

DMAH を用いた原子層堆積による Al_2O_3 誘電膜の形成Fabrication of Al_2O_3 Dielectric Film Grown by Atomic Layer Deposition with DMAH°吉嗣 晃治¹、石河 泰明¹、高橋 清²、浦岡 行治¹ (1.奈良先端大、2.日本アルキルアルミ)°Koji Yoshitsugu¹, Yasuaki Ishikawa¹, Kiyoshi Takahashi², Yukiharu Uraoka¹

(1.NAIST, 2.Nippon Aluminum Alkyls, Ltd.)

E-mail: yo-koji@ms.naist.jp

【はじめに】

GaN 系電子デバイスにおける絶縁ゲート材料や、Si 系太陽電池の電界効果パッシベーション膜として、原子層堆積(atomic layer deposition, ALD)による Al_2O_3 誘電膜が期待されている。ALD- Al_2O_3 の Al 原料としては、高い揮発性と熱安定性をもつ TMA (trimethylaluminum, $\text{C}_3\text{H}_9\text{Al}$)が広く用いられ、プロセスが確立されているが、TMA はメチル基 3 つと結合しているため、生成物中に炭素不純物が残留しやすく、立体障害が大きいために単分子吸着が困難である。本研究では、TMA に代わる新規 Al 有機金属化合物として、メチル基の一つが水素と結合した DMAH (dimethylaluminum hydride, $\text{C}_2\text{H}_7\text{Al}$)に着目し、原子層堆積による Al_2O_3 膜の形成と電気的特性評価を試みた。

【実験方法】

水素終端された p-Si 基板上に原子層堆積による Al_2O_3 誘電膜の形成を試みた。DMAH は TMA と比較して蒸気圧が低いため、加熱した原料タンクの蒸気圧と真空との差圧を利用して成膜室に導入した。酸化剤には O_3 を、パージガスには N_2 を用いて基板温度 300°C にて原子層堆積を行い、分光エリプソメトリによって生成物の膜厚及び光学定数を評価した。また、生成物の電気的特性評価のために、原子層堆積後に表面と裏面に Al 電極を蒸着し、平行平板型の MIS キャパシタを作製し、準静的(quasi-static, QS)容量及び 1 MHz の高周波容量電圧(C-V)特性評価を行った。

【結果と考察】

分光エリプソメトリによって測定した ψ と Δ は、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ の単純 2 層構造のフィッティング結果とよく一致し、 Al_2O_3 誘電膜の波長 633 nm における屈折率は 1.6 程度を示した。このことから、DMAH を用いた ALD- Al_2O_3 誘電膜の形成が確認された。Fig.1 に Al_2O_3 膜厚のサイクル数依存性を示す。膜厚はサイクル数に対し単調増加する典型的な ALD の特徴を示した。この傾きから GPC を算出した結果、TMA+ O_3 では $0.91 \text{ \AA/cycle}$ であったのに対し、DMAH+ O_3 では $1.31 \text{ \AA/cycle}$ と、成膜速度が 44%増加することがわかった。DMAH 分子の立体障害は TMA 分子より小さいことから、表面種をより多く吸着・被覆したと考えられる。Fig.2 に膜厚 20 nm の Al_2O_3 をゲート誘電膜に用いた Al/ Al_2O_3 /p-Si MIS キャパシタの C-V 特性を示す。DMAH+ O_3 試料は TMA+ O_3 試料と極めて類似した特性を示した。2 周波数間の界面準位の電荷応答による容量差はほとんど現れず、High-Low 法より見積もられる界面準位密度は検出限界以下の $10^{11} \text{ cm}^{-2}\text{eV}^{-1}$ を示し、良好な MIS 界面特性が得られた。したがって、DMAH は TMA と同等の Al_2O_3 誘電膜を原子層堆積する上で、より速い成膜速度で実現可能であることを明らかにした。

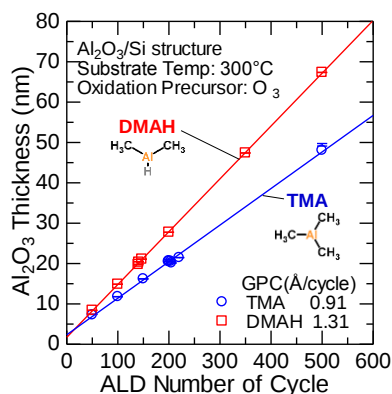


Fig. 1 Al_2O_3 thickness as a function of ALD number of cycles using TMA or DMAH.

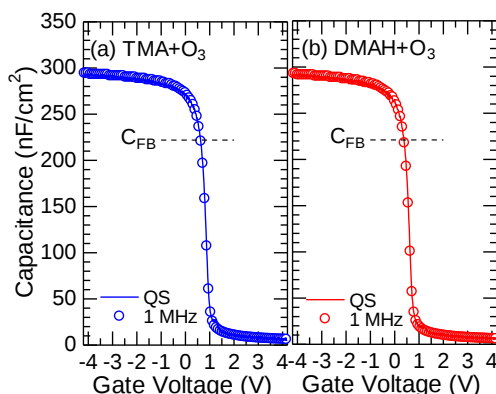


Fig. 2 C-V characteristics at quasi-static and 1 MHz of MIS capacitors using (a) TMA or (b) DMAH.