

走査型非線形誘電率顕微鏡による(Hf,Zr)O₂ 薄膜の観察

Observation of (Hf,Zr)O₂ thin films by scanning nonlinear dielectric microscopy

兵庫県大¹, 産総研² ○藤沢 浩訓¹, 中嶋 誠二¹, 右田 真司²

Univ. of Hyogo¹, AIST², °Hironori Fujisawa¹, Seiji Nakashima¹, Shinji Migita²

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

【はじめに】HfO₂系強誘電体薄膜は、極薄膜でも良好な強誘電性を示すことから、高集積 FeRAM への応用検討が進められ、既に 22nm プロセスで作製された FeFET も報告されている。しかし、繰り返しの書き換えに伴う分極反転疲労が 1T 型では特に著しく、実用化に向けて解決すべき課題として残されている。疲労の原因としてはグレインごとの特性ばらつきや欠陥への電荷捕獲などが考えられるため、微視的な強誘電特性の理解が必要不可欠である。そこで、我々はナノレベルで純電氣的に強誘電特性を評価可能な非線形比誘電率顕微鏡(SNDM)を用いることで、新たな知見が得られるのではないかと考え、(Hf,Zr)O₂ 薄膜の SNDM 観察を行ったので、報告する。

【実験方法】膜厚 10nm の(Hf,Zr)O₂ 薄膜を TaN/Si 基板上にスパッタ法により堆積し、窒素中 700℃, 1min の熱処理により結晶化させた。なお、上部電極を堆積せずに熱処理しているため、直方晶と単斜晶の両方を含み、上部電極堆積後に熱処理した試料に比べ分極が小さいことを XRD と D-E 測定により確認している。SNDM には発振周波数約 900MHz の発振器と導電性探針 EFM-100 を用い、励振電圧 2V_{pp} で観察を行った。

【結果】Fig.1 に表面形状像と SNDM 振幅像を示す。形状像からは(Hf,Zr)O₂ 薄膜が粒径 20nm 程度の均一な結晶粒から構成されていることがわかる。一方、SNDM 振幅像からは、(Hf,Zr)O₂ 薄膜は 3 種類の振幅の異なる領域(大:赤, 小:オレンジ, ゼロ:黄色)から構成されていることがわかる。振幅の大きな領域では形状像と同様の微小な結晶粒が観察できることから、直方晶に結晶化した結晶粒であると考えられる。一方、振幅の弱い領域では、200-300nm の範囲にわたって均一な信号が得られており、結晶粒に対応する強度の変化は見られない。すなわち、これらの領域では表面近傍は非強誘電相、TaN 下部電極近傍のみが強誘電相に結晶化していると考えられる。

また、振幅がゼロの領域は非強誘電相の単斜晶と思われる。したがって、(Hf,Zr)O₂ の結晶化の程度には面内でばらつきがあり、また、結晶化の程度が同じ結晶粒がランダムではなく、ある程度かたまって存在することがわかる。

次に、抗電界±1V を越える大きな交流信号(2~8V_{pp})を印加しながら走査したところ、分極反転疲労により SNDM 信号が減少する様子が観察された。その詳細については当日報告する。

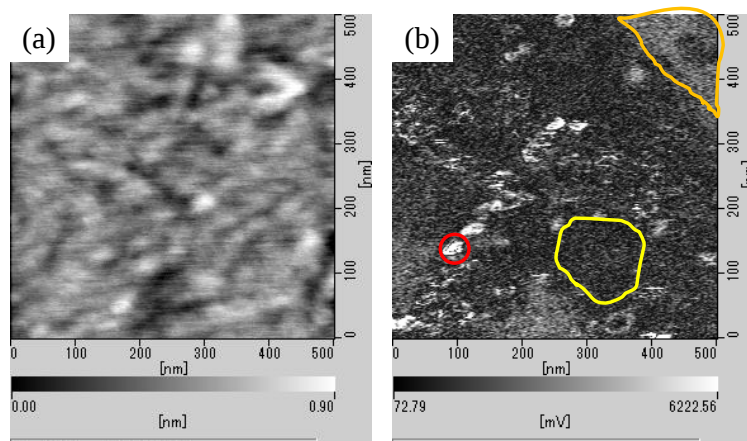


Fig.1 (a) topographic and (b) amplitude images of (Hf,Zr)O₂ thin films observed by SNDM.