

FT-IR을 이용한 TaCN 박막의 원자층 기상증착공정 (Atomic vapor deposition) 진단 및 반응메커니즘 연구

김석훈, 이시우

포항공과대학교

TaCN 박막은 낮은 비저항을 가지며, 일함수 조절이 용이하여 차세대 게이트 전극으로 주목 받고 있다. 원자층 기상증착법(AVD, atomic vapor deposition)은 CVD(chemical vapor deposition)와 ALD(atomic layer deposition)를 결합한 것으로, CVD의 증착속도와 ALD의 박막물성을 얻을 수 있어서 차세대 반도체공정으로 적용이 가능하다. AVD에서 화학반응은 박막의 증착속도, 비저항, 일함수 등에 영향을 주기 때문에 중요하며, 화학반응연구를 통해 박막의 특성 및 공정에 대한 많은 정보를 제공할 수 있다. 본 연구에서는 AVD에서의 화학반응을 실시간 FT-IR(in-situ Fourier-transform infrared)을 이용하여 확인하였고, 이러한 결과로부터 공정진단 및 반응메커니즘을 제안하고자 한다.

전구체는 TBTDET (tert-butylimido tris-diethylamido tantalum, ${}^t\text{Bu-N}=\text{Ta}(\text{NEt}_2)_3$, ${}^t\text{Bu}:-\text{C}(\text{CH}_3)_3$, $\text{Et}:-\text{C}_2\text{H}_5$)를 사용하였으며, 반응기체는 수소를 사용하였다. 가스 셀(gas cell)의 압력은 3~10torr로 하였으며, 버블러 및 수송관의 온도는 각각 70°C와 90°C로 유지하였다. 화학반응연구에 앞서 전구체의 열적 안정성을 확인하고자 Ar 분위기에서 TBTDET의 FT-IR spectrum을 관찰하였다. 330°C에서 C-H stretching vibration peak가 감소하였으며, 새로운 C=C peak가 나타났다. 또한, 전구체 내에 존재하는 C-N 결합이 $-\text{CH}_2\text{-NH-CH}_2-$ 에서 $-\text{CH}_2\text{-NH}_2$ 로 변화하는 것을 알 수 있었다. 이를 통하여 전구체의 안정성을 확인한 결과, 330°C 이상에서 전구체가 분해됨을 알 수 있다. 수소 분위기에서의 FT-IR spectrum을 관찰한 결과, 330°C에서 새로운 C=C peak가 나타났으나, C-N peak에서는 변화가 나타나지 않았다. 즉, 수소 분위기가 Ar 분위기에 비해 전구체 분해를 억제함을 알 수 있다. 또한, 370°C에서는 C-H stretching vibration 영역에 새로운 C-H peak가 나타났으며, 이는 전구체 내에 존재하는 C-H와 다른 형태의 화학결합에서 나타나는 것으로 cis 또는 trans 구조의 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ 결합으로 생각된다. 그 외에도 전구체 내에 존재하는 C-N과 C-C peak가 감소하고 C=C, C=N 등의 peak가 증가하였다. 수소 기체가 TBTDET 내에 존재하는 π -결합($\text{Ta}=\text{N}$) 또는 비공유전자쌍(amido 그룹 내 N)에서 반응할 경우, 앞서 관찰된 화학결합들이 나타날 수 있고, 이러한 결과로부터 반응메커니즘을 제안할 수 있다. 즉, 증착온도에 따른 화학반응에 차이가 있으며, 이러한 이유로 박막의 조성 또는 박막 내 존재하는 화학결합 비율이 달라지며, 그 결과 TaCN 박막의 비저항 등 물성에 영향을 주는 것을 알 수 있다.