

PECVD 공정에 의해 제조된 SiO₂ 절연층에 관한 연구

삼성종합기술원 이재욱* 이수열 선우국현
김홍식 허충석 김인웅

I. 서론

PECVD는 고온의 열원(900℃)을 대신하여 plasma 중에서 반응가스를 해리시켜 원하는 박막을 흡착시키는 저온공정(300℃ 이하)으로 반도체 제조 공정의 저온화, 저저항화 추세에 부응하여 많은 연구가 진행되고 있다.

본고는 금속 배선층, 자성층 등의 절연층으로 가장 각광받고 있는 PECVD SiO₂ 박막의 제조조건에 따른 물성변화를 고찰 후 밀도측정, etching 및 I·V test 등을 통해서 제조박막의 치밀도와 전기적 절연특성을 평가하여 우수한 절연특성이 요구되는 소자의 적용에 가능케 하였다.

II. 실험방법

반응가스(SiH₄, N₂O, Ar) 투입비, 공정압력 및 기판온도 등의 제조조건을 변화시켜 SiO₂ 박막을 제조하였다. 기판은 4" Si wafer를 사용하였으며 Ellipsometer를 이용하여 SiO₂ 굴절을 변화를 측정하였으며, 제조박막의 치밀도를 평가하기 위하여 etching, densification test 및 밀도측정을 행하였다. Etching test는 BOE solution(15 HF : 10 HNO₃ : 300 H₂O) 내에 제조시편을 침지하는 wet etching test와 RIE(Reactive Ion Etcher) system을 이용하는 dry etching test를 병행하였고, N₂ 분위기로에서 450℃의 온도로 1시간 열처리 후 두께 감소분을 측정하는 densification test를 행하였다.

이후 전기적인 절연특성을 평가하기 위하여 SiO₂ 박막에 Al 배선막을 성막, pattern을 형성한 후 전류를 증가시키면서 인가하여 break-down voltage(절연내압)를 측정하였다. 또한 3.5μm 두께의 NiFe 박막 pattern에 SiO₂ 박막을 성막 후 step-coverage 특성을 SEM으로 관찰하였다.

III. 실험결과

주반응가스 투입량에 따른 SiO₂ 박막의 굴절을 및 성막속도 변화를 Fig. 1에 나타내었다. SiH₄ gas 증가에 따라 성막속도는 거의 직선적으로 증가하고 굴절율(Reflective Index) 측정 결과 SiH₄ : N₂O = 6.8 : 200(sccm) gas flow ratio로 투입하여 제조시 SiO₂ 구조에 가장 근접해 있음을 알 수 있다.(SiO₂ 고유굴절율 : 1.462)

Fig. 2는 SiH₄ : N₂O = 1 : 29.4의 기본비율에서 전체적인 반응가스의 flow를 변화시 나타낸 특성결과이다. 이론적으로 주반응가스(SiH₄, N₂O)의 양은 줄이고 carrier gas(Ar)의 양은 증가시켜 박막의 치밀도 및 절연특성을 증가시키지만, 본 결과에서는 SiH₄ : N₂O = 1 : 29.4의 기본 비율에서 gas flow의 증감이나 Ar gas flow 첨가량에 따라 전반적으로 특성은 소폭 변화하고 있다. BOE(Buffered Oxide Etchant) etching test 결과 etching rate는 다소 큰 것으로 나타났지만 RIE와 densification test 결과는 가장 안정한 thermal SiO₂와 동등수준을 나타낸다. 그러나 절연내압은 반응가스와 carrier gas의 flow가 클수록 증가한다. 이는 etching test에서 제조박막의 치밀도가 동일한 것을 고려하면, 박막내부의 상대적인 불순물 혼입정도에서 차이가 있었음을 시사한다.

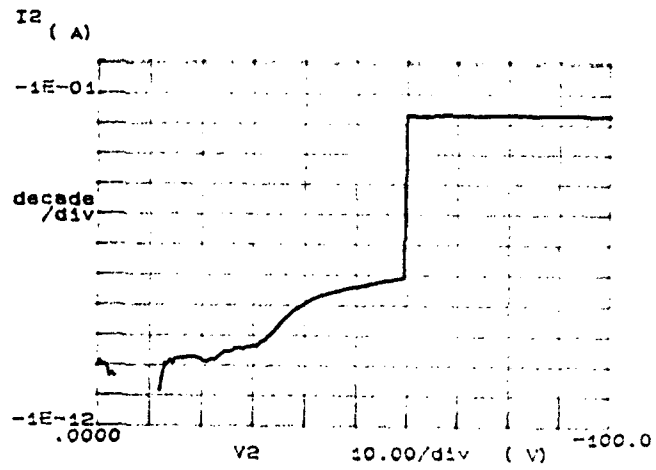


Fig. 3 The curve of I-V characteristics for SiO₂ thin film.
 (SiH₄ : 6.8, N₂O : 200 and Ar : 92.5 sccm)

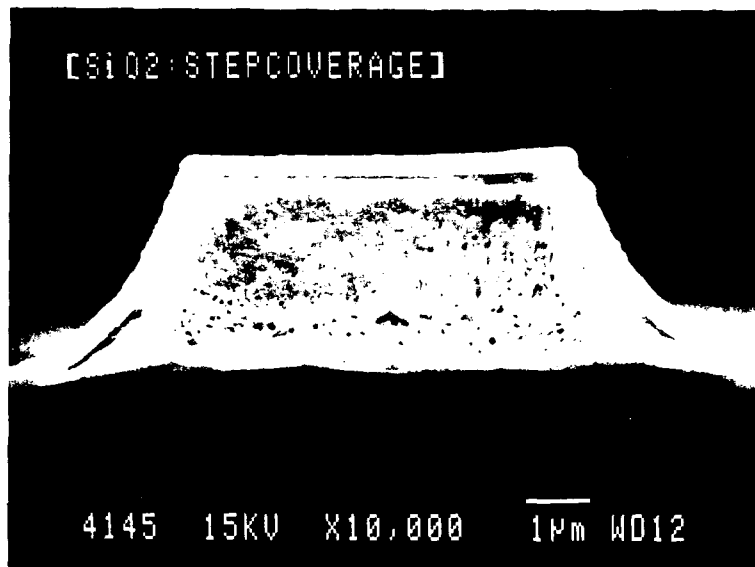


Fig. 4. The SEM photograph of step-coverage.