

エピタキシャル Ge 上の直接 ALD による Al_2O_3 層の形成と評価

Formation and characterization of Al_2O_3 films by ALD directly on epitaxial Ge

○繁澤えり子、佐野良介、池上和彦、澤野憲太郎、野平博司（都市大）

○ Eriko Shigesawa, Ryosuke Sano, Kazuhiko Ikegami,

Kentarou Sawano, Hiroshi Nohira (Tokyo City Univ.)

E-mail: g1781334@tcu.ac.jp

CMOS の性能向上にあたり、近年 Si に代わる材料として Ge が注目されている。これまで Ge-MOSFET のゲートスタック形成において、原子層堆積 (ALD) を用いた Al_2O_3 膜形成が利用されている[1]。一般に Al_2O_3 膜は Ge 基板のウェット洗浄後に成膜されるが、Si と比べて Ge の洗浄では良質な水素終端が得られず、界面への不純物混入が危惧される。我々は Ge をエピタキシャル成長させた後、直接原子層堆積 (ALD) することで界面特性の向上を試みている。今回、ALD の初期堆積レートに大きな差異が見られたので報告する。

試料構造を Fig.1 に示す。Ge 基板上に、MBE を用いて Ge を 300°C でホモ・エピタキシャル成長させた後に、真空内搬送によって ALD チャンバーへ基板を導入した。その後、基板温度 200°C で Al_2O_3 膜の ALD を行った (試料 A)。比較として、エピ成長後に一端基板を大気に曝した後、再度 ALD チャンバーに導入し、同様に ALD を行った試料 B、Ge 基板を HF によるウェット洗浄後、ALD チャンバーへ搬入し、同様に ALD を行った試料 C を作製した。

まず分光エリプソメーターにて Al_2O_3 膜の堆積膜厚を評価した。Fig.2 に膜厚の ALD Cycle 数依存性を示す。試料 C では明らかに堆積の開始に遅れが生じている一方、エピ Ge 上では、堆積遅れが見られず、ALD 開始時から膜が生成され始めることがわかる。これは、清浄なエピ Ge 表面のダングリングボンドがあるためであると推定できる。

より詳細に調べるため、ALD 20 サイクルの条件で、試料 A, B の XPS 測定 (脱出角度: 21°) で比較した結果を Fig.3 に示す。真空搬送を行った試料 B は、大気暴露を行った試料 A より Al_2O_3 のピークが大きく、Ge 及び GeO_x のピークが小さい。このことから真空搬送試料の方が、より Al_2O_3 膜堆積が ALD 開始時から大きく進んでおり、さらに Ge の酸化も抑制されていると言える。

以上の結果より、エピタキシャル成長させ、直接 ALD を行うことで、完全に清浄な表面へ高品質な Al_2O_3 膜が形成でき、界面特性の向上

へもつながることを期待される。

本研究の一部は、都市大ナノテクノロジー研究推進センター、文科省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業、科学研究費補助金の支援を受けて行われた。

[1] R. Zhang et al., IEEE TED, **60**, 927 (2013).

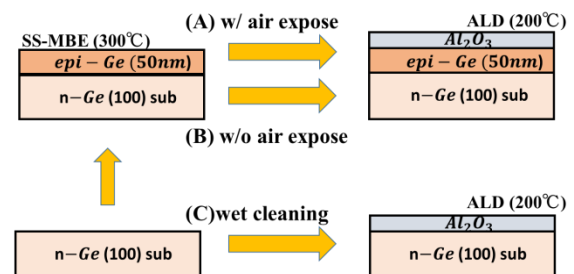


Fig.1 Sample structures formed in this study.

(A) ALD Al_2O_3 on epi-Ge with air exposure,
(B) ALD Al_2O_3 on epi-Ge without air exposure and
(C) ALD Al_2O_3 on wet-cleaned Ge substrate.

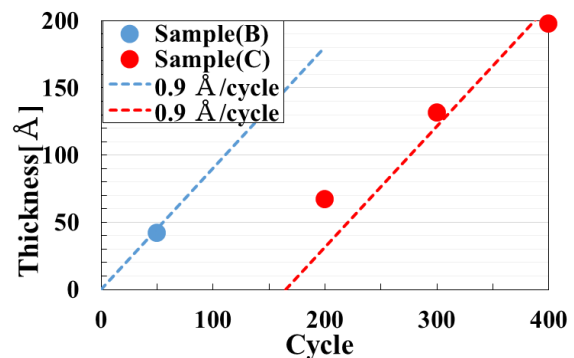


Fig. 2 ALD Al_2O_3 thickness against ALD cycle for Samples (B) and (C)

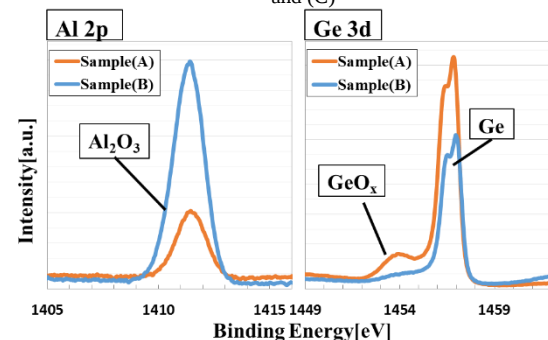


Fig. 3 XPS spectra of ALD Al_2O_3 on epi-Ge with and without air exposure (Samples (A) and (B)).