17p-PA4-1

# $GaFeO_3$ 型 $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$ マルチフェロイック薄膜の作製と特性評価

## Fabrication and Characterization of $GaFeO_3$-type $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$ Multiferroic Films

東工大応セラ研　○濵嵜　容丞、安井　伸太郎、谷山　智康、伊藤　満

Tokyo Tech. MSL, ○Yousuke Hamasaki, Shintaro Yasui, Tomoyasu Taniyama and Mitsuru Itoh

E-mail: hamasaki.y.ac@m.titech.ac.jp

【はじめに】気相成長法による準安定相薄膜の作製は、機能性材料の新たな探索法として着目されている。特にペロブスカイト型関連材料においては、マルチフェロイック材料で知られる $BiMnO_3$ を始め、多くの材料が報告されている[1]。我々は固相反応法で作製困難な $GaFeO_3$ 型 $AlFeO_3$ について、パルスレーザー堆積法(PLD)によって $SrTiO_3$(111)基板上にエピタキシャル薄膜を作製し、その強誘電性および強磁性の確認に成功した[2]。$GaFeO_3$ 型構造は強誘電性および強磁性を示すマルチフェロイック材料として着目を集めているが、$GaFeO_3$ のみ熱力学的に室温で安定な構造であり、原子の組み合わせ、その組成比が変わると準安定相となる。特に、Fe とそれよりイオン半径の大きな原子との組み合わせは作製困難であることが知られている。例として、$In_2O_3$-$Fe_2O_3$ 平衡状態図上では $GaFeO_3$ 型構造は安定領域を持たない。しかしながら逆ミセル法を用いることで $In_xFe_{2-x}O_3$($0 \le x \le 0.25$)まで作製できることが近年報告された[3]。本研究では $GaFeO_3$ 型構造に対する知見を深めるため、イオン半径の大きな In 原子に着目し $GaFeO_3$ 型 $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$ 薄膜の作製を行った。

【実験方法】$GaFeO_3$ 型構造の原子配列の類似性から $SrTiO_3$ (111)基板上に PLD 法を用いて $GaFeO_3$ 型構造 $In_{0.25}Fe_{0.175}O_3$ 膜を作製した。ターゲットには化学量論比で混合したセラミックスターゲットを用いた。成膜温度に対する $GaFeO_3$ 構造の安定性を評価するために、600-800ºC において成膜を行った。作製した膜の構造は 4 軸 X 線回折装置、磁性は SQUID を用いて評価を行った。

【結果と考察】図 1 に、600ºC および 800 ºC で作成した $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$ 薄膜の X 線$\theta$-$2\theta$回折パターンを示す。600 ºC で作製した薄膜では、$GaFeO_3$ 型の *00l* 回折のみ確認した。また $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$(001)//$SrTiO_3$(111)の関係でエピタキシャル成長していることを確認した。Phi スキャンより、面内に 3 回対称のドメイン構造を有することを確認した。これは $GaFeO_3$ 型 $AlFeO_3$ 膜でも確認されており[2]、同様の構造であることが分かった。一方、800ºC で作製した薄膜は、異相を含む六方晶 *Re*$FeO_3$(*Re*= rear earth )型構造がエピタキシャル成長することを確認した。従来 $GaFeO_3$ 型構造と *Re*$FeO_3$ 型構造の違いは、含有する原子のイオン半径の変化のみで議論されてきたが、この結果から $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$ においては $GaFeO_3$ 型構造が低温相、*Re*$FeO_3$ 型構造が高温相であると言える。当日の講演では $GaFeO_3$-型 $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$ 薄膜の磁性測定の結果についても説明する予定である。

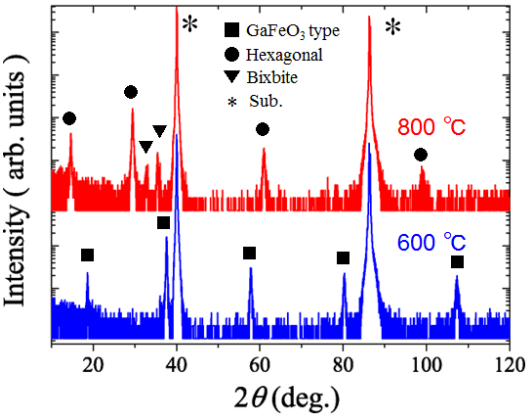



Fig.1 XRD $\theta$-$2\theta$ patterns of $In_{0.25}Fe_{1.75}O_3$ films deposited at 600°C and 800 °C.

参考文献

[1] A.A.Blik, J. Solid State Chem. **195**, 32 (2012)

[2] Y. Hamasaki et al., Appl. Phys. Lett. **104**, 082906-1 (2014)

[3] S. Sakurai *et al.*, Adv. Funct. Mater. **17**, 2278 (2007)

© 2014 年　応用物理学会