

원거리 플라즈마 화학증착에 의한 저온 규소 박막의 결정성  
(Crystallinity of low temperature silicon films deposited by Remote-PECVD)

이 일정, 김동환, 이시우  
포항공과대학교 화학공학과 재료공정 연구실  
임인근, 박원규, 김성철  
금성사 안양 연구소

### 1. 서론

박막 트랜지스터를 이용한 평판 액정 디스플레이는 디스플레이 시장에서 상당한 부분을 차지하고 있으며 점차 그 중요성이 커지고 있다. 저렴한 유리 기판을 활용하기 위해서는 600°C 이하의 저온 공정이 필요하며 본 연구에서는 저온에서 화학증착된 규소막의 재료적인 특성을 연구하였다. 플라즈마에 의한 막의 손상을 줄이기 위해 플라즈마 영역과 반응 영역을 분리시킨 간접 플라즈마 방법을 이용하였다.

### 2. 실험방법

다결정 규소 박막의 증착을 연구하기 위해 낮은 압력, cold wall, single wafer 처리용 RPECVD 장치를 사용하였다.(그림 1) 실험에 사용한 기판은 주로 coming 7059 glass였으며 그 밖에 FT-IR 및 XTEM 분석을 위해서 실리콘 기판위에 열산화막이 100nm 증착된 시편을 사용했다. 반응기의 base pressure는  $2 \times 10^{-6}$  torr로 하였고 실제 반응압력은 300 mtorr - 500 mtorr 사이에서 조업하였다. 반응온도는 300°C - 450°C 사이였다. 반응기체는 다이사이렌( $\text{Si}_2\text{H}_6$ )과 테트라플로로사이렌( $\text{SiF}_4$ )을 사용하였고 플라즈마 여기 기체로는 아르곤, 헬륨, 수소를 사용하였다.  $\text{Si}_2\text{H}_6$  와  $\text{SiF}_4$  는 플라즈마 발생영역을 통과하지 않고 직접 반응기로 들어가며 플라즈마 여기 기체를 달리하여 이에 따른 증착 특성을 평가하였다. 본 실험에서는 증착막의 결정성 평가를 위하여 Raman Spectroscopy, X-ray Diffraction 과 TEM 을 이용하였으며 성분분석은 XPS 와 FT-IR을 사용하였고, 막의 두께는 무게측정과 Ellipsometer 그리고 SEM을 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

온반기체를 아르곤, 헬륨 및 수소로 바꿔가며 증착특성을 살펴 보았으며 압력에 따른 증착 속도의 변화를 살펴 보았다. 그 결과 온반기체를 수소로 하였을 경우에 가장 빠른 증착속도를 보였다.  $\text{Si}_2\text{H}_6$ 의 양을 증가시키면 증착속도는 증가하였으나 ESR (그림 2) 분석결과 defect의 양이 많아 지고 비정질의 막을 얻었다.  $\text{SiF}_4$ 의 양이 막의 결정성에 영향을 미치는 중요한 인자였다. 수소 플라즈마하에서  $\text{SiF}_4$  만을 첨가하면 증착이 거의 되지 않았다. Raman 분석 결과 (그림 3)  $\text{SiF}_4$ 를 적정량 첨가한 경우 400°C 이상에서는 모두 결정성을 가지고 있었고 이때의 FWHM(Full Width at Half Maximun)은 4 - 5  $\text{cm}^{-1}$ 로 막의 결정성이 아주 우수함을 보여주었다. TEM 분석으로도 막의 결정성을 확인할 수 있었다. FT-IR (그림 4)과 XPS 분석에 의해 증착온도가 증가할수록 640  $\text{cm}^{-1}$ 의 Si-H의 양이 감소하는 것을 알 수 있었으나 불소기는 검출할 수

없었다. ESR 측정 결과 온도가 증가할수록 defect의 양이 많아짐을 볼 수 있었다. XRD분석에 의하면 결정은 주로 (110) 방향을 나타내었으며 (311)방향도 약하게 나타났다.

