

A-35

**Atomic Layer Epitaxy 방법으로 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 을 사용하여 성장한
 Al_2O_3 박막의 특성 연구
(Characterization of Al_2O_3 films grown by atomic layer epitaxy using
 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ as Al-precursor)**

한국전자통신연구소 윤 선진, 김 혜림, 이 중환, 남 기수

Eaton Korea Ltd. 이 경호

Microchemistry Ltd. Jarmo Skarp

연락처 : 윤 선진 (305-600) 대전시 유성우체국 사서함 106, 한국전자통신연구소 재료기술연구실

책임연구원 TEL : (042) 860-5821, FAX : (042) 860-6108

Travelling wave reactor-type의 atomic layer epitaxy(ALE)는 sputtering 이나 evaporation 등의 기술과는 달리 요철 정도가 매우 큰 기판 위에도 균일한 박막을 성장할 수 있는 방법으로서 표면 포화현상과 연이은 표면 반응을 이용하는 기술이다. 이 기술에 의하면 원자층 단위로 두께 조절이 가능하며 수 mtorr - 수 torr 정도의 저진공하에서도 오염도가 매우 낮은 박막을 얻을 수 있다. 본 연구에서는 microelectronic devices, electroluminescent display 등에 응용 가능한 dielectric layer로 관심을 끌고 있는 Al_2O_3 박막을 travelling wave reactor-type ALE를 이용하여 Si (001) 기판 위에 성장하여 성장 조건에 따른 박막 특성을 연구하였다.

Al_2O_3 박막의 ALE-성장시 주로 AlCl_3 가 Al의 precursor 로 활용되어 왔는데 본 연구에서는 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ (trimethyl aluminum, TMA)를 Al-precursor로 사용하여 H_2O 와의 표면 반응을 유도하여 Al_2O_3 를 성장하였다. AlCl_3 는 고체 상태로서 적당량의 vapor를 얻기위해서는 source 재료를 가열하여야 하나, TMA의 경우 액체 상태이며, 가열하지 않고서도 적당량의 source vapor를 얻을 수 있어서 장비의 구성과 유지가 보다 간편하다는 장점이 있다. 그런데 TMA를 precursor로 이용할 경우 precursor 구성 물질인 탄소(C), 수소(H) 등이 박막 내에 유입되기 쉽고, 이러한 불순물들은 dielectric layer의 leakage current를 증가시키는 등 유해한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 그래서 본 연구에서는 성장 온도를 250 - 400°C 범위내에서 변화시키면서 성장 온도에 따른 C, H 유입량의 변화와 성장 속도의 변화를 살펴 보았다. 또한 AlCl_3 를 precursor로 사용하여 성장한 Al_2O_3 박막과의 특성 비교도 아울러 수행하였다.

Al_2O_3 박막의 성장에는 travelling wave type-ALE 장비인 Microchemistry 사(Finland)의 F-450 model이 사용되었다. 기판으로는 4인치 (001) Si wafer를 주로 RCA 방법으로 세척하여 사용하였다. Al_2O_3 박막의 두께와 refractive index는 ellipsometry를 사용하여 측정하였으며, C, H의량은 secondary ion mass spectrometry(SIMS)로 분석하였다. 또한 박막의 화학적 결합 상태와 결정성은 x-ray photoelectron spectroscopy와 x-ray diffraction 방법으로 분석하였다.

본 연구에서 사용한 온도 범위에서 Si 기판에 성장한 Al_2O_3 박막은 모두 dielectric layer로 사용하기에 유리한 비정질 상태를 가지고 있었으며, 화학적 결합 상태는 Al_2O_3 상태로서 정확한 stoichiometry를 유지하고 있었다. 박막내 유입되어 있는 C, H의량은 TMA를 사용하였을 때 AlCl_3 를 precursor로 사용한 결과에 비하여 약 8배 정도 더 높은 것으로 관찰되었다. 그리고 SIMS와 ellipsometry 분석결과에 의하면 성장온도가 증가할수록 유입되는 불순물의량은 감소하였으며, refractive index는 증가하였는데, He-Ne laser를 광원으로 사용하였을 때 refractive index는 1.64 - 1.68 범위의 값을 나타내었다. 성장속도는 성장온도가 증가할수록 약간 감소하는 경향을 보이는데 이는 온도가 증가할수록 흡착된 precursor가 탈착될 확률이 증가하기 때문으로 생각된다.