

電界印加による $\text{YO}_{1.5}\text{-HfO}_2$ 基薄膜の結晶構造変化

Electric field induced change of the crystal structure in $\text{YO}_{1.5}\text{-HfO}_2$ thin film

東工大¹, 東北大², 物材機³ ○清水 荘雄¹, 三村 和仙¹, 片山 きりは¹,
木口 賢紀², 赤間 章裕², 今野 豊彦², 坂田 修身³, 舟窪 浩¹

Tokyo Inst. Tech.¹, Tohoku Univ.², NiMS³

○Takao Shimizu¹, Takanori Mimura¹, Kiliha Katayama¹, Takanori Kiguchi², Akihiro Akama,

Toyohiko J Konno², Osami Sakata³, Hiroshi Funakubo¹

E-mail: shimizu.t.aa@m.titech.ac.jp

【諸言】 HfO_2 基強誘電体は、10 nm 程度の膜厚でも特性を発現することや Si テクノロジーとの高い親和性から、不揮発性メモリなどへの応用が期待されている物質である。 HfO_2 基強誘電体の特筆すべき性質として、Wake-up 効果が挙げられる。この Wake-up 効果とは、数~数千サイクルの交代電場印加によって大きな強誘電特性を発現する効果である。これまでに分極反転挙動などを用いた研究が進められているが、その起源は十分に解明されていない。特に、Wake-up に伴う結晶構造の変化などの研究はほとんどない。 HfO_2 基強誘電体では、これまで主として原子層堆積法などによって成膜された多結晶薄膜を用いて研究がなされてきた。しかしながら多結晶薄膜では X 線の回折強度が十分得られないこと、また配向関係が決まっていないことなどから結晶構造の解析が困難である。それに対して我々は、エピタキシャル薄膜を用いた研究を行ってきた。本研究では HfO_2 基エピタキシャル薄膜について電圧印加後の結晶構造変化について調べたのでこれを報告する。

【実験】膜厚 15 nm の $\text{YO}_{1.5}$ を 7%置換 HfO_2 (YHO-7)エピタキシャル薄膜を、パルスレーザー堆積法を用いて室温で成膜し、その後熱処理を施すことによって得た。結晶構造および膜厚の評価は X 線回折によって行った。基板にはイットリア安定化ジルコニア(YSZ)を用いた。スズ添加 In_2O_3 (ITO)を下部電極層として堆積している。電気特性評価は強誘電体テストを用いて行った。電界印加前後における結晶構造評価は SPring-8 BL15XU にて行った。X 線の波長は 12.4 keV である。あらかじめ 100 サイクルの電界処理をした電極および未処理の電極を用意し、2次元レンズにより集光した X 線をこれらの電極に照射することにより、電界印加前後の結晶構造評価を行った。

【結果および考察】Fig. 1 に電界処理前および後における XRD 測定結果を示す。YSZ および ITO からの回折ピークは電界印加によってほとんど変化していないのに対して、YHO-7 薄膜による回折ピークが低角にシフトしていることが分かる。この変化は、電圧印加によって YHO-7 薄膜の格子が 0.3%程度伸長していることを意味しており、電圧印加によって結晶構造が変化していることを示唆している。

【謝辞】本研究の一部は、元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>、および科研費(16K14380 (JSPS), 16H00882 (MEXT))によって行われました。

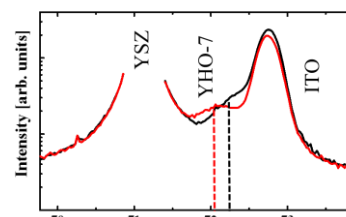


Fig. 1 XRD pattern measured for poled (red line) and unpoled (black) samples.