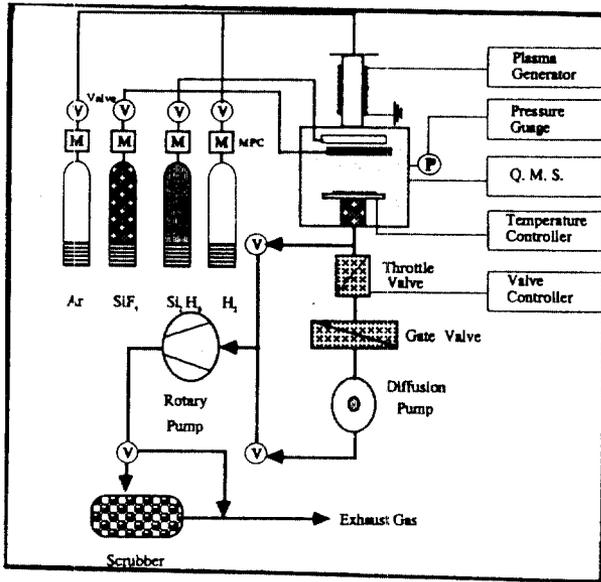


그림 1. Schematic diagram of RPCVD reactor

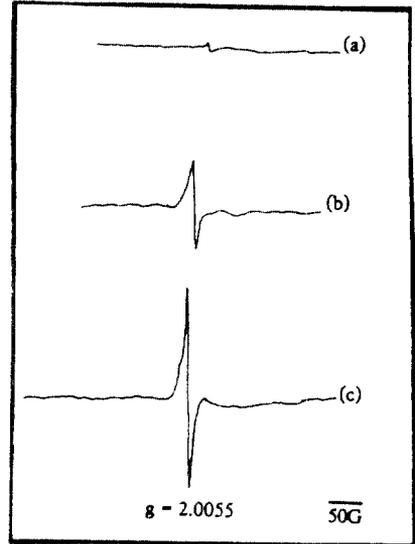


그림 2. ESR spectra of Si films obtained with various  $\text{Si}_2\text{H}_6$  flow rates  
Temp.:  $300^\circ\text{C}$  Pressure: 280mTorr  
(a) 2 sccm, (b) 3 sccm, (c) 5 sccm

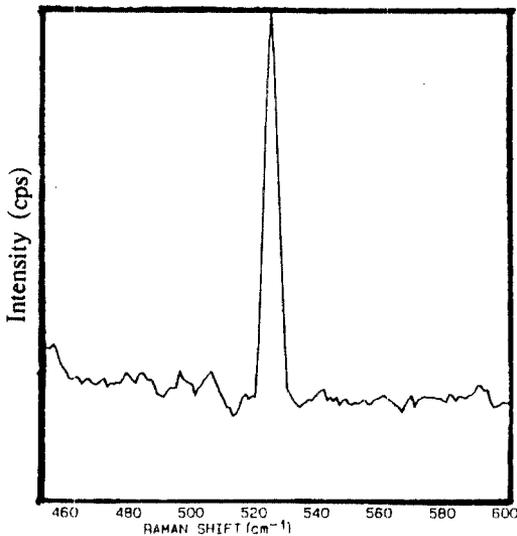


그림 3. Raman spectra for Si film on glass  
Temp :  $425^\circ\text{C}$  Pressure : 400 mTorr  
power : 60W ( $\text{H}_2$  Plasma)

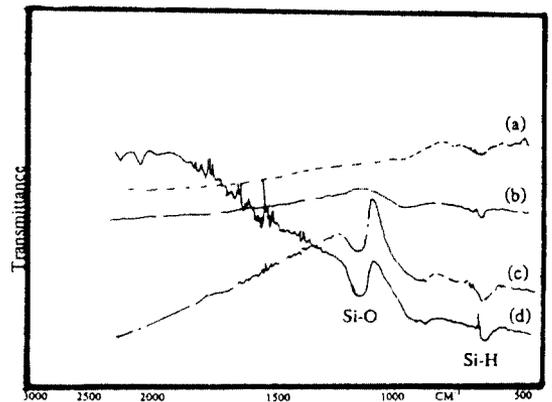


그림 4. Temperature effect on FT-IR spectra  
(a)  $450^\circ\text{C}$ , (b)  $415^\circ\text{C}$ , (c)  $400^\circ\text{C}$ , and (d)  $350^\circ\text{C}$   
( Pressure : 400 mTorr, Power : 60W )