

**DLI-MOCVD를 이용한 La_2O_3 박막의 증착과
전구체 평가**
(Deposition of La_2O_3 thin film using DLI-MOCVD and
evaluation of precursors)

포항공과 대학교 화학공학과 김상우, 이시우

1. 서론

현재 빠른 속도로 반도체 소자의 집적도가 증가하고 있으며 소자의 성능을 향상시키기 위해 많은 노력을 하고 있다. 특히 게이트 산화막(gate oxide)으로 사용하고 있는 SiO_2 의 한계를 극복하고자하는 연구가 진행중이다. 하지만 $0.1\ \mu\text{m}$ 보다 작은 소자를 구현하기 위해서는 게이트 산화막으로 사용된 SiO_2 두께가 $10 \sim 15\ \text{\AA}$ 정도는 되어야 한다. 이는 SiO_2 를 사용할 수 없는 영역이며 반드시 고유전상수를 가진 물질로 대체하여야 하는 영역이다..

본 실험에서 증착한 La_2O_3 는 유전 상수가 $20 \sim 27$ 정도로 SiO_2 의 3.9보다 7배 정도 큰 유전상수를 가지고 있으며 Si 계면에서 열역학적으로 안정하다고 알려진 물질이다. 이러한 좋은 물성은 SiO_2 를 대체하기에 적합한 물질이다. La_2O_3 박막을 증착하는데 사용한 DLI(Direct Liquid Injection)-MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition)공정은 고집적화된 소자를 만드는데 반드시 사용되어야 할 공정이며 이를 공정에 적용하기 위해서는 적합한 전구체의 선택과 공정 최적화에 대한 연구가 필요하다.

2. 실험방법

증착을 위해 사용된 전구체는 $\text{La}(\text{tmhd})_3\text{-TETEA}$ (tmhd=tetramethylheptadionate, TETEA=triethoxytriethyleneamine)이다. 전구체를 증착에 사용하기 전에 전구체의 열분해 특성을 확인 하기 위해 TGA(Thermogravimetric Analysis) / DSC(Differential Scanning Calorimetry)를 이용하였으며 이 결과를 다른 La 전구체인 $\text{La}(\text{tmhd})_3\text{-PMDT}$ (PMDT=pentamethyldiethylenetriamine)와 비교하였다.

전구체를 평가한 후 0.05 M로 cocktail source를 만들어 증착에 사용했다. 이 용액은 DLI 시스템 (액체펌프와 vaporizer로 구성)으로 주입되며, 액체펌프로 주입량을 조절한다. 반응기체는 O_2 (350 sccm)를 사용하였고, 운반기체는 Ar (150sccm)을 사용하였다. 반응기의 전체 압력은 2 torr이고, 기판온도는 $325 \sim 450^\circ\text{C}$ 의 범위에서 실험하였다. 증착에 사용한 기판은 Si wafer이다. 증착한 박막의 결정성을 확인하기 위해 XRD(X-ray Diffraction Spectroscopy)를 이용하였고, 전기적 특성은 C-V와 I-V meter로 확인하였다.

3. 실험결과

전구체의 안정성을 확인하기 위해 열분석을 수행하였다. 열분석 결과 La_2O_3 박막 증착에 사용된 $\text{La}(\text{tmhd})_3\text{-TETEA}$ 는 320°C 까지 분해가 일어나지 않는 것을 확인 하였다. 또한 기화가 되기 시작하는 온도를 $\text{La}(\text{tmhd})_3\text{-PMDT}$ 와 비교해 본 결과 TETEA ligand를 붙인 전구체가 50°C 정도 낮은 온도에서 기화하는 것을 확인할 수 있었다.

0.05 M을 기화기에 $0.1\ \text{ml/min}$ 의 속도로 주입하여 증착한 La_2O_3 박막을 기판온도에 따라 증착속도를 측정하였다. 분석 결과 $\text{La}(\text{tmhd})_3\text{-PMDT}$ 를 사용하였을 경우보다 증착속도가 20% 증가한 것을 확인하였다. 이는 전구체의 기화특성이 ligand를 붙이므로 해서 개선되었다는 것을 의미한다.

기판온도를 변화시켜 증착한 박막의 결정성을 분석한 결과 325°C 에서 증착된 박막은 cubic상만을 보이지만, 375°C 이상에서 증착한 박막은 cubic 상과 더불어 hexagonal상이 같이 보이기 시작한다. 또한 600°C 에서 열처리 후 결정성을 확인 해 보면 cubic상은 사라지고 hexagonal 상만을 관찰할 수 있었다.