

反応性 RF スパッター法による p-Ge 基板上への GeO₂ 薄膜形成

Formation of GeO₂ Thin Films on p-Ge Substrate by Reactive RF Sputtering

諏訪東京理科大学¹, 山梨大学²

○柳炳學¹, 関溪太², 菊地泰斗¹, 梁池昂生¹, 石崎博基¹, 王谷洋平¹, 佐藤哲也², 福田幸夫¹

Tokyo Univ. of Science, Suwa¹, Univ. of Yamanashi²

○B. Yoo¹, K. Seki², T. Kikuchi¹, K. Yanachi¹, H. Ishizaki¹, Y. Otani¹, T. Sato², and Y. Fukuda¹

E-mail: y-fukuda@rs.suwa.tus.ac.jp

1. はじめに 現在、MOSFET の更なる性能向上を目指して、高移動度チャンネル材料 Ge 基板上へのゲートスタック形成の研究が進められている。GeO₂ はゲート絶縁膜として、また、high- κ /Ge の中間層としても重要であり、これまでに熱酸化法やプラズマ酸化法による形成とその MOS 特性が報告されている。今回、反応性 RF スパッター法による GeO₂ 形成を検討したので、その結果を報告する。

2. 実験方法 6 インチ多結晶 Ge をターゲットとして反応性 RF スパッター法により 2 インチ p 型 Ge 基板上に GeO₂ を形成した。主な成膜パラメータは基板温度で、室温から 500°C の範囲で成膜実験を行った。得られた GeO₂ の膜厚測定と GeO₂/Ge 界面の化学結合状態の評価は多入射角分光エリプソと XPS により行った。電気特性評価は Pt 電極 MOS キャパシターを作製して行った。また、MOS 形成後の熱処理効果を検討するため、1 気圧 N₂ ガス雰囲気中で 400°C-30 分間の PMA 処理を行った。

3. 実験結果 MOS キャパシターの電気特性評価より、GeO₂ 及び GeO₂/Ge 界面の特性は成膜時の基板温度と PMA 処理に強く依存することが分かった。基板温度が室温から 300°C の範囲では、基板温度が高いほど膜質が良くなり、PMA 処理によるヒステリシスと界面トラップ準位密度の低減も顕著であった。一方、400°C 以上で成膜した GeO₂ では著しいリーク特性の劣化が見られた。

以下、基板温度 300°C で成膜した GeO₂/Ge の特性評価結果を示す。

Fig. 1 に GeO₂ を Ar イオンエッチングにより薄膜化した後に得られた GeO₂/Ge 界面の Ge 3d スペクトルを示す。ピーク分離の結果、Ge は 4+ と 0 が支配的であり、2+ からの寄与は小さいと考えられる。

Fig. 2 に、PMA 処理前後の C-V 特性の変化を示す。アニール炉内残留酸素による再酸化の影響と思われる蓄積容量の減少が見られるが、PMA 処理により顕著なヒステリシス特性とフラットバンド特性の改善が見られる。

Fig. 3 に室温コンダクタンス法により求めた界面トラップ密度とゲート電圧との関係を示す。PMA 処理により界面トラップ密度が著しく低減し、ミッドギャップ近傍で $3 \times 10^{11} \text{cm}^{-2} \text{eV}^{-1}$ の値が得られた。

4. まとめ 反応性 RF スパッター法による Ge 基板上

への GeO₂ 膜形成について検討した。得られた GeO₂ 膜と GeO₂/Ge 界面の電気的特性は成膜時の基板温度と PMA 処理に強く依存することが分かった。

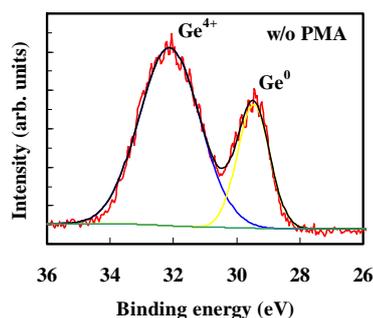


Fig.1 XPS spectra obtained from as-deposited GeO₂/Ge interface. GeO₂ was deposited at 300°C.

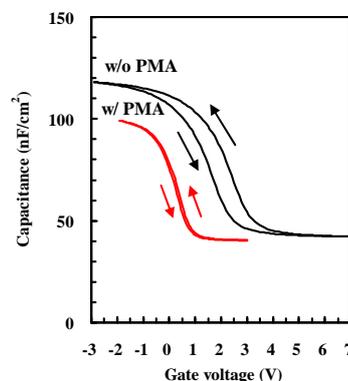


Fig.2 C-V curves of Pt/GeO₂/p-Ge capacitors without and with PMA at 400°C in 1 atm N₂.

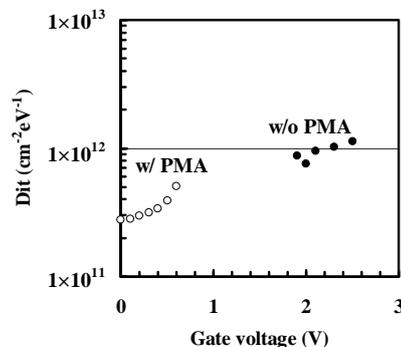


Fig.3 Interface trap density versus gate voltage characteristics of Pt/GeO₂/Ge capacitors without and with PMA at 400°C in 1 atm N₂.