

課題番号 : F-16-NU-0020
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ハーフメタルを用いたスピンドバイスの研究
 Program Title (English) : Research on spin devices using half-metal
 利用者名(日本語) : 植田研二
 Username (English) : K. Ueda
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate school of engineering, Nagoya-University

1. 概要(Summary)

近年注目されているスピギャップレス半導体(SGS)は片方のスピンを持つ価電子帯と伝導帯がフェルミエネルギー(E_F)の一点で接し、他方スピンを持つバンドは E_F においてバンドギャップとなっているという特殊なバンド構造を有しており高い分極率と高移動度を併せ持つ為、スピントロニクスデバイス材料として非常に有望である。本研究では SGS であると理論予測されている材料のうち、バルクにおいて既に SGS に特有の伝導特性(線形MR, 高移動度 etc.)が観測されている Mn_2CoAl (MCA)に着目し、デバイスに必須となる薄膜化を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

薄膜 X 線回折装置、フォトリソグラフィ装置

【実験方法】

MCA 薄膜の作製は格子 mismatches の小さな $MgAl_2O_4$ (MAO) 基板上(~1.5%)にイオンビームアシストスパッタ(IBAS)法を用いて行った。X 線回折法により結晶構造、試料振動型磁力計(VSM)により磁気特性、四端子法により電気抵抗、高磁場下ホール抵抗率測定により移動度及びキャリア密度の評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

面直、面内 X 線回折測定から基板温度(T_s)= 300~600°Cの範囲において MCA が基板に対して 45°回転してエピタキシャル成長していることが確認できた(MCA (001)[110] // MAO (001)[100])(Fig. 1)。低成長温度になるほど物理特性は向上し、格子定数は $c = 0.5764$ nm、 $a = 0.5798$ nm と、バルク値(0.5798 nm)と同等の値となった。また、磁化測定によって室温でヒステリシス曲線を観測し、飽和磁化($M_s = \sim 1.5 \mu_B$)が理論で予測されるフェリ磁性 MCA の飽和磁化に近いことから、作製した MCA

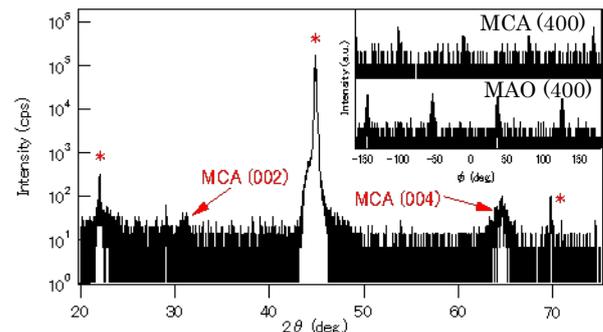


Fig. 1 Out-of-plane and in-plane XRD patterns for MCA films on MAO substrates.

はフェリ磁性体になっていると思われる。さらに、電気抵抗測定から、温度低下に伴って抵抗値が増大するという半導体的な挙動が確認され、アレニウスプロットによって求めた活性化エネルギーは数 meV 程度と非常に小さな値が得られ、SGS がゼロギャップ半導体であることに対応していると考えられる。また、4 K でのホール抵抗率測定によって得られたホール移動度及びキャリア密度はそれぞれ $3.2 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 及び $6 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ となり、他のグループから MCA 薄膜で報告されている値より~1桁大きな移動度が得られた。これは MCA の欠陥や格子内原子置換がより少ないためだと考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

この研究は科研費(No. 15K13335)の補助を受けて実行されました。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。