斜方晶 $Sc_xFe_{2-x}O_3$ エピタキシャル薄膜の作製と特性評価

Fabrication and characterization of orthorhombic $Sc_xFe_{2-x}O_3$ 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, ○Yosuke Hamasaki, Shintaro Yasui, Tomoyasu Taniyama and Mitsuru Itoh
E-mail: hamasaki.y.ac@m.titech.ac.jp

【はじめに】$GaFeO_3$ 型構造は、$AlFeO_3$ を含め,Fe_2O_3 や $GaFeO_3$ 薄膜において強誘電性および強磁性(フェリ磁性)が報告されており、マルチフェロイック材料として着目されている。一方で、$GaFeO_3$ 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 とそれより大きなイオン半径を有する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。しかしながら、より大きなイオン半径を有する原子の置換は、結晶構造を歪ませることより分極反転に必要な活性化エネルギーを低下させる可能性がある。また、低温で起こる反強磁性-強磁性相転移の変化も興味深い。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フェリ磁性の確認に成功した[1]。本研究では、Fe イオンよりもイオン半径の大きな Sc イオンに着目し、まだ報告例のない $GaFeO_3$ 型(斜方晶)$Sc_xFe_{2-x}O_3$ 薄膜の作製を行い、その物性調査を行った。

【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 $Sc_xFe_{2-x}O_3$ 膜を作製した。ターゲットには化学量論比で混合した Fe_2O_3、Sc_2O_3-$3Fe_2O_3$、Sc_2O_3-Fe_2O_3 セラミックスターゲットを用いた。成膜温度は、600°C で行った。作製した膜の構造は 4 軸 X 線回折装置、強誘電性は強誘電体テスター(FCE)、磁性は SQUID を用いて評価を行った。

【結果と考察】図 1 に、作成した $Sc_xFe_{2-x}O_3$ 薄膜の X 線θ-2θ回折パターンを示す。作製した薄膜では、$GaFeO_3$ 型の *00l* 回折のみ確認し、$Sc_xFe_{2-x}O_3$ (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。$GaFeO_3$ 型 $Sc_xFe_{2-x}O_3$ は、高圧合成などの粉末試料においても報告例がなく、本実験が初めての報告である。作製した薄膜回折ピークのロッキングカーブにおける FWHM 値は 0.07° 以下と非常に狭く、$Sc_{0.5}Fe_{1.5}O_3$、$ScFeO_3$ 薄膜では、界面フリンジも確認した。この結果より、Sc の導入に従い表面粗さの改善が考えられる。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[1]、同様の構造であることが分かった。磁化測定では、低温における反強磁性-強磁性転移を確認し、磁気相転移の存在からも $GaFeO_3$ 型薄膜であることを確認した。当日の講演では $GaFeO_3$ 型 $Sc_xFe_{2-x}O_3$ 薄膜の強誘電性の測定結果についても説明する予定である。

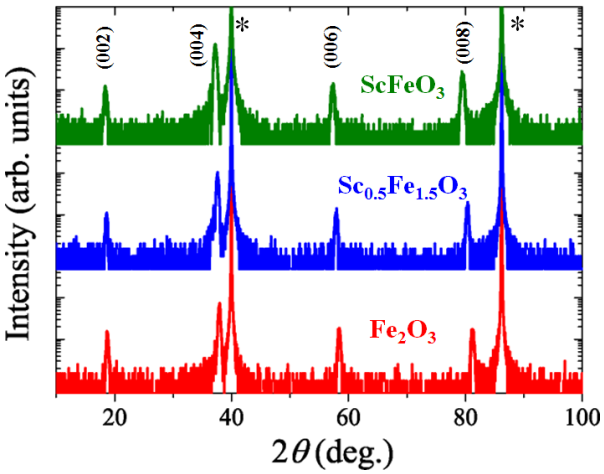

Fig.1 XRD θ-2θ patterns of $Sc_xFe_{2-x}O_3$ films.

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

© 2015年 応用物理学会