熱処理前後におけるプラズマ ALD 積層絶縁膜の膜質および界面評価

Characterization of the multiple thin oxide films and interfaces on Si by PEALD

東レリサーチセンター ○棚橋 優策，小川 慎吾，井上 敬子，杉本 智美，清水 夕美子，小坂志乃，関 洋文

Toray Research Center, Inc., °Yusaku Tanahashi, Shingo Ogawa, Keiko Inoue, Tomomi Sugimoto, Yumiko Shimizu, Shino Kosaka and Hirofumi Seki

E-mail: Yusaku_Tanahashi@trc.toray.co.jp

半導体デバイスは、3 次元化技術の実用などで低温プロセスが求められており、薄膜形成にはプラズマを利用した原子層堆積法(Plasma-Enhanced Atomic Layer Deposition)が用いられている。ALD による成膜は CMOS デバイスの High-k 膜，メモリキャパシタ絶縁層などにも適用されており、積層構造になる場合も多く、このような積層構造を熱処理した際に起こる、膜質変化や界面反応などの膜物性を正確に把握することは、プロセス開発にとって非常に重要である。そこで今回我々は、PEALD で成膜した Al_2O_3 (5 nm) / SiN (5 nm) / SiO_2 (5 nm) on Si について、異なる温度で熱処理した際の各層の膜質および界面での反応有無を、複数の分析手法を用いて多角的に評価したので報告する。

熱処理は、ランプアニールを用いて不活性雰囲気で 650 ℃、800 ℃、1000 ℃を各 90 sec.行った。As-depo および各温度で熱処理を行った試料について、X 線反射率測定(XRR)のプロファイルを Figure 1 に示す。解析の結果、Al_2O_3 の密度は as-depo に対して 650 ℃、800 ℃と徐々に高密度化しており、1000 ℃ではドラスティックに変化していた。一方、SiN 膜については僅かな差ではあるが、高温になるほど低密度化の傾向が見られるという興味深い結果であった。また、界面反応の点においては、1000 ℃試料のみ Al_2O_3 / SiO_2 界面で 1 nm 弱の界面層の存在が示唆された。Figure 2 には FT-IR のスペクトルを示す。各試料共 Al-O、Si-N、Si-O の吸収だけでなく、3600 cm^{-1} 付近に Si-OH 基由来の吸収や、3400 cm^{-1} 付近の N-H 基による吸収、さらには 2200 cm^{-1} 付近に Si-H 基による吸収も観測され、熱処理前後だけでなく温度によっても試料間で差が見られた。当日は、他の分析手法の結果も交え、PEALD 積層絶縁膜の熱処理による膜質変化とそれに伴う電気的特性の関連について考察を行う予定である。

＊本研究の一部は、文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム」事業の支援を受けて、(独) 産業技術総合研究所ナノプロセシング施設において実施されました。

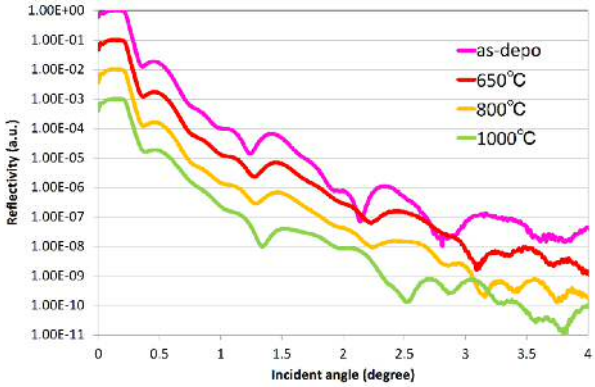

Figure 1 XRR profiles of samples before / after annealing

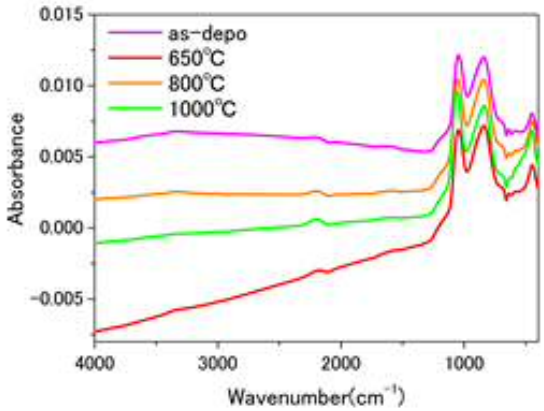

Figure 2 FT-IR spectra of samples before / after annealing