나노결정질 $Si_{(1-x)}C_x$ 박막의 성장

이상욱, 최영순, 이호승, 안성수, 문종엽, 김희연, 신동혁
동국대학교 물리학과

SiC는 전자 유동속도가 높고, 항복전압이 높으며, 화학적 안정성이 뛰어난 넓은 에너지 금지대역 (2.2eV ~ 2.9eV)의 반도체 물질이어서 고온, 고전력 소자로의 응용가능성이 크다. 그러나 단결정 성장에 필요한 온도가 너무 높다는 점과 대면적 SiC기판의 부재, 기판의 생산원가가 비싸다는 점은 SiC를 이용한 소자 연구에 커다란 문제로 남아있다. 한편, 비정질 또는 다결정질 박막은 상대적으로 낮은 온도에서 유리 등의 기판 위에 생성이 가능하며, 특히 물질의 조성비를 변화시켜 물성을 연속적으로 조절할 수 있는 장점이 있다. PECVD 방식으로 Si(100)과 Corning-7059 기판을 사용하고, 온도 300℃, RF-power 50W, 0.4Torr의 압력하에서 반응개스비 CH_4/SiH_4=y를 0에서 1.5까지 변화시켜 $Si_{(1-x)}C_x$ 박막을 성장하였을 때 E_{opt}이 1.4eV에서 2.7eV로 변화됨을 관찰하였다(Fig.1) 그러나 일반적으로 비정질 박막은 결정질의 박막보다 전기적 성질이 뒤떨어지는 단점이 있다. 개스흐름비 y를 1로 고정하고, 온도를 300℃부터 600℃로 변화시키면서 성장한 박막은 온도가 증가할수록 박막내 Si-H, C-H 결합이 점차 감소되며, E_{opt}는 2.7eV에서 2.2eV로 감소하였다. 600℃의 온도에서는 비정질의 실리콘 카바이드가 형성되었다. 온도를 600℃로 고정하고, RF-power를 50W에서 150W로 증가시키면서 성장한 박막의 성장률은 131nm/h에서 90nm/h로 감소하였으며, E_{opt}은 2.2eV에서 2.7eV로 증가하였다. IR 흡수 스펙트럼(Fig.2)으로부터 Si-C stretching band ($800cm^{-1}$)의 반폭치가 $200cm^{-1}$에서 $80cm^{-1}$로 좁아졌으며 $Si-H_n$ stretching($2100cm^{-1}$), $C-H_n$ stretching ($2900cm^{-1}$)band가 관측되었다. 플라즈마의 에너지를 높일수록 박막내 탄소원자가 증가하여 E_{opt}이 증가된 것으로 추정할 수 있으며, IR 흡수선의 반폭치가 줄어든 것으로써 구조의 변화가 일어나 나노결정질의 실리콘 카바이드가 형성된 것으로 판단된다.

개스의 흐름비 조절로 박막의 성질을 조절할 수 있을 뿐 아니라 플라즈마의 에너지를 조절하여 E_{opt}를 조절할 수 있었으며, 박막의 미세결정성으로 전기적인 특성의 향상을 기대할 수 있게 되었다.

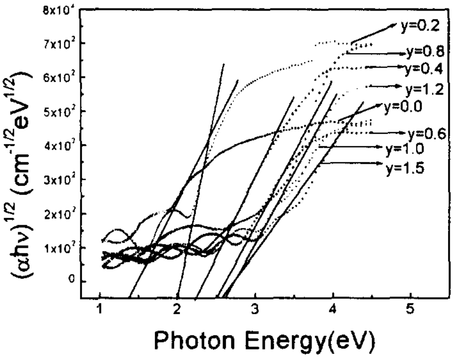

Fig. 1. Tauc's plots for $Si_{(1-x)}C_x$ thin films grown with different gas flow ratios. (at 300℃, 0.4Torr, 50W)

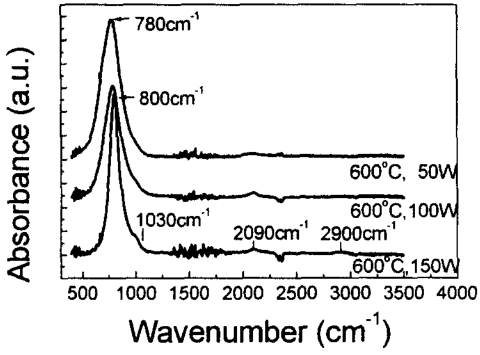

Fig. 2. IR absorption spectra of $Si_{(1-x)}C_x$ thin films grown with different rf-powers. (at 600℃, 0.4Torr, y=1.0)