

原子レベルでの材料設計

原子層堆積技術を利用したエレクトロニクスへの応用展開

Application development for electronics using atomic layer deposition technique

研究担当 | 塚越 一仁 国際ナノアーキテククス研究拠点 超薄膜エレクトロニクスグループ TSUKAGOSHI.Kazuhito@nims.go.jp
 生田目俊秀 国際ナノアーキテククス研究拠点 超薄膜エレクトロニクスグループ NABATAME.Toshihide@nims.go.jp
 技術移転 | 外部連携部門 連携企画室 technology-transfer@nims.go.jp



Keywords Atomic Layer Deposition (ALD), DRAM Capacitor, Ferroelectric (Hf/Zr)O₂ Film

研究の狙い Purpose

IoT (Internet of Things) 社会の骨格となる様々なエレクトロニクス(不揮発性メモリー、トランジスター及びパワーデバイス)の早期の開発で、高集積化へ向けた3次元構造への均質膜の形成する技術と新たな機能を発現する基本の膜構造がナノオーダーでの異種元素を組み合わせた材料の設計。

The fabrication technique of conformal film on 3-dimensional structure and the material design to create new functional characteristics in developments of various electronics such as non-volatile memory, non-volatile transistor and power device for IoT network society.

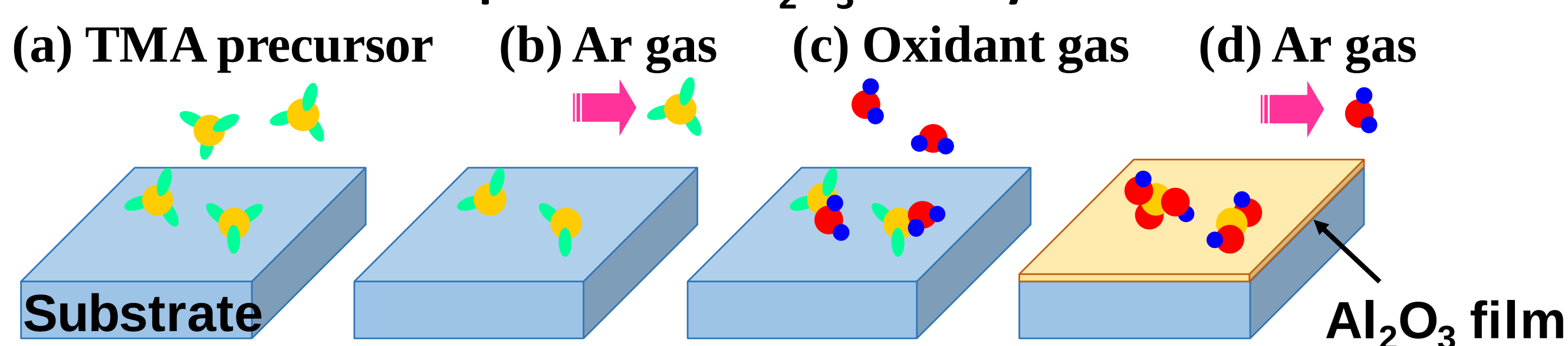
研究の要点 Points

- ・原子層堆積法 (ALD) で、RuO₂電極膜とTiO₂/Al₂O₃/TiO₂積層絶縁膜のDRAMキャパシタの研究
- ・ALD-ZrO₂シード層を用いた(Hf/Zr)O₂強誘電体薄膜の研究
- ・新ALD-In原料を用いたIn₂O₃チャネルの酸化物薄膜トランジスタの研究
- Research of DRAM capacitor with RuO₂ electrode and TiO₂/Al₂O₃/TiO₂ insulator using ALD process.
- Research of ferroelectric (Hf/Zr)O₂ film using ALD-ZrO₂ seed layer.
- Research of oxide thin film transistor with In₂O₃ channel by ALD with a new In precursor.

