

＊課題番号 : F-12-NU-0004
 ＊支援課題名 (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 (in English) : Spin devices using half-metal
 ＊利用者名 (日本語) : 植田 研二
 ＊Username (in English) : Kenji Ueda
 ＊所属名 (日本語) : 名古屋大学、工学研究科
 ＊Affiliation (in English) : Graduate school of engineering, Nagoya-University

※概要 (Summary) :

反強磁性ハーフメタル(HMAF)は、伝導電子が100%スピン分極するというハーフメタルとしての性質と反強磁性が共存する物質である。従来の強磁性ハーフメタルと比較して、スピン偏極電子の生成に対する磁場の影響が少ない為、ハーフメタルの用途を広げる新材料として期待されている。しかし、反強磁性ハーフメタルの作製に関し理論的予測は多く為されているが、その明確な実証例は今まで得られていない。現在までの研究で我々は、SrLaVMoO₆多結晶の作製に成功し^[1-3]、SrLaVMoO₆において反強磁性と大きなスピン分極率 ($P \sim 0.5$) の共存を確認している^[1]。この結果は、SrLaVMoO₆類縁化合物が、反強磁性ハーフメタルとして有力な候補である事を示唆している。また、SrLaVMoO₆ (SLVM) 薄膜の作製は、デバイスへの応用や HMAF の物性解明において有意義である。本研究では SLVM 薄膜を作製し、HMAF 性の要因と考えられている B(V/Mo)サイトの規則度と、スピン分極率の関連性について調査した。

※実験 (Experimental) :

SLVM 薄膜は各種基板上 (SrTiO₃、LaAlO₃ 等) に、H₂ を 1-5 % 混入した Ar ガス中で 10 Pa、基板温度 700-800 °C で、スパッタ法を用いて作製した^[4]。作製した薄膜の結晶性の評価については薄膜 X 線測定装置、表面平坦性については原子間力顕微鏡及び走査電子顕微鏡 (S5200)、薄膜の組成分析については EDX 付き走査電子顕微鏡 (JSM-6301F) を使用した。また、ハーフメタル性を実証するため NbN 超伝導接合法により、SLVM のスピン分極率の測定 (4.2 K) を行ったが、接合作製には、フォトリソグラフィ装置、RIE エッチング装置等を用いた。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

Fig.1 に SrTiO₃(111)上に製膜した SLVM 薄膜の XRD パターンを示す。B サイトの規則化を示す二重ペロブスカイトの超格子反射である(111)ピークが明瞭に観

測された。また、この薄膜の電気抵抗率の温度依存性を測定したところ、温度の減少と共に電気抵抗率も減少する挙動が見られ、SLVM が金属的性質を持つ事が分かった。

NbN と SLVM 接合界面のコンダクタンス測定を行い、Blonder-Tinkham-Klapwijk (BTK) フィッティングからス

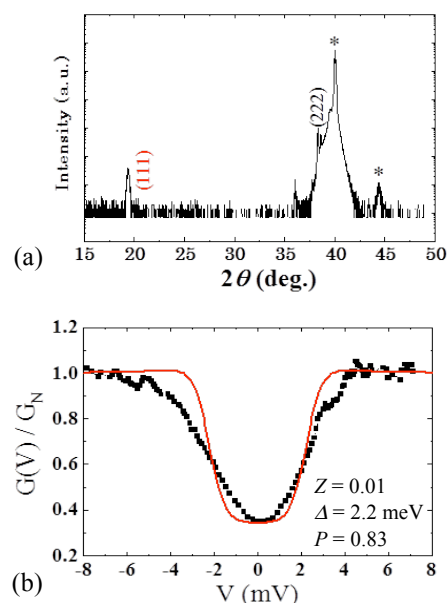


Fig. 1. (a) XRD pattern of a SrLaVMoO₆ film on SrTiO₃(111) substrates. (b) Bias dependence of normalized conductance $G(V) / G_N$ at 4.2 K measured for the SrLaVMoO₆ film. The filled squares are the experimental data. The solid line denotes the best fitting result of the modified BTK theory.

ピン分極率等の見積もりを行った。結果を Fig. 1(b)に示す。得られたスピン分極率は $P = 0.83$ であった。この値は、同じ方法で規則度を持たないサンプルについてスピン分極率を測定した結果である $P = 0.65$ や、過去に本研究室でバルクの SLVM を、ポイントコンタクトアンドレーエフ反射法(PCAR)を用いて測定した結果の $P = 0.5$ よりも大きな値となっている。その原因として我々は、SLVM 薄膜の B サイトイオンの規則度の増加や SLVM 薄膜へのエピタキシャル歪み効果に関連していると考えている。これらの結果は、SLVM が反強磁性ハーフメタル

として有力な候補材料である事を示唆している。

※その他・特記事項 (Others) :

(今後の課題)

SLVM 反強磁性体の P を増加し、ハーフメタル化への指針を得る為に、SLVM の規則度や格子歪みが P に与える影響の調査を行う。

(参考文献)

- [1] H. Gotoh et al. : Appl. Phys. Expr. 2 (2009) 013001.
- [2] H. Asano et al., J. Phys.: Conf. Ser., 200 (2010) 052001.
- [3] H. Matsushima, H. Gotoh, Y. Takeda, K. Ueda, and H. Asano, Jpn. J. Appl. Phys., 50 (2011) 103004.
- [4] H. Matsushima, H. Gotoh, T. Miyawaki, K. Ueda and H. Asano, J. Appl. Phys., 109 (2011) 07E321.

共同研究者等 (Coauthor) :

名古屋大学大学院工学研究科 浅野秀文 教授
名古屋大学大学院工学研究科 宮脇哲也 助教
名古屋大学大学院工学研究科 深谷直人 博士

論文・学会発表

(Publication) :

- 1) K. Sanbou, K. Sakuma, T. Miyawaki, K. Ueda and H. Asano, MRS proceedings 1454 (2012) 21.

- 2) R. Zenzai, T. Miyawaki, K. Ueda, and H. Asano, Journal of the Korean Physical Society 掲載予定

(Presentation) :

- 1) R. Zenzai, T. Miyawaki, K. Ueda, and H. Asano
“Fabrication and properties of double perovskite SrLaVRuO₆”,
The 19th International Conference on Magnetism with
SCES(ICM). Busan, Jul.8-13, (2012) (7/13) (P)

- 2) 三宝勝利, 小林耕平, 宮脇哲也, 植田研二, 浅野秀文
“ハーフメタル/Ba_{0.7}Sr_{0.3}TiO₃ ヘテロ構造の歪みとマルチフェロイック特性”, 2012 秋季第 73 回応用物理学会学術講演会 松山大学 (2012) 9 月 11-14 日(9/12)

- 3) 善賤良介, 松島宏行, 宮脇哲也, 植田研二, 浅野秀文
“二重ペロブスカイト SrLaVRuO₆ の作製と磁気・伝導特性”,
2012 秋季第 73 回応用物理学会学術講演会 松山大学 (2012)
9 月 11-14 日(9/12)

関連特許 (Patent) :

なし