

デバイス応用を目指したHfO₂系強誘電体薄膜の合成技術の研究

Research of fabrication technique of HfO₂-based ferroelectric thin films for electronic device application

目的 Purpose

- ・ ナノ結晶ZrO₂シード層を用いたHf_xZr_{1-x}O₂ (HZO)強誘電体薄膜の合成技術。
- ・ Hf/Zrカクテル原料を用いた原子層堆積法によるHZO薄膜の作製。
- ・ Fabrication technique of Hf_xZr_{1-x}O₂ (HZO) ferroelectric thin films using nano-crystalized ZrO₂ seed layer.
- ・ HZO thin films deposition by atomic layer deposition using Hf/Zr cocktail precursor.

概要 Outline

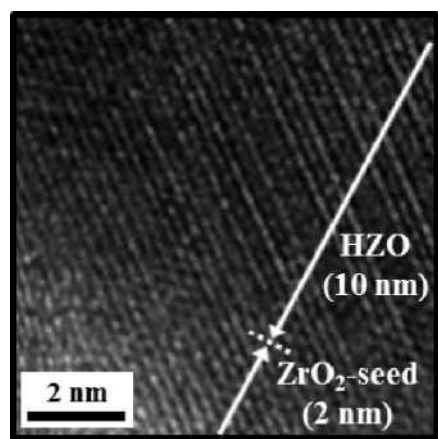
- ・ HZO強誘電体薄膜の強誘電性向上を目的に、従来のTiN電極の熱応力による不安定な強誘電相 (Orthorhombic phase : o-HfO₂)の成長技術に代わって、ナノ結晶ZrO₂シード層によるo-HfO₂の新合成技術を開発した。
- ・ We developed a new fabrication technique of HZO ferroelectric thin films, which has orthorhombic phase, using nano-crystalized ZrO₂ seed layer instead of thermal stress technique of TiN electrode.

ZrO₂シード層上でのエピ成長HZO薄膜成長

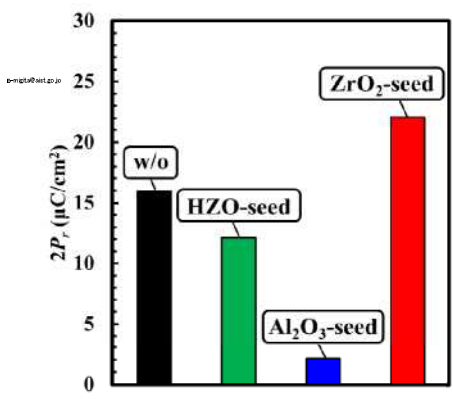
TiN/ZrO₂/HZO/TiNキャパシタの強誘電性

Epi-like growth of HZO thin film on ZrO₂ seed layer

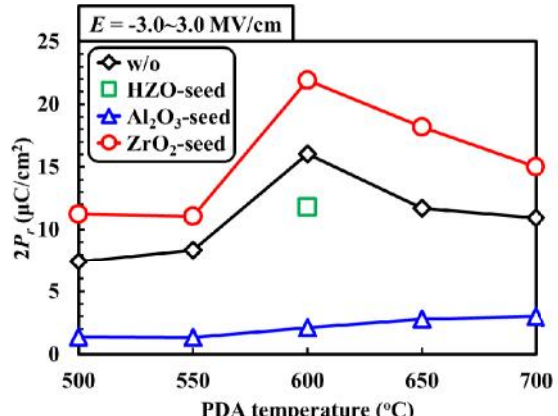
Ferroelectricity of TiN/ZrO₂/HZO/TiN capacitors



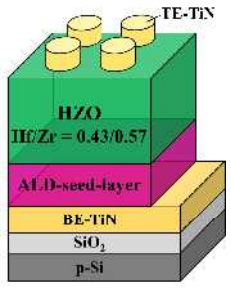
ZrO₂シード層/HZO薄膜の断面TEM像



シード層としてのZrO₂の有効性



残留分極の熱処理温度依存性



TiN/ZrO₂/HZO/TiNキャパシタ

- ・ ALD-ZrO₂膜は、Orthorhombic相のナノ結晶構造を有する。
- ・ ALD-HZO膜は、アモルファス構造 (Hf/Zr=0.43/0.57) である。
- ・ 600°Cの熱処理で、HZO薄膜はZrO₂シード層の結晶方位に従ってエピライクな結晶成長している。

- ・ TiN/シード層/HZO/TiNキャパシタの残留分極 (Pr) の特性は、次の順で向上した。
ZrO₂-seed > w/o > HZO-seed > Al₂O₃-seed
- ・ 残留分極の熱処理温度依存性を調べた結果、600°Cが最適であることが分かった。

今後の展望と課題

- ・ HZO強誘電体薄膜の信頼性評価。
- ・ 産総研SCRでのHZO強誘電体デバイス作製と性能実証。