

FLA 処理による強誘電性 $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ 薄膜の形成 —膜厚依存性—

Fabrication of Ferroelectric $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ Thin Film by FLA -Thickness Dependence-

○*太田 裕登(M1), *和泉 賢人(M2), **河原崎 光, **谷村 英昭, **加藤 慎一, *奈良 安雄

*兵庫県立大学, **株式会社 SCREEN セミコンダクターソリューションズ

°Y. Ota, K. Izumi, H. Kawarazaki, H. Tanimura, S. Kato, Y. Nara

University of Hyogo, SCREEN Semiconductor Solutions Co., Ltd

E-mail: er21c004@steng.u-hyogo.ac.jp, ynara@eng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】

近年、薄膜状態でも強誘電性を失わない HfO_2 系材料が高集積化強誘電体メモリに適した材料として注目を集めている[1]。中でも $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ は強誘電性を示す O 相(直方晶)割合が最も多くなることが分かっており有望な材料である。また、 $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ 薄膜に FLA(Flash Lamp Annealing)などの高温・短時間熱処理を行うと強誘電性が向上することが報告されている [2]。我々は、FLA の条件を系統的に変えた検討を行い、ミリ秒熱処理領域において $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ の強誘電特性や Endurance 特性を調査した[3,4]。今回は $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ の膜厚を 5nm に薄膜化した場合の加熱時間、温度と Endurance の調査結果を報告する。

【実験】

Si 基板上に $\text{TiN} / \text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2 / \text{TiN}$ の MIM 構造を作製し N_2 雰囲気下で FLA 処理をした。 $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ の膜厚 (T_{HZO}) は 10nm と 5nm を用意し、膜厚依存性を調べた。FLA の条件はアシスト加熱温度を 200°C ($T_{\text{HZO}}=5\text{nm}$) 及び 300°C ($T_{\text{HZO}}=10\text{nm}$) とした。本加熱温度 (T_p) と本加熱時間 (t_p) をそれぞれ $600\sim 1200^\circ\text{C}$, $2\text{ms}\sim 20\text{ms}$ の範囲で変化させた。作製した MIM 構造をソーヤタワー回路に組み込み本加熱温度と残留分極量 ($2P_r$) の関係及び、 $2P_r$ と電圧印加サイクル数の関係を測定した。

【実験結果】

Fig. 1 は T_{HZO} 10nm と 5nm における T_p と規格化した残留分極量 ($2P_r/2P_{r\text{max}}$) の関係を示す。 $2P_{r\text{max}}$ は T_p を変えた時の最大の $2P_r$ と定義した。 T_p を上昇させることでどちらの膜厚でも残留分極量は上昇することが確認できた。また、薄膜化した場合、大きな $2P_r$ を得るためにはより大きなサーマルバジェットが必要であることが分かった。Fig. 2 は $3\text{MV}/\text{cm}$ 印加時の Endurance 特性を示す。5nm の $2P_r$ は 10^6 付近

まで緩やかに増加し、それ以降はわずかに疲労し $2P_r$ が小さくなる様子が確認できた。10nm 膜と比較すると $2P_r$ は 1/3 程度となったが、 10^9 サイクル印加しても絶縁性能の劣化が見られなかった。

【まとめ】

FLA を用いて形成した強誘電性 $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ 薄膜における膜厚依存性を評価した結果、5nm 膜でも強誘電性が得られるが 10nm に比べて大きなサーマルバジェットが必要であることが分かった。また、 10^9 サイクル印加しても絶縁性能の劣化が見られないことが分かった。

【参考文献】

- [1] 小林 正治, 応用物理学会誌, 89 巻, p315 (2020)
- [2] S. Migita et al., Jpn. J Appl. Phys. 58, SBBA07 (2019).
- [3] 和泉他, 2021 年春季応用物理学会, 16p-Z26-10
- [4] 和泉他, 2021 年秋季応用物理学会, 11a-N205-5

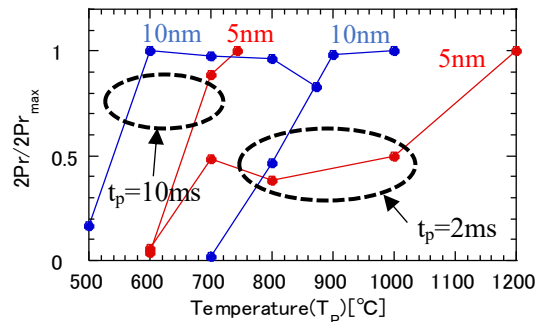


Fig. 1 $2P_r$ as a function of T_p for $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ with different FLA conditions.

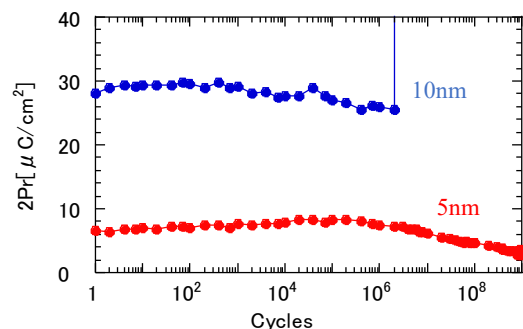


Fig. 2 Endurance characteristics of $\text{Hf}_{0.5}\text{Zr}_{0.5}\text{O}_2$ at 10nm and 5nm thick.