

窒化物半導体デバイス応用に向けた Tetraethoxysilane を用いた プラズマ化学気相堆積法による SiO₂ 膜の基礎的評価

Study of SiO₂ Films Formed by Plasma Chemical Vapor Deposition Using Tetraethoxysilane for Nitride Semiconductor Devices

豊橋技術科学大学, °(M1) 鹿田 颯吾, (M2) 山形 翔, 赤井大輔, 岡田 浩

Toyohashi University of Technology, °S. Shikata, S. Yamagata, D. Akai and H. Okada

E-mail: shikata.sogo.ax@tut.jp, okada@las.tut.ac.jp

有機シリコン材料である Tetraethoxysilane (TEOS)を用いたプラズマ化学気相堆積(CVD)法によるシリコン系絶縁膜の成膜は、装置などの取り扱いが比較的容易であり、高速な成膜が可能である。電子デバイスのパッシベーション膜や層間絶縁膜などへの応用や、窒化物半導体を含むパワーデバイス応用も期待される。実際に電子デバイス応用を行うためには、絶縁膜質や絶縁膜/半導体界面の特性を把握する必要がある。本研究では TEOS を用いたプラズマ CVD による SiO₂ 膜の光学的・電気的特性を評価した。

n 形および p 形 Si 基板上に厚さ 100 nm 程度の SiO₂ 膜を堆積した。堆積は TEOS と酸素を用い、堆積温度は 350°C で行った。今回は堆積レートが約 0.4 μm/minとなる条件で成膜した試料について評価した。電気的特性の評価には図 1 に示す試料構造のように表面に Al ドット電極を蒸着し、裏面に Ti/AlSi/Ti 電極をスパッタリング成膜した MOS キャパシタ構造を作製した。

堆積膜の単光エリプソメータ評価から、屈折率は 1.47 であった。図 2 に全反射測定(ATR)モードで測定した堆積膜のフーリエ分光赤外線吸収スペクトルの例を示す。SiO₂ 膜に特徴的に見られる 800 cm⁻¹ 付近、および 1080 cm⁻¹ 付近の明瞭な吸収スペクトルが観測され、良好な SiO₂ 膜形成が示唆された。

図 3 に MOS キャパシタの 1 MHz における C-V 特性の例を示す。図 3(a)に示す As deposition の膜の C-V は蓄積および空乏の振る舞いが観測されたものの C-V 曲線にはばらつきが見られた。図 3(b)には堆積後アニール (post deposition annealing: PDA)として N₂ 雰囲気中で 400°C、20 分間の熱処理を行った試料の C-V 特性を示す。PDA によりヒステリシスや特性のばらつきが抑えられる傾向が見られたが、-5 V 近い負バイアス方向へのシフトが目立った改善は見られなかった。いずれの C-V 曲線も電圧軸方向に伸びており、界面準位の影響が考えられる。電流密度-電界(J-E)特性の結果を解析中であるが、Fowler-Nordheim トンネル機構では説明できない振る舞いが見られた。デバイスへの応用に向けて成膜条件と膜質や界面特性との関連を調査する。
謝辞:本研究はJSPS科研費(23K03956)、内閣府スタートアップ研究助成、日東学術振興財団の支援を受けた。

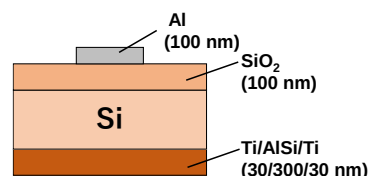


Fig.1 Sample structure.

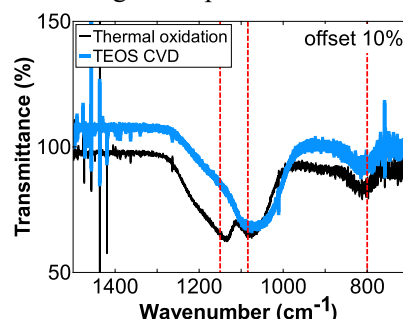


Fig.2 ATR measurement results.

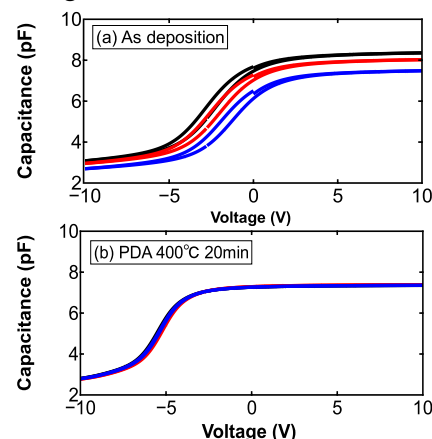


Fig.3 C-V of (a) as deposition, and (b) PDA applied SiO₂/Si MOS capacitor.