

# Atomic Layer Deposition of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin Films with Trimethylaluminum and Acetone on Si substrate

Yeji Lee, Daeun Lim, Jonghyun Kim, Yujin Kim, Sungkyu Kim, Woongkyu Lee\*

*Department of Electrical Engineering, Myongji University, Korea*

*Department of Nanotechnology & Advanced Materials Engineering, Sejong University, Korea*

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 는 높은 유전상수(~9)와 넓은 밴드갭 에너지(~7eV)를 가진 물질로 차세대 게이트 절연막 및 커패시터 유전막을 위한 다양한 high-k 물질 중에서도 가장 먼저 주목받았다. 특히, Al(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (trimethylaluminum, TMA) 와 H<sub>2</sub>O 를 각각 Al 전구체와 반응제로 사용하는 원자층증착공정(Atomic Layer Deposition, ALD) 공정은 재현성이 우수하고 상온 수준의 저온에서부터 500 °C 의 고온까지 ALD 공정온도 범위가 매우 넓다.<sup>[1]</sup> 한편, Si 기판 위에 성장한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막은 고온의 후속공정에 의해 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 Si 기판 사이 SiO<sub>x</sub>로 이루어진 interfacial layer 가 형성되는 문제점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 새로운 반응제인 (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO (acetone)을 사용해 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막의 ALD 공정을 개발하고 화학적, 전기적 특성을 평가하였으며 기존에 잘 알려진 H<sub>2</sub>O 를 사용하는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ALD 공정과 비교하였다.

250 °C 에서 TMA 와 acetone 을 각각 Al 전구체와 반응제로 이용해 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막을 Si 기판에 성장시키는 ALD 증착 공정을 확보하였다. acetone 을 반응제로 사용한 경우에도 각 공정 단계별로 ALD 의 자기 제한적 포화 거동을 확인하였으며, acetone 반응제의 경우 H<sub>2</sub>O 보다 더 긴 주입 시간이 소요됐다. acetone 을 사용한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막의 성장 속도는 0.87 Å/cy 로 H<sub>2</sub>O 를 사용한 공정의 성장 속도인 0.97 Å/cy 보다 다소 낮았다. 서로 다른 산화제를 사용해 증착한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막과 Si 기판 사이 interfacial layer 형성에 대한 분석을 진행하기 위하여 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막을 microwave annealing furnace 를 이용하여 1000 °C 에서 10 분 동안 air 분위기에서 열처리하였다. 열처리 공정 후, TEM 의 cross-section 이미지 및 diffraction pattern 를 통하여 acetone 을 사용한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막에서 더 두꺼운 interfacial layer 형성을 확인하였으며 박막의 결정도 및 결정구조를 분석하였다. 박막의 화학적 결합 상태는 XPS 로 확인하였으며 박막의 결정성을 알아보기 위해 GAXRD 를 이용하였다. 또한, 열처리 온도에 따른 박막의 표면 morphology 를 SEM 을 통하여 비교하였으며 RMS roughness 를 확인하기 위해 AFM 을 이용하였다.

## Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2019R1G1A1100692).

## References

[1] Chem. Mater. 16 (4), 639 (2004).