

[III-12]

$a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ 박막의 고상결정화에 따른 스핀밀도의 변화

노옥환, 윤인호, 이정근
전북대학교 물리학과

다결정 실리콘-게르마늄(poly-SiGe)은 태양전지 및 TFT-LCD와 같은 소자 응용에 있어서 중요하게 연구되고 있는 물질이다. 우리는 수소화된 비정질 실리콘-게르마늄 ($a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$) 박막을 증착시키고 고상결정화시키며 XRD (x-ray diffraction) 및 ESR (electron spin resonance) 측정을 수행하였다. PECVD 증착가스는 SiH_4 과 GeH_4 가스를 사용하였고 Ge의 성분비는 $x = 0.0, 0.1, 0.5$ 정도로 조절되었다. 기판은 Corning 1737 glass를 사용하였고, 기판 온도는 200°C 이었다. 증착 압력과 r.f. 전력은 각각 0.6 Torr와 3W 이었다. 증착된 SiGe 박막은 고상결정화를 위해 600°C N_2 분위기에서 가열되고, 그에 따른 XRD 및 ESR spectrum의 변화를 관찰하였다. ESR 측정은 X-band 그리고 상온에서 행해졌다.

먼저 XRD 측정으로부터 박막의 고상결정화 정도를 알 수 있었고, 고상결정화 과정이 초기 핵형성 단계와 결정화 단계, 그리고 더 이상 결정화가 일어나지 않는 완료 단계로 구분될 수 있음을 보여주었다. X 값이 증가함에 따라 결정화 시간은 훨씬 단축되었다. ESR로 측정된 스핀 밀도는 $a\text{-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{:H}$ 박막이 처음 가열됨에 따라 전체적으로 크게 증가했다가, 결정화가 일어나면서 다시 감소하여 나중에는 거의 변화가 없었다. ESR 신호의 초기 증가는 수소 이탈에 의한 dangling bond의 증가에 기인하며, 다음 단계의 감소 및 안정 상태는 결정화에 따른 결정경계 영역의 감소와 결함들의 안정성에 기인하는 것으로 생각된다. 그러나 흥미로운 것은 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 합금의 경우 가열시간이 증가됨에 따라 Si-db (Si-dangling bond)와 Ge-db에 의한 신호가 서로 분리되어 나타났으며, 이 Si-db 스핀 밀도와 Ge-db 스핀 밀도의 변화정도는 x 값에 크게 의존함을 보여준 것이다. 즉 순수한 $a\text{-Si:H}$ 의 경우 Si-db 스핀 밀도의 증가시간은 4시간 정도였고, 그리고 다시 감소하였으며, $x=0.1$ 인 박막에서 Si-db와 Ge-db의 변화 시간은 순수 Si-db 변화의 경우와 거의 유사하였다. 그러나 $x=0.5$ 샘플에서는 Si-db의 변화가 빨라져서 0.1 시간 안에 증가되었고, Ge-db의 변화는 더 빠르게 수 분 동안에 증가 된후 다시 감소하였다. 이것은 수소의 Si에 대한 친화력 뿐 만아니라 Si-H과 Ge-H 결합에너지가 주위 원자들의 구성에 크게 영향을 받을 수 있는 가능성을 제시해준다.