

SF₆ 가스를 이용하여 remote PECVD 법에 의해 증착된 저유전율 SiOF 박막의 특성연구

(Characteristics of low dielectric SiOF films formed by remote PECVD with SF₆ gas)

유병곤, 강승열, 장원익, 김광호*, 백종태

한국전자통신연구소 반도체연구단, *청주대학 반도체공학과

차세대 반도체의 다층배선 기술에서 필요한 저유전율 박막 제조 기술은 종래의 것 ($\epsilon=4.5\sim 3.9$)보다 더 낮은 유전율과 우수한 전기적 특성 및 단차피복성과 평탄화 특성이 요구되고 있다.

본 연구는 반도체 소자를 제작할 때 필요한 층간절연막으로써 SF₆ 가스를 사용하는 저유전율막 형성 방법과 갭 필링(gap filling)을 개선시킨 공정에 관한 것이다. 새로운 층간절연막을 형성하여 기존의 메모리소자보다도 우수한 정보 전달 특성을 얻기 위하여 공정이 용이하면서 갭 필링(gap filling) 특성이 우수한 저유전율을 얻을 수 있는 remote PECVD 법에 의해 SF₆가스를 사용한 SiOF 박막을 개발하였다.

저유전율 박막을 증착하기 위하여 리모트 플라즈마 강화 화학증착(remote plasma enhanced chemical deposition:RPCVD)법을 사용하였다. 우선 저유전율 SiOF 박막을 제조하기 위한 불소(fluorine)의 원료(source)는 SF₆+N₂O 혼합가스 또는 SF₆+O₂ 가스를 사용하였다. 또한 SiO의 원료(source)로서는 SiH₄가스나 TEOS(Tetra Ethyl Ortho Silicate: Si(OC₂H₅)₄)를 사용하였다. 이때 TEOS 원료는 N₂ 캐리어 가스를 버블러에 넣어 반응기구내로 주입한다. 캐리어 가스의 유량은 0~200 sccm이다. 또한 TEOS 원료는 일정하게 온도가 조절되는 항온조에 담겨져 있는데 통상 온도는 40~50°C정도이다. 기판의 가열온도는 300~400°C 정도이다. 사용된 RF 주파수는 13.56MHz이고 RF power는 상부전극을 통하여 100~300Watts를 인가하였다.

FT-IR 분석 결과에서 SiOF 박막이 생성되어 Si-F의 결합 피크(peak)가 나타났다. 또한 SF₆ 가스의 유량을 변화시켜 얻어진 결과, SF₆ 가스가 30sccm 정도에서 유전율이 3.3정도로 가장 낮은 값을 얻을 수 있었고 그 이상의 유량에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타나고 있다(그림 1).

그림 2는 SF₆가스를 사용한 방법과 SF₆가스를 사용하지 않은 기존의 방법과의 차이를 보여주고 있다. 같은 패턴에서 SF₆ 가스를 사용한 방법이 그렇지 못한 방법보다 보이드(void)가 거의 없는 막임을 확인 할 수 있다. 또 시료 표

면을 살펴보면 기존의 SiO₂ 막보다 SiOF 막이 훨씬 평탄도가 향상된 것을 알 수 있다. 또한 더 좁은 패턴인 0.34 μ m에서도 보이드 없이 매립이 되고 있다. 이 효과는 모서리 부분에 조금 식각이 되어 매립에 좋은 영향을 미치는 것으로도 생각할 수 있으나 SF₆ 가스의 첨가로 표면 반응이 더욱 활성화되어 홀 매립과 표면 평탄화에 효과가 있는 것으로 사료된다.

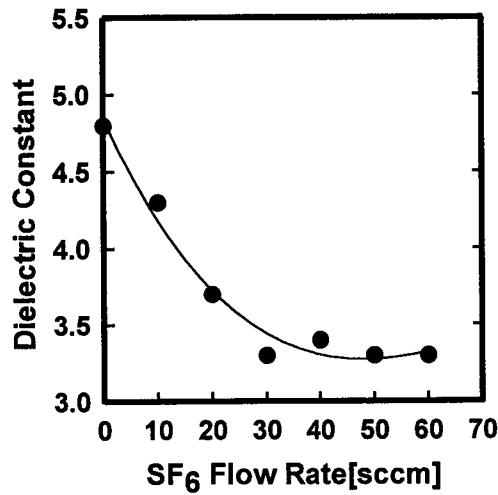


그림 1. SF₆ 가스 유량에 따른 SiOF 박막의 유전율

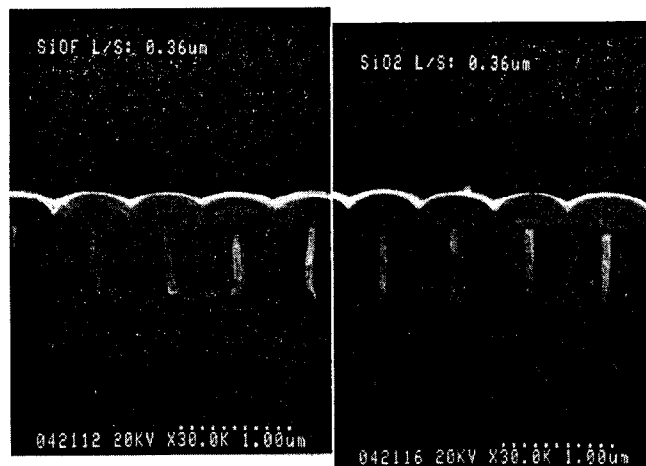


그림 2. 금속배선 (TiW(75nm)/Al(800nm))의 선/폭 0.36 μ m/0.36 μ m인 패턴에 증착된 SiOF 박막과 종래의 SiO₂ 박막의 SEM 단면 사진의 비교.