ALD法によるRuO₂/TiO₂/Al₂O₃/TiO₂積層構造のDRAM DRAM Capacitor with RuO₂/TiO₂/Al₂O₃/TiO₂ Stack Structure by ALD

ALD法によるAl₂O₃膜の作製プロセス

Fabrication process of Al₂O₃ film by ALD

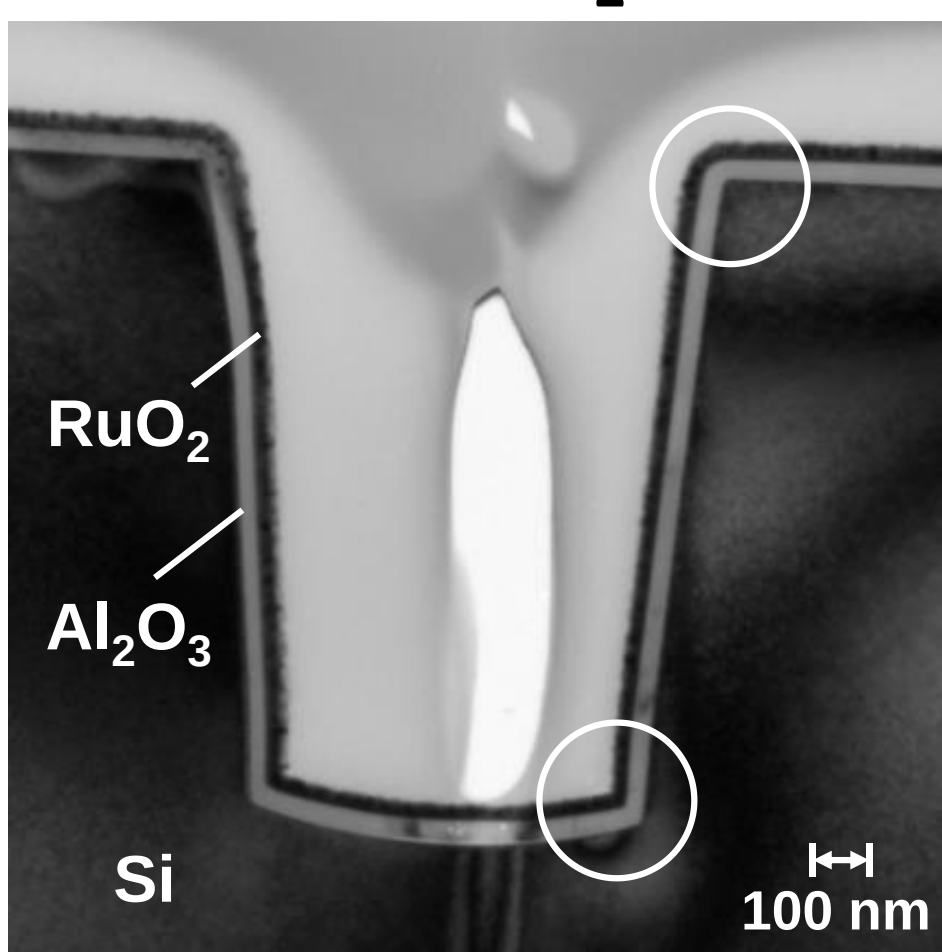


TiO₂/Al₂O₃/TiO₂ (TAT)絶縁膜のDRAMキャパシタ

DRAM capacitor with TiO₂/Al₂O₃/TiO₂ (TAT) insulator

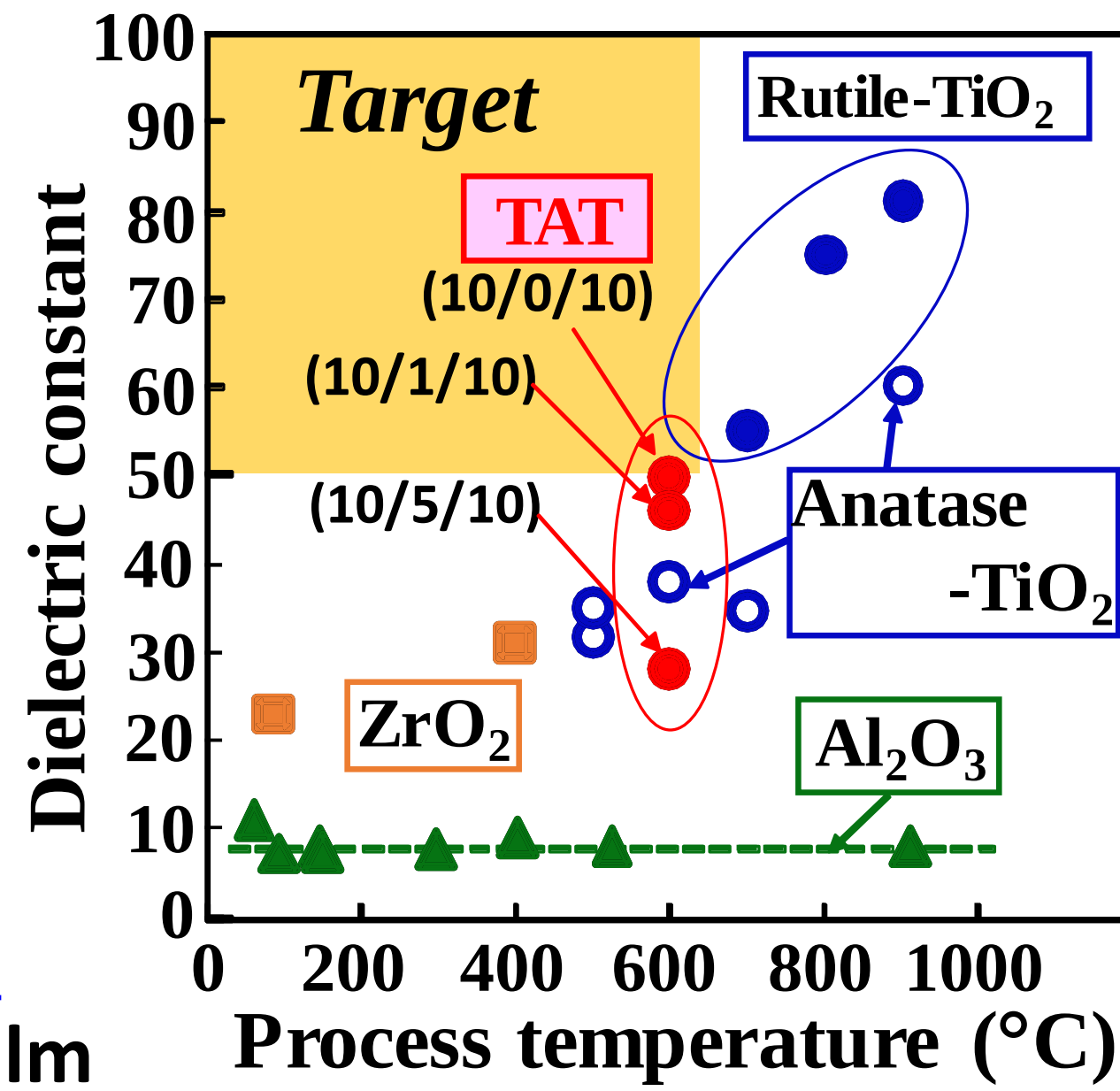
溝内部への均質なALD-RuO₂膜

