

PECVD 및 RF 마그네트론 스퍼터 기법을 이용하여 제조된 나노 결정 Si  
박막의 나노구조 및 광학적 특성  
Nanostructural and Optical Features of Nano-crystalline Si Films  
prepared by PECVD and RF Magnetron Sputter Techniques

한규호, 박명범, 조남희  
인하대학교 재료공학부

### 1. 서론

나노 및 비정질 Si(nc-Si, a-Si) 박막에서 발광(PL, photoluminescence) 현상이 발견된 이후, 이들 재료는 광전자(optoelectronic) 산업에서 폭넓은 응용 가능성 때문에 큰 관심을 받고 있다. 이들 재료는 Si 반도체를 기초로 설치된 기존의 저가 및 대량 생산용 반도체 박막 제작 시설인 스퍼터 및 PECVD 등을 이용하여 제조할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이들 Si 박막의 발광 특성은 박막의 나노구조에 의존하는 양자 제한(quantum confinement) 및 계면 효과에 의한 것으로 알려져 있다. 따라서, 정밀한 박막의 발광특성 제어를 위해서는 박막의 나노구조와 광학적 특성과의 상관관계의 이해가 필요하다. 그러나, nc-Si 박막의 나노구조 및 광학적 특성과의 상관관계는 아직 잘 정립되어 있지 못하다. 특히, 스퍼터 및 PECVD 기법을 이용하여 공정변수에 따라서 제조된 nc-Si 박막의 나노구조 및 광학적 특성과의 상관관계에 관하여 발표된 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 RF 마그네트론 스퍼터 및 PECVD 기법을 이용하여 nc-Si 박막을 제조하였다. 또한, 다양한 공정 변수에 따른 박막의 나노구조를 분석하였으며, 박막의 광학적 특성과의 상관관계를 고찰하였다.

### 2. 실험 방법

PECVD와 RF 마그네트론 스퍼터 장치를 이용하여 Si 및 유리 기판 위에 Si 박막을 제조하였다. PECVD 기법을 이용하여 반응가스( $S\% = \text{SiH}_4 / (\text{Ar} + \text{SiH}_4) \times 100 = 10 \sim 33\%$ ), 기판온도(R.T.  $\sim 500^\circ\text{C}$ ) 그리고 플라즈마 전력(100-200 Watt) 등의 공정변수를 변화시키면서 박막을 제조하였다. 스퍼터 기법을 이용하여 스퍼터 가스( $H\% = \text{H}_2 / (\text{Ar} + \text{H}_2) \times 100 = 0 \sim 87\%$ ), 기판온도(R.T.  $\sim 500^\circ\text{C}$ ) 그리고 스퍼터 전력(50~250 Watt) 등의 공정변수를 변화시키면서 박막을 제조하였으며, 박막 제조후 열처리를  $500 \sim 900^\circ\text{C}$ 의 온도 범위에서 30분 동안 수행하였다. 박막의 결정상태와 우선 배향성을 조사하기 위해서, 박막용 XRD와 SAXS를 이용하였다. 박막 표면의 형상과 거칠기를 분석하기 위해 AFM을 이용하였다. 박막의 나노구조를 분석하기 위해서 TEM을 이용하였다. 박막의 광학적 특성을 측정하기 위해서 형광분석기를 이용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

PECVD를 이용하여 상온에서 제조된 박막은 비정질 및 수 nm 결정으로 구성되어 있으며, 기판온도를 상온에서  $500^\circ\text{C}$ 로 증가함에 따라 결정의 크기는 수 nm로부터 수십 nm 이상으로 증가하였다. PECVD를 이용하여 상온에서 제조된 박막은 PL이 관찰되었으며, 대조적으로  $500^\circ\text{C}$ 에서 제조된 박막은 PL이 관찰되지 않았다. 스퍼터 기법으로 제조된 박막의 열처리 온도를  $500^\circ\text{C}$ 로부터  $800^\circ\text{C}$ 로 증가함에 따라서 박막의 결정도는 0.10로부터 0.12%로 증가하였으며, 이로 인하여서 PL특성은 향상되었다.