

Hf-Post Metallization Annealing による GeO_2/Ge 界面の特性変化

Characteristic change of GeO_2/Ge interface by Hf-Post Metallization Annealing

農工大院工, ○藤原 遥香, 岩崎 好孝, 上野智雄, 山田浩史, 並木美太郎

Tokyo Univ. of Agri. & Tech, ○Fujiwara Haruka, Yoshitaka Iwazaki, Tomo Ueno,

Hiroshi Yamada, Mitaro Namiki

E-mail: s174243z@st.go.tuat.ac.jp

1. 研究背景

これまで電子機器の発展を担ってきた Si を基板材料とした半導体デバイスの高性能化は物理的な限界が近づいており、新材料を用いた高性能化の研究が盛んに行われている。本研究では Si よりも電子移動度の高い Ge を採用し、熱酸化による GeO 脱離の問題^[1]が残る GeO_2/Ge 構造上に Hf を堆積し熱処理を施すこと (PMA: Post Metallization Annealing) で界面特性の向上を試みた。

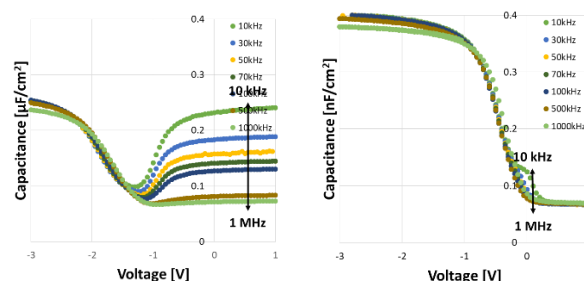
2. 実験方法

p-Ge(100)基板を有機洗浄および HF 洗浄し、 500°C , 30 分の熱酸化にて GeO_2 (~20 nm)/Ge 構造を作製した。PMA として Hf 堆積はスパッタリング法にて 1, 1.5, 2 nm と変化させ堆積し、 N_2 雰囲気中 300°C で 20 分間の熱処理を行った。電極として蒸着法で Al を堆積させ、C-V 測定により界面特性、I-V 測定により絶縁性、昇温脱離ガス分析法(TDS)測定により GeO 脱離温度を評価した。

3. 実験結果および考察

周波数を 10 k~1 MHz に変化させて C-V 測定を行った結果を Fig. 1 に示す。PMA を施すことで低周波域での応答が消失し、またこの結果より求めた界面準位密度(D_{it} 値)は大幅に減少し、界面特性の改善が確認できた。加えて Hf 1.5 nm においては PMA を施すことにより容量値の増加が観測され、酸化膜の組成変化も考えられる。I-V 測定の結果を Fig. 2 に示す。PMA を施すことによりリーク電流の減少が見られ絶縁性が大幅に改善されたことがわかった。初期の Hf 堆積膜厚が厚い 2 nm でリーク電流値が上昇したのは絶縁膜中の金属成分過多による導通が原因だと考えられる。Fig. 3 に示す TDS 測定の結果より 600°C を超える温度で 2 段階目の GeO 脱離が観測され、 GeO 脱離した GeO_2 膜に Hf が拡散したことで Ge-O 結合が強化されたことが考えられる。Hf 1.5 nm において、低温領域の脱離ピーク値に対する高温領域の脱離ピークの割合が最も大きくなり、強固な Ge-O 結合がより多く形成されたことが予想され

る。本研究では熱酸化に得た GeO_2 膜 20 nm に対し適量(1.5 nm)の Hf を堆積させ熱処理を行うことで界面準位密度、リーク電流共に減少することを明らかにした。PMA によって Ge-O 結合がより強力となり、 GeO 脱離を抑制したことで強固な絶縁膜を形成することを可能にした。



(a) without PMA

(b) with PMA at Hf 1.5 nm

Fig.1. C-V characteristics at 10 k - 1 MHz

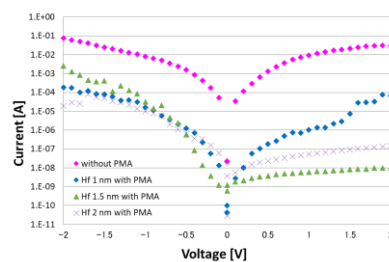


Fig.2. I-V characteristics

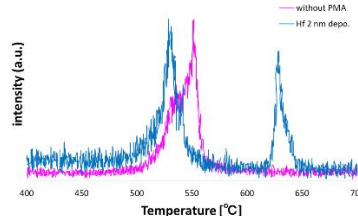


Fig.3. TDS measurement at Hf 1.5 nm

参考文献

[1]K. Prabhakaran, F. Maeda, Y. Watanabe, and T. Ogino: Appl. Phys. Lett. 76, 2244 (2000)