

ZnO ナノワイヤ上での $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 薄膜の結晶化

Crystallization of $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ thin films on ZnO nanowires

兵庫県立大・工[○](M1) 竹内 洋平, (B) 兼松 宏行, 小高 雄哉, 福島 宏昌, 藤沢 浩訓,
中嶋 誠二, 清水 勝

Univ. of Hyogo, [○]Y. Takeuchi, H. Kanematsu, Y. Kotaka, H. Fukushima, H. Fujisawa, S. Nakashima,
and M. Shimizu

E-mail: fujisawa@eng.u-hyogo.ac.jp

【緒言】近年発見された、斜方晶相 HfO_2 系誘電体薄膜は膜厚 20nm 以下でも良好な強誘電性を示し、超高密度強誘電体メモリへの応用が期待されている^[1]。我々は一次元ナノ構造を有する ZnO ナノワイヤをベースとした超高集積強誘電体メモリ向けの記憶素子として、 HfO_2 系薄膜と組み合わせた強誘電体ナノワイヤキャパシタの実現を目指している^[2]。本研究では ZnO ナノワイヤ上の $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 薄膜において、良好な強誘電性を示す Hf と Zr の組成比について比較・検討し、 $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 薄膜の堆積、結晶化挙動について調査したので報告する。

【実験】テンプレートとなる ZnO ナノワイヤは有機金属化学気相堆積(MOCVD)法により、Pt/SiO₂/Si 基板上に VS モードを利用して 700~750°C で成長させた。膜厚 20~40nm の $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 層も MOCVD 法により 200°C で作製し、窒素中で 600~1000°C、昇降温時間 1~30 分、保持時間 1~5 分の高温アニールにより結晶化させた。作製したナノワイヤの結晶性、微細構造は X 線回折(PANalytical X'Pert MRD)及び走査型電子顕微鏡 (FE-SEM, JEOL JSM7001)により観察した。

【結果】 Fig.1 に $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 堆積後の $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2/\text{ZnO}$ ナノワイヤの SEM 写真を示す。SEM 写真より ZnO ナノワイヤテンプレートが、MOCVD 法により $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 層で均一に覆われていることがわかる。 $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 堆積直後の XRD パターンからはアモルファス膜が形成されていることがわかり、続いて窒素中にて 900°C、5 分の RTA 処理を行った。Fig.2 に RTA 処理後の $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2/\text{ZnO}$ ナノワイヤの XRD パターンおよび monoclinic 相の Zr 量依存性を示す。Zr 量が多くなるにつれ非強誘電相である monoclinic 相の発現が抑制できることがわかり、これは過去に報告された TiN 上での $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2$ 薄膜の結晶化挙動^[3]と一致した。当日は Hf と Zr の組成比を変えた $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2/\text{ZnO}$ ナノワイヤの電気的特性の違いについても報告する予定である。

【謝辞】 本研究の一部は科研費 25630130, 16H04354 の支援のもとに行われた。

【参考文献】 [1] T. S. Boscke et al., Appl. Phys. Lett., 102903 (2011) [2], H. Fujisawa et al., JJAP 55, 02BC08 (2016), [3] J. Müller et al., Nano Lett., 12, 4318 (2012).

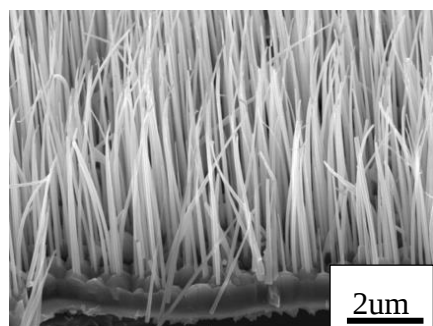


Fig.1 SEM photograph of $(\text{Hf,Zr})\text{O}_2/\text{ZnO}$ nanowires.

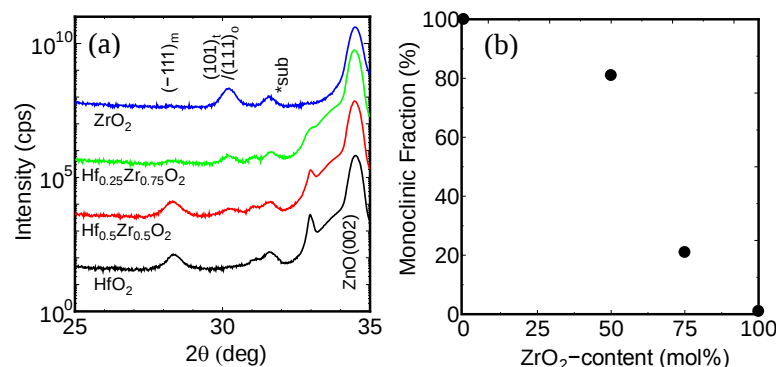


Fig.2 (a) XRD patterns of $(\text{Hf,Zr})\text{O}_2/\text{ZnO}$ nanowires, (b) dependence of monoclinic fraction on ZrO_2 -content.