Conformal ALD-RuO₂ film on concave



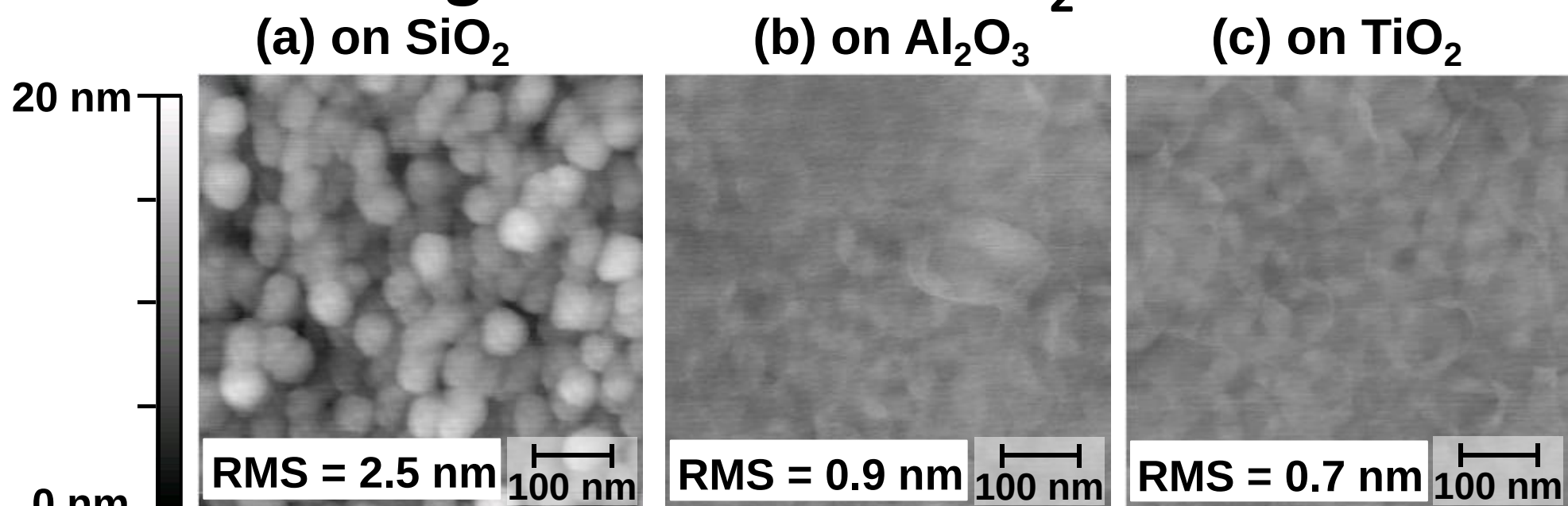
TATの誘電率

Dielectric constant of TAT



ALD-RuO₂膜の表面粗さ

Surface roughness of ALD-RuO₂ film



