

Hf_{1-x}Zr_xO₂-HfO₂ 積層膜における HfO₂ 膜の強誘電的特性の発現Ferroelectric characteristics of HfO₂ in Hf_{1-x}Zr_xO₂-HfO₂ stack

東大院工 ○西村 知紀, 矢嶋 越彬, 長汐 晃輔, 鳥海 明

The Univ. of Tokyo, ○Tomonori Nishimura, Takeaki Yajima, Kosuke Nagashio, and Akira Toriumi

E-mail: Nishimura@adam.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】近年, 既に SiCMOS 技術に应用されている HfO₂ 膜において, Si, Y, Al, Gd, Zr 等の元素の添加により, 結晶構造の変化を伴い強誘電的な誘電特性が発現することが報告されている[1,2]. しかしながら一方で, HfO₂ 膜において強誘電的な特性が示された報告はなく, 純粋な HfO₂ が有する構造であるかは明確ではない. そこで本研究では HfO₂ 中への元素添加ではなく, HfO₂ との界面制御により強誘電的特性の発現の可否を調べることを目的とし, Hf_{1-x}Zr_xO₂ 膜との積層構造を形成して HfO₂ 膜の特性変化を調べた.

【実験】TiN(90 nm)/SiO₂/Si 基板上に Ar を用いた HfO₂, ZrO₂ のスパッタリングにより Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 膜, HfO₂ 膜を計 20 nm 堆積し, 窒素雰囲気中で熱処理(600°C)を行なった後, Al 電極を形成した. Hf, Zr の組成比は XPS にて決定し, 結晶構造を XRD によって, 強誘電的特性の評価は微小交流電圧による電圧-容量測定によって評価した.

【結果・考察】容量特性からは Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂/HfO₂ 積層構造においても Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 単層膜と同様の強誘電体にみられる特徴的なヒステリシスループが観察された (図 1). 積層構造において仮に HfO₂ 膜が常誘電的特性を有する場合には, 電圧に対する容量ヒステリシスが減少しループが細くなってしまうことから, 積層構造中の HfO₂ 膜は Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 同様に強誘電的な特性を有すると考えられる. また XRD 測定において積層膜では Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 膜と同様に 30.5° 近傍に tetragonal/cubic 相もしくは強誘電性と相関があるとされる orthorhombic 相 [1]に対応するピークが確認できる (図 2) HfO₂/Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 積層膜におけるこのピークの相対強度は HfO₂ 膜のものよりも若干強く, また Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂/HfO₂ 積層膜におけるそれは Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 膜のものと同様であることは, 積層膜におけるこのピークの一部が HfO₂ 膜にも由来していることを示唆しており, 容量測定の結果を支持している. また積層膜の容量特性におけるヒステリシスループは Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ が表面に存在する場合の方がより Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 単層膜に近い特性を示している. このことは表面側において結晶化が起こり易く, 結晶化した Hf_{0.6}Zr_{0.4}O₂ 膜が HfO₂ 膜中での強誘電特性を示す構造の成長を誘起するテンプレートとなっているためと考えられる.

【結論】純粋な HfO₂ 膜も強誘電的特性を示す構造を有することが分かった. また, 添加元素だけでなく界面構造によっても HfO₂ の強誘電的特性を制御可能であることを示唆している.

【謝辞】本研究の一部は STARC との共同研究として行なわれた.

【参考文献】 [1] J. Muller, et al., Nano Letter **12**, 4318 (2012). [2] U. Schroedor et al., ECS Journal of Solid State Science and Technology **2**, N69 (2013).

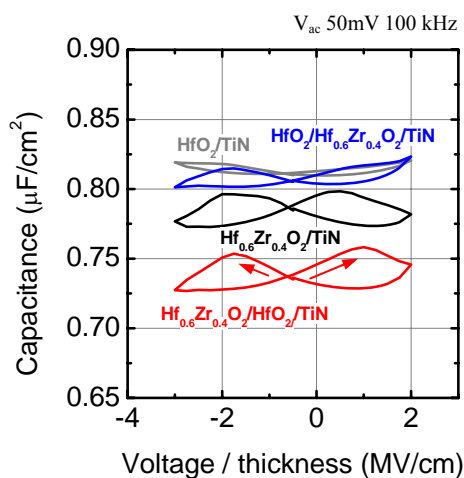


Fig. 1 C-V characteristics of HfZrO₂, HfO₂ and HfZrO₂/HfO₂.

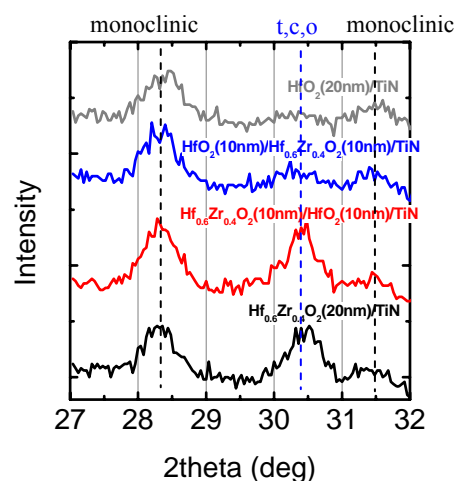


Fig. 2 XRD spectrum of HfZrO₂, HfO₂ and HfZrO₂/HfO₂ films.