

高純度オゾン及びエチレンと TMA による低温 ALD 成膜の XPS 分析

XPS analysis of a low-temperature ALD film by high purity ozone and ethylene with TMA

明電舎¹, 産総研², °萩原 崇之¹, 阿部 綾香¹, 亀田 直人¹, 三浦 敏徳¹,

森川 良樹¹, 花倉 満¹, 中村 健², 野中 秀彦²

Meidensha Corp.¹, AIST², °Takayuki Hagiwara¹, Ayaka Abe¹, Naoto Kameda¹, Toshinori Miura¹,

Yoshiki Morikawa¹, Mitsuru Kekura¹, Ken Nakamura², and Hidehiko Nonaka²

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

半導デバイスの高集積化に伴い、金属酸化物薄膜の精密な膜厚制御と低温成膜プロセスが要求されており、成膜技術として原子層堆積 (Atomic Layer Deposition : ALD) 法が注目されている。我々は、ALD プロセスの低温化のため、高純度オゾンガス(濃度~100%)とエチレンガスの反応による OH ラジカル生成技術 (OER 法 : Ozone- Ethylene Radical generation technology) を ALD に適用し (以下、OER-ALD とする)、トリメチルアルミニウム(TMA)を用いて、室温で ALD プロセスにて絶縁性に優れた膜質を有する Al_2O_3 成膜を可能にした[1]。今回、OER-ALD の成膜機構を明らかにするため、OER-ALD を用いて成膜された Al_2O_3 膜を XPS 分析した。

Si ウエハ上へ OER-ALD にて、30, 100, 及び 150°C で Al_2O_3 を成膜した。Fig.1 に Al_2O_3 膜中の XPS (PHI 社製 Quantera SXM) の C1s スペクトルを示す。縦軸は Al2p のスペクトル強度で規格化した。30 と 100°C 成膜の Al_2O_3 膜では、酸素プラズマ ALD や水蒸気 ALD で観測される C-C, C-H に起因する 285eV 近傍のピークが見られないことに加え、新たに高酸化状態の炭素を含む CO_3 結合に起因する 290eV 近傍のピークが確認された。 CO_3 の存在は 6%濃度オゾンを用いた ALD プロセス中での報告例[2]があり、オゾン反応の寄与で生成したと推測される。Fig.2 に膜中炭素含有率の温度依存性を示す。炭素含有率は成膜温度上昇と共に減少し成膜温度 150°C では検出感度 (1%) 以下となる。炭素含有率が検出感度以下になる成膜温度は、酸素プラズマ ALD で 200°C 以上、水蒸気 ALD で 300°C 以上だが[3]、本手法はこれらと比べて低温で実現することがわかった。当日はこれらの手法による ALD 反応機構の違いについて議論する予定である。

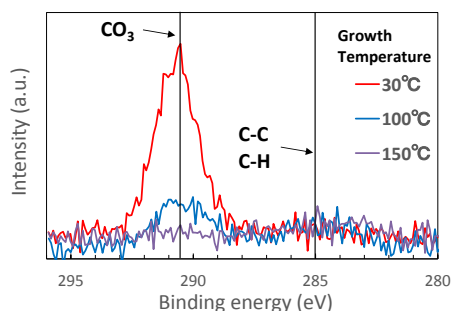


Fig.1 XPS spectrum of C1s in Al_2O_3 film.

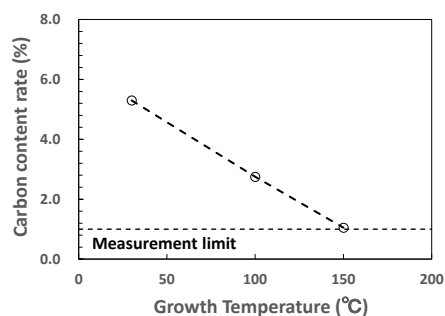


Fig.2 Carbon content rate in Al_2O_3 film.

[1] 亀田直人 他 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 予稿集 11p-s222-7(2019).

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

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