ALD法で作製した(Hf/Zr)O₂強誘電体メモリー Ferroelectric Memory with (Hf/Zr)O₂ Insulator by ALD

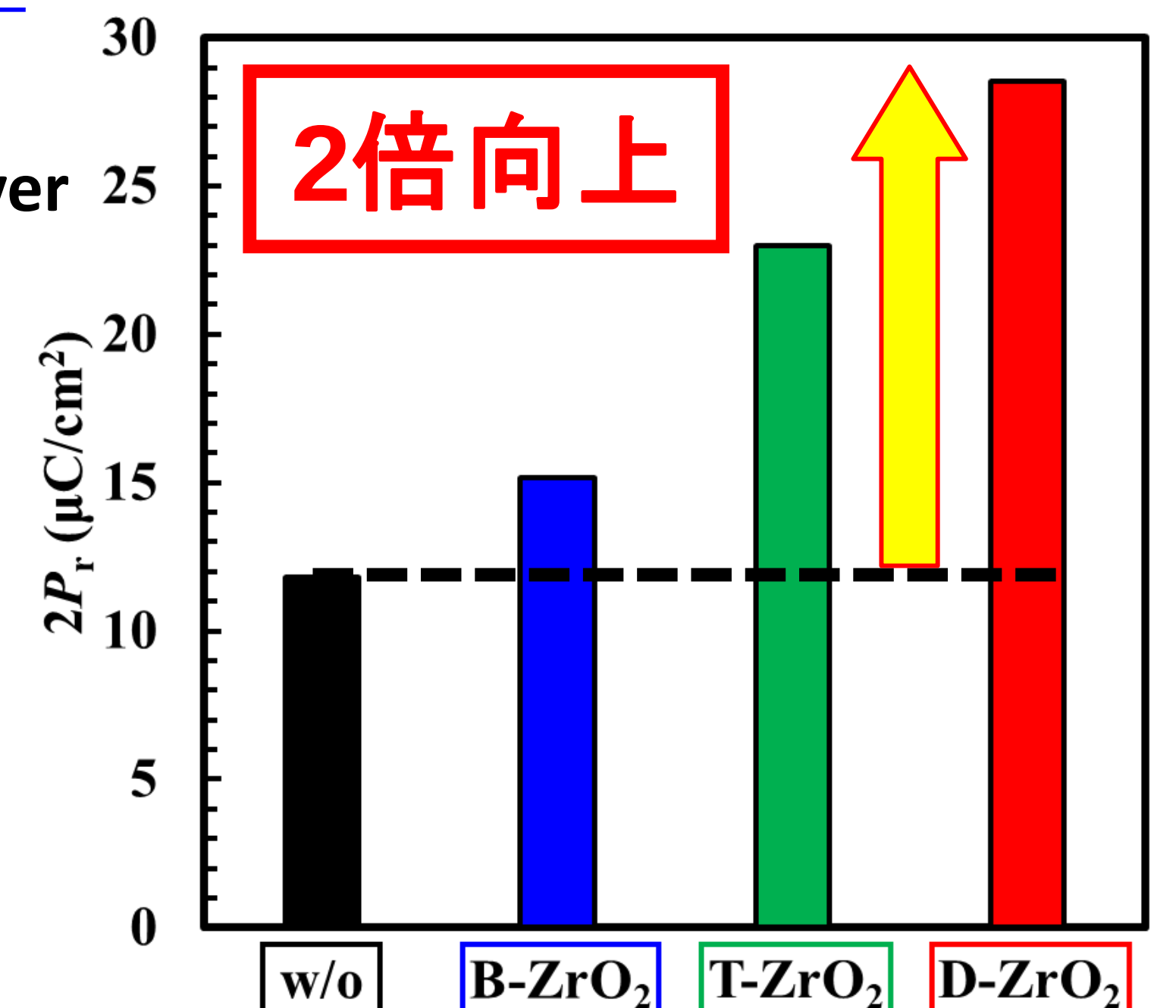
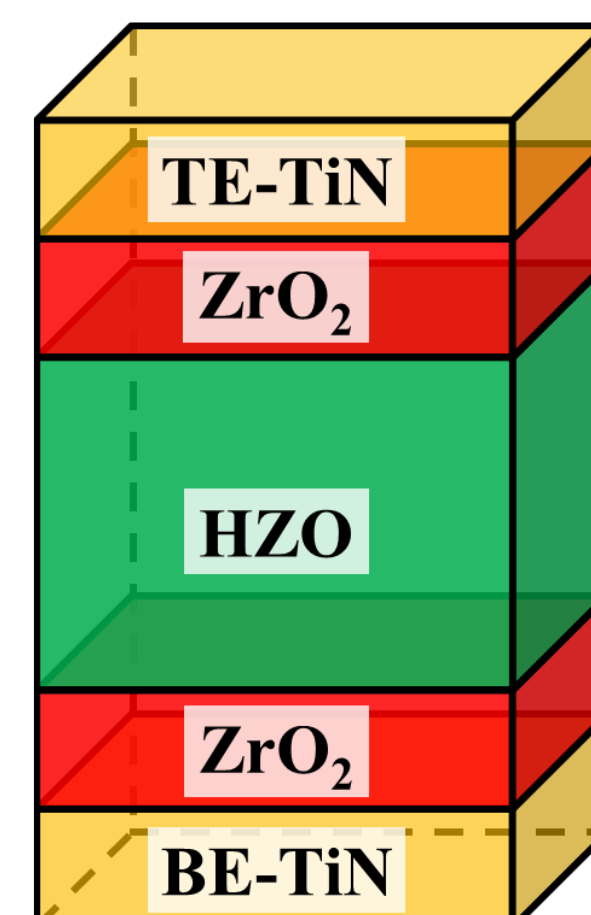
ALD-ZrO₂シード層を用いた(Hf/Zr)O₂ (HZO)強誘電体

