3 박막특성에 관한 연구
(Properties of Y_2O_3 Thin Films Prepared by RICBD Method)

전정식, 문 종, 심태언
삼성전자(주) 반도체 연구소 기초연구팀

1. 서 론

MOS VLSI 소자의 절연막으로써 유전상수 ε가 3.9 인 SiO_2 박막이 널리 사용되어 왔는데 집적화가 진행됨에 따라 SiO_2 층의 두께 감소가 필연적으로 따르게 된다. MOS 트랜지스터에서는 Gm 을 향상시키고 MOS 캐패시터에서는 작은 면적에서도 충분한 정전용량을 확보하기 위한 노력의 일환으로 고유전율 박막의 개발이 요구되고 있다. 특성이 우수한 epitaxial SOI/ VLSI 의 안정된 캐패시터 소자에서 절연체 박막이나 게이트 물질로 Y_2O_3, $SrTiO_3$ 또는 CeO_2 와 같은 고유전 물질을 사용하여야 하는데 이 경우에도 계면에 비정질등이 없는 완벽한 epilayer 를 성장시킬 수 있는 방법을 먼저 개발하여야 한다. 즉, packing 밀도가 높고 radiation damage 를 줄이기 위해서는 낮은 에너지(<10 eV)를 갖는 이온상태로 Y_2O_3, $SrTiO_3$ 등의 고유전물질을 증착시켜야 하는데 재래적인 EB나 Ion gun 법으로는 안정된 낮은 에너지의 이온을 얻기 힘들기 때문에 이를 위해 최근에 이온화된 원자 cluster 빔 증착법(ionized cluster beam deposition:ICBD)이 제안되었다. 따라서 본연구에서는 증착시킬 Yttrium 금속원소를 O_2 분위기에서 증착시키는 반응 ICBD(reactive ICBD:RICBD) 법으로 gate 또는 절연막으로써의 특성이 우수한 Y_2O_3 박막을 제조하였으며 이 박막의 조직을 연구하고 Pt/Y_2O_3/Si MIS diode 의 I-V 전기적특성을 조사하였다.

2. 실험방법

6" p-Si(100) wafer를 HF 세정후 RICBD 법으로 Y_2O_3 를 증착 하였으며 본 연구에 사용된 ICBD 장치의 주요제원은 도가니부, 이온화 부, 전자 가속부로 나눌 수 있다. 도가니를 가열 하기전 process 챔버의 진공도는 10^{-8} torr 을 유지하고 Φ = 5mm, L = 10 mm 인 봉상의 Yttrium(99.999%) 를 도가니에 장입하여 약 2200℃ (Tc)로 가열하였는데 이 때 기판의 온도는 500℃(Ts) 로 하였다. 목적온도에서의 진공도는 약 3 x10^{-6} torr 정도이었으며 O_2 를 흘릴경우는 1x 10^{-5} torr 정도였다. 이온화는 300V,150 mA의조건으로 행하였고 가속전압은 3 kV로 하였다. 이렇게 제조된 Y_2O_3 의 정량적인 조성을 알아보고자 RBS 분석을 행하였으며 결정특성은 XRD, HRTEM 법을 이용하여 조사하였다. 누설전류 및 breakdown 강도는 Pt 를 증착한 후 Pt/Y_2O_3/Si MIS 구조를 HP 4145 에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

박막을 형성후 Y_2O_3 /mixed layer/ SiO2 = 166 Å/46 Å /10 Å 의 구조가 관찰되었는데 증착과 동시에 Y_2O_3 의 결정화가 상당히 진행하였음을 알 수 있었다. X-선 회절 측정결과 2θ = 53.205° 의 b.c.c 구조의 피크가 가장 우세하고 다음으로 2θ = 54.76° 의 h.c.p 구조의 피크가 강하게 나타났는데 이러한 h.c.p 구조의 형성은 박막의 packing density 를 높혀 전기적특성을 향상할 것으로 판단되었다. RBS 분석에서 Y:O = 2:3 으로 전형적인 Y_2O_3 을 확인하였고 optiprobe 를 통한 R.I 값은 1.87 로 나타났다. Pt/Y_2O_3 /Si 구조의 I-V 측정결과 인가전압 -10 V 에서의 누설전류 밀도는 10^{-6}A/㎠ 이하로 나타났으며 MIS 의 diode 의 breakdown voltage 는 - 16 V 이었으며 breakdown 강도는 7 MV/ cm 로 나타났다.