

A - 6

ECRPECVD법에 의한 SiOF 박막 증착시 Ar⁺ 이온이 고유 응력에 미치는 영향

Effect of Ar⁺ ion on the intrinsic stress during deposition of SiOF thin films by ECRPECVD

김석필, 최시경
한국과학기술원 재료공학과

1. 서론

박막내의 잔류 응력은 박막의 기계적인 성질 이외에도 전기적, 광학적 성질에도 영향을 미친다고 알려져 있다. 반도체 소자의 고집적화를 위한 다층 배선 구조에 사용되는 절연막은 소자 동작 속도 개선을 위한 낮은 유전율과 소자의 안정성 향상을 위한 낮은 잔류 응력을 가져야만 한다. SiOF박막은 낮은 유전율을 갖고 동시에 공정에의 적용이 유리하여 널리 연구되고 있는 물질이다. 층간 절연막에 발생하는 잔류 응력은 상하부 금속 배선의 변형, 단락을 일으킬 수 있으며, 소자의 수명을 저하시키는 원인이 된다. 본 연구에서는 SiOF 절연막의 증착시 작업 기체로서 사용되는 Ar이 플라즈마 내에서 박막의 고유 응력에 미치는 영향을 Ar의 유량에 따라서 연구하였다.

2. 실험 방법

Ar, SiF₄, O₂를 작업 기체로 사용하여 Electron Cyclotron Resonance Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition(ECRPECVD)법으로 SiOF 박막을 증착하였다. 기판은 Si(100)을 사용하였으며, 기판 온도는 400°C, 작업 압력은 1mTorr로 고정하였다. SiF₄/O₂ 유량비를 0.3에서 3까지 조절하여 박막 내의 Fluorine 농도를 조절하였고, 각각의 경우에 있어서 Ar의 유량을 0, 5, 10sccm으로 변화시켜 박막을 증착하였다. 박막의 고유 응력은 Laser를 이용한 Beam Deflection법을 이용하여 측정하였다. Si-F 결합의 양을 알아보기 위하여 Fourier Transformed Infrared Spectrum (FTIR)을 이용하였다.

3. 실험 결과

작업기체로 Ar을 사용하지 않은 경우, 박막은 인장의 고유 응력을 나타내었고, Ar의 유량이 증가함에 따라서 박막 내의 고유 응력은 압축 응력으로 변화하였다. Ar을 사용하는 경우, Ar의 높은 이온화 반응으로 인하여 플라즈마내의 Ar⁺ 이온의 양이 급격히 증가하게 된다. 따라서, 증착되는 박막의 표면에 이온이 충돌하는 횟수가 증가함으로 인하여 박막에 압축 응력이 발생하는 것으로 해석되었다. 반면, Ar을 사용하지 않은 경우에는 플라즈마내의 이온의 양이 적어 이온 충돌효과가 감소하여 인장 응력이 발생된 것으로 생각되었다.

SiF₄/O₂ 유량비를 변화시켰을 경우, Si-F결합의 양이 증가함에 따라서 압축 응력과 인장 응력이 모두 완화되는 경향을 보였다. SiF₄/O₂ 유량비가 증가하면 박막내의 Si-F 결합의 양이 증가하게 된다. Si-F 결합이 Si-O-Si 결합 network구조를 끊어주어 구조적인 완화를 일으켰기 때문으로 생각된다.