Ferroelectric (Hf/Zr)O₂ (HZO) film using ALD-ZrO₂ seed layer

上下ZrO₂シード層を用いた HZO強誘電体キャパシタ

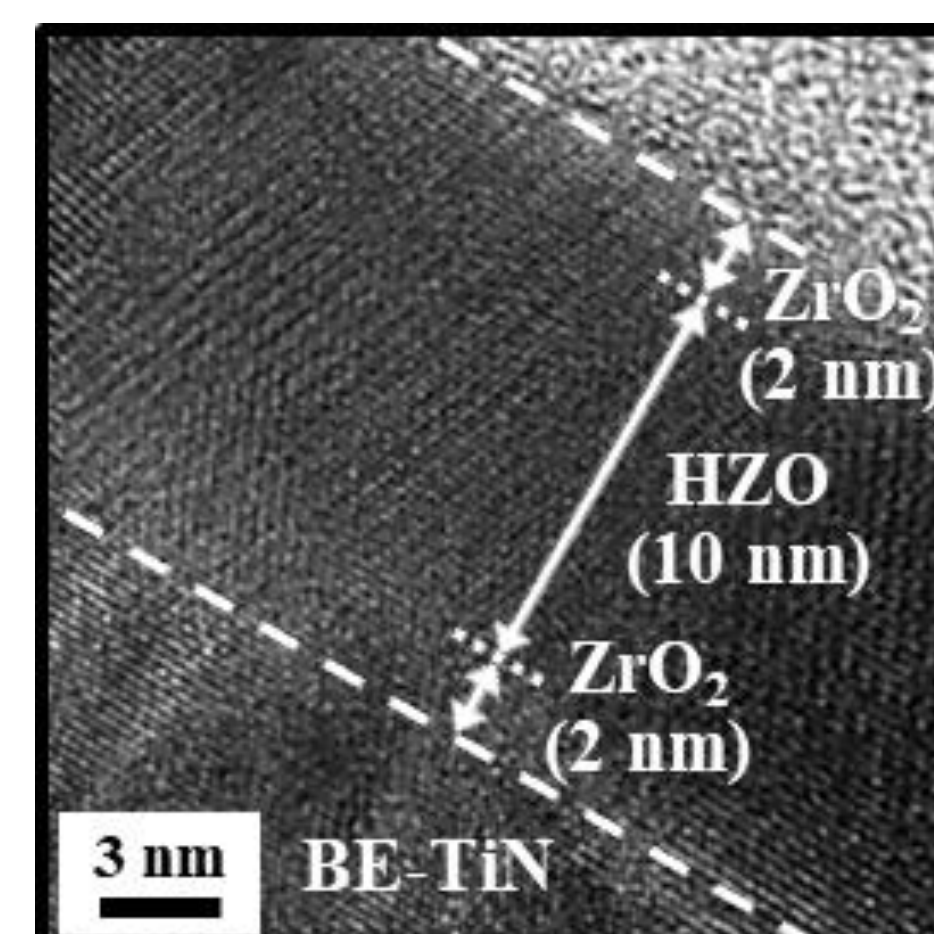
強誘電体特性が2倍向上 P-E profiles of MFM capacitor

