

# 高純度オゾンを用いた低温 ALD $\text{Al}_2\text{O}_3$ 膜の性質

## Properties of low-temperature ALD $\text{Al}_2\text{O}_3$ film by high purity ozone

明電ナノプロセス・イノベーション<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>

○萩原 崇之<sup>1</sup>, 阿部 綾香<sup>1</sup>, 亀田 直人<sup>1</sup>, 中村 健<sup>2</sup>, 野中 秀彦<sup>2</sup>

MEIDEN NANOPROCESS INNOVATIONS INC.<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>,

○Takayuki Hagiwara<sup>1</sup>, Ayaka Abe<sup>1</sup>, Naoto Kameda<sup>1</sup>, Ken Nakamura<sup>2</sup>, and Hidehiko Nonaka<sup>2</sup>

E-mail: hagiwara-tak@mpi.meidensha.co.jp

半導体デバイスの高集積化に伴う金属酸化物薄膜の精密な膜厚制御と成膜プロセスの低温化の要求に対し原子層堆積 (Atomic Layer Deposition : ALD) 法が注目されている。ALD は原料ガスと酸化種を交互に基板表面へ供給することで原子層を一層ずつ成膜する手法であり、酸化種として  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{O}_2$  プラズマ、オゾン ( $\text{O}_3$ ) が使用される。通常の  $\text{O}_3$  は他の酸化種に比べて表面反応が起こりにくく [1]、 $\text{O}_3$  濃度が低い (10%以下) ため効率的なガス供給ができていないことがその要因と考えられる。今回、 $\sim 100\%$ 濃度の  $\text{O}_3$  (Pure Ozone:PO) [2] を  $150^\circ\text{C}$  以下の ALD (PO-ALD) に適用を試みた。プリカーサーとしてトリメチルアルミニウム (TMA) を用い  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜を成膜し評価した。

図 1 は PO-ALD の Growth per cycle (GPC) の温度依存性である。基板は Si ウエハであり、GPC は各温度にて成膜したサイクル数と分光エリプソメータで得た  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜厚から算出した。GPC は  $1.6\sim 1.9\text{ \AA}/\text{cycle}$  であり、 $150^\circ\text{C}$  基板の  $\text{O}_2$  プラズマ ALD、6%濃度  $\text{O}_3$  の ALD [1] と同様の GPC を実現した。特に  $150^\circ\text{C}$  以下の PO-ALD でも、 $\text{O}_3$  ガスの基板表面への効率的な供給と  $\text{O}_3$  本来の高い酸化力の発揮が示されている。図 2 は  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜の I-V 特性である。I-V 測定は p 型 Si ウエハ上に 60nm の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜を成膜後、 $\phi 500\text{ }\mu\text{m}$  面積の Al 電極を蒸着させ MIS キャパシタを形成し評価した。3MV/cm 以下の漏れ電流密度は、いずれの成膜温度においても検出限界 ( $1.0\times 10^{-8}\text{ A}/\text{cm}^2$ ) 以下であり、 $\text{O}_2$  プラズマ ALD にて成膜した  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [3] と同等の優れた絶縁性を有している。 $\text{O}_2$  プラズマ-ALD は、枚葉処理に限られるが PO-ALD は  $150^\circ\text{C}$  以下では  $\text{O}_3$  の長寿命により複数基板の一括成膜処理も可能であり生産性に優れる。発表では I-V 以外の被覆特性等についても報告する。

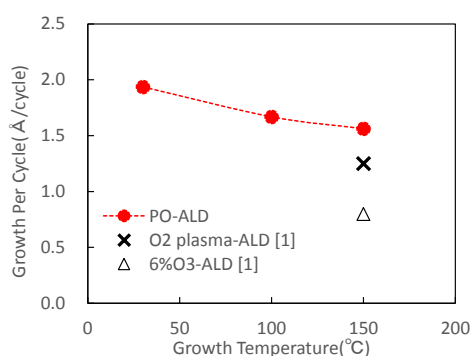


Fig.1  $\text{Al}_2\text{O}_3$  film GPC on Si(100)

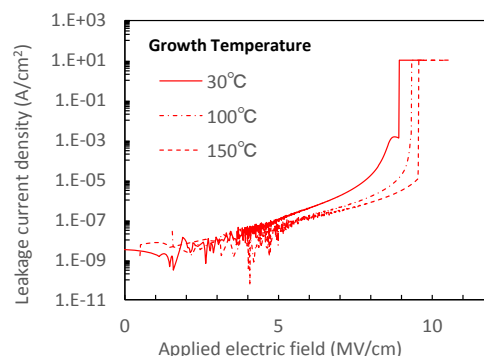


Fig.2  $\text{Al}_2\text{O}_3$  film I-V measurement (Si/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ /Al)

[1] Vikrant R. Rai *et al*, *Langmuir*, **28**, 350-357(2012)

[2] S. Ichimura, *et al*, *J. Vac. Sci. Technol.*, **A22**, 1410-1414 (2004)

[3] 生田目 他, *表面と真空*, **61** No.5, 280-285 (2018)