

Co フェライト薄膜の結晶配向制御及びその磁気特性

馬闌¹, 原佑輔¹, Sagar Shirsath², Danyang Wang², 森迫昭光¹, 劉小晰¹

(¹信州大学, ²ニューサウスウェールズ大学)

Magnetic properties of Co-ferrite/Fe-Co bilayers

C. Ma¹, Y. Hara¹, S. Shirsath², D. Wang², A. Morisako¹ and X. Liu¹

(¹Shinshu University, ¹University of New South Wales)

はじめに

スピネル構造を有する Co フェライトはスピントロニクス及び人工マルチフェロイックの材料として注目を集めている。高い抵抗率と高キュリー温度を有するため、Co フェライト薄膜は絶縁フェライトと非磁性電極を組み合わせるとスピン偏極電流を生成することができ、いわゆるスピンフィルタにおいて有用である。また、Co フェライトではマルチフェロイック構造を有する強磁性相の間で大きな磁歪効果を示す。更に、Co フェライト薄膜の興味深い特性を実現するためには、(001)配向及び垂直磁気異方性を有する薄膜が不可欠である。これまで、Co フェライトのヘテロエピタキシャル成長において SrTiO₃ や MgO などの単結晶基板を用いたが、実用的な観点から我々は SiO₂/Si 基板上に(001)配向を有する Co フェライト薄膜の作製を試みた。

実験方法

薄膜形成には対向ターゲット式パターニング装置(FTS)を用いて、熱酸化シリコン(SiO₂/Si)基板上に Co-Fe-O/Co-Fe 薄膜を作製した。但し、試料作製時に基板加熱を施さない。

作製した試料に VSM を用いて磁気特性を測定し、X 線回折装置(XRD)による結晶構造の解析を行った。

実験結果

Fig. 1 に膜厚が 60 nm を有する Co フェライト薄膜の磁化曲線を示す。(a)に FeCo 下地層を有しない試料、及び(b)は 3 nm の FeCo 下地層を有する試料とする。FeCo 下地層なしの試料では約 110 emu/cc の飽和磁化を有するが、バルクの Co フェライトと比較するとほぼ 1/4 である。これは結晶膜中に非磁性結晶相を有することを示す。しかし、FeCo 下地層 3 nm を有する試料では飽和磁化が急激に増加した。X 線回折の測定結果からは FeCo 下地層を用いて基板加熱しなくても結晶化しスピネル構造を有することを明らかにした。この結果からは、FeCo 下地層がスピネル構造の結晶化温度を劇的に低下させたことを示唆している。また、全ての試料を 800 °C で 2 時間熱処理を施すことにより保磁力が劇的に増加した。Fig. 1(c)に FeCo 下地層を有しない試料、及び(d)に FeCo 下地層 3 nm を用いた試料のそれぞれの熱処理後の結果を示す。両方の試料とも優れた垂直磁気異方性を示すが、FeCo 下地層を用いた試料はより小さい面内保磁力を示し、更に優れた垂直磁気異方性を示した。Fig. 2(a)は FeCo 下地層を有しない試料、及び(b)に FeCo 下地層を用いた試料の熱処理後の X 線回折結果を示す。FeCo 下地層を有しない場合は(311)面が最も強い回折線であるが、FeCo 下地層を有する試料では(004)面が最も強い回折線であることを示した。また、面内 X 線回折法によって

$a=b=8.43 \text{ \AA}$, $c=8.35 \text{ \AA}$ と結晶格子のパラメータを算出した。これは、立方晶スピネル構造の c 軸を圧縮したことを示唆する。このような圧縮結晶構造は Co フェライトに大きな保磁力をもたらす要因である。

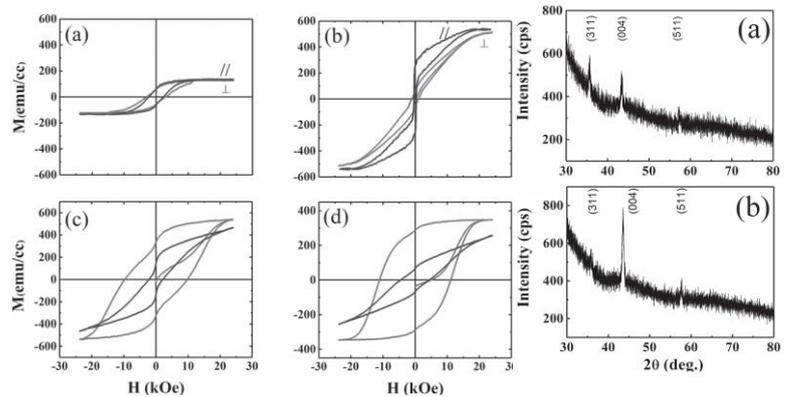


Fig. 1. Hysteresis loops of 60 nm thick Co-ferrite (a) as-deposited Co-Fe-O films without FeCo underlayer, (b) with 3 nm thick FeCo underlayer, (c) annealed Co-Fe-O film without FeCo underlayer and (d) annealed Co-Fe-O films with FeCo underlayer.

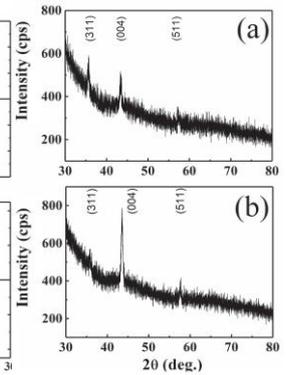


Fig. 2. XRD results of (a) annealed films without FeCo underlayer and (b) annealed films with FeCo underlayer.