Ferroelectric HZO capacitor using Double-ALD-ZrO₂ seed layer

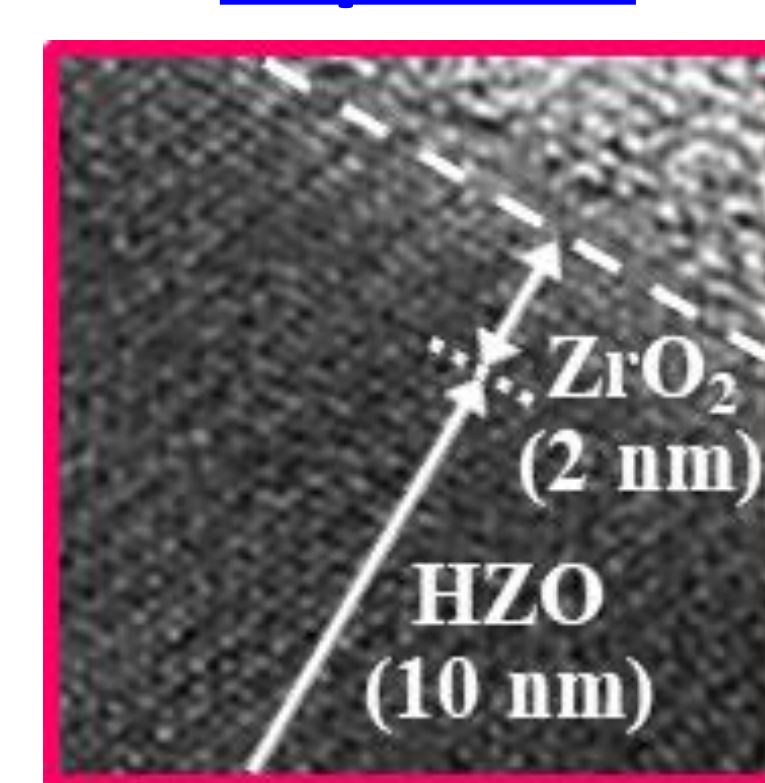


ZrO₂シード層でエピ成長した(Hf/Zr)O₂膜

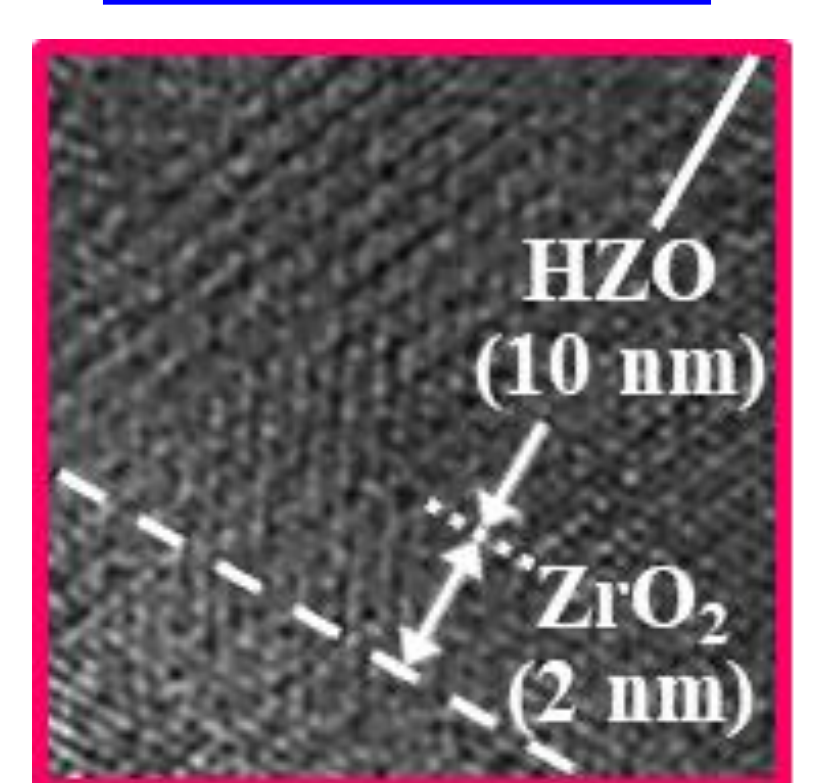
Epitaxial like growth of (Hf/Zr)O₂ film on ZrO₂ seed layer



Top area



Bottom area



応用分野と将来展開

Application and Future Development

- IoT社会の実現へ向けた機能性エレクトロニクス
- HfO₂系強誘電体を用いた不揮発性トランジスタ
- 高移動度なIn₂O₃チャネルの酸化物薄膜トランジスタ
- New functional electronics toward realization of IoT society.
- Non-volatile transistor with ferroelectric HfO₂-based materials.
- High mobility of oxide thin film transistor with In₂O₃ channel.

実用化への課題

Issues of Technology Transfer

- ナノスケールでの新材料設計
- 不揮発性デバイスの低温度作製
- 金属/酸化物/チャネル界面の原子層制御技術
- New material design at nano-scale.
- Low temperature fabrication of non-volatile devices.
- Atomic control at metal/oxide/channel interface.