

ALD 形成 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_2/\text{p-Ge}$ の電気的特性に及ぼす熱処理効果の検討Effects of thermal treatment on the electrical properties of
ALD-grown $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_2/\text{p-Ge}$ 諏訪東京理科大学¹, 山梨大学²○梁池昂生¹, 横平知也¹, 山田大地¹, 王谷洋平¹, 関溪太², 佐藤哲也², 福田幸夫¹Tokyo Univ. of Science, Suwa¹, Univ. of Yamanashi²○K. Yanachi¹, T. Yokohira¹, D. Yamada¹, Y. Otani¹, K. Seki², 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である Ge 基板上への high- κ ゲート絶縁膜の形成に関する研究が盛んに進められている。なかでも GeO_2 は絶縁膜や、high- κ/Ge の中間層として注目されている。これまでに我々はマイクロ波により生成した原子状酸素を用い、Ge 基板表面に形成した GeO_2 薄膜が high- κ ゲート絶縁膜の中間層として有効に働くことを報告してきた[1]。本研究では GeO_2 を中間層として用い、ALD 法により Al_2O_3 薄膜を形成した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_2/\text{p-Ge}$ 構造の電極形成前後における熱処理の効果について検討したので報告する。

2.実験方法 はじめにマイクロ波により生成した原子状酸素を用いて、p-Ge(100)基板表面の酸化を行った。実験条件は $\text{Ar}/\text{O}_2=200/20$ sccm、圧力 1.4 Torr、マイクロ波パワー 100 W、基板温度 300 °C である。その後、トリメチルアルミニウム(TMA)とマイクロ波生成原子状酸素の交互供給により Al_2O_3 薄膜層を形成し $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_2/\text{p-Ge}$ 構造を形成した。Fig.1 に作製した試料の処理条件を示す。熱処理効果を検討するため、(#2)、(#3)は PDA 処理として Al 電極形成前に $\text{N}_2+2\%\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2+10\%\text{H}_2$ 雰囲気中で 400°C-30 分間の熱処理を行なった。(#4)、(#5)については PMA 処理として Al 電極形成後に $\text{N}_2+2\%\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2+10\%\text{H}_2$ 雰囲気中で 400°C-30 分間の熱処理を行なった。(#1)については熱処理を行っていない試料である。

3.実験結果 Fig.2 に各試料における絶縁膜容量(C_{ox})と界面準位密度(D_{it})を示す。 C_{ox} 、 D_{it} において H_2 濃度による変化は見られなかったが、PDA 処理、PMA 処理の効果により顕著な容量の増加や界面準位密度の低減が見られた。また、PDA 処理に比べ PMA 処理の方が熱処理による効果が大きかった。Fig.3 に J-V 特性の結果を示す。これより、PDA 処理、PMA 処理の両方でリーク特性が大幅に改善されることが分かった。加えて、 H_2 の濃度を増やすことによりさらに改善されていることが分かった。

4.まとめ 以上、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{GeO}_2/\text{p-Ge}$ 構造における PDA 処理、PMA 処理の効果について検討した。 C_{ox} 、 D_{it} の結果から H_2 の濃度によらず熱処理の効果が現れ、PDA 処理に比べ PMA 処理の効果が大きく現れた。J-V 特性より PDA 処理、PMA 処理の両方でリーク特性が大幅に改善され、 H_2 濃度によってリーク特性がさらに改善されることが分かった。

謝辞 本研究は一部科研費の助成のもとに行われた。

文献

[1] 梁池 他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-PG2-9 (2014).

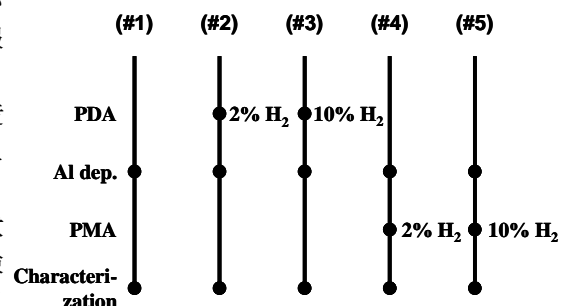


Fig.1 Process flow of sample preparation.

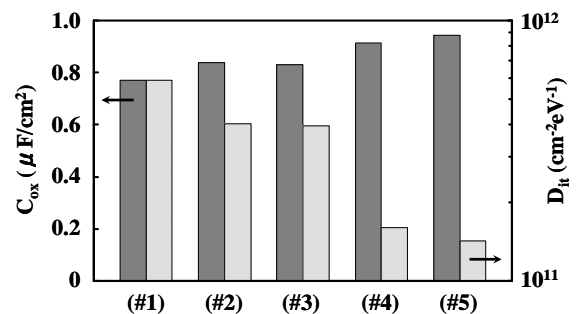


Fig.2 C_{ox} (left) and D_{it} (right) vs. process flow.

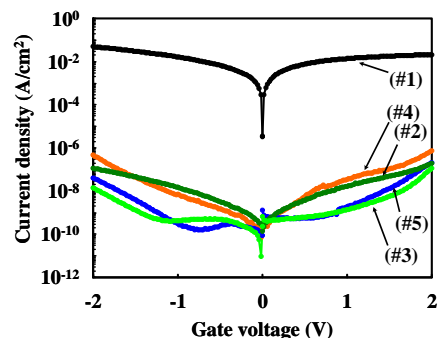


Fig.3 J-V characteristics.