

課題番号 : F-14-UT-0046
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Fe/SiO₂/Si トンネル接合素子における3端子 Hanle 効果の起源
 Program Title (English) : Origin of the broad three-terminal Hanle signals in Fe/SiO₂/Si tunnel junctions
 利用者名(日本語) : 佐藤彰一¹⁾, 中根了昌^{1,2)}, 田中雅明¹⁾
 Username (English) : S. Sato¹⁾, R. Nakane^{1,2)}, M. Tanaka¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院工学系研究科, 2) 東京大学国際工学教育推進機構
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 2) Institute for Innovation in International Engineering Education, The University of Tokyo.

1. 概要(Summary)

近年、強磁性(FM)/絶縁体(I)/半導体(非磁性体)(NM)接合においてローレンツ型の磁気抵抗効果が観測されており(三端子ハンルシグナル) [1,2]、その起源について様々なモデルが提案されているものの [3-6] 統一的な理解には至っていない。本研究では Fe/SiO₂/Si 構造における三端子ハンルシグナルについて系統的な実験を行った。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

ブレードダイサー DAD340

マニュアルワイヤーボンダー

・実験方法

Figure 1(a)に今回作成した Fe/SiO₂/Si 構造を持つトンネルダイオードの構造を示す。サンプルはダイシングソーによって切り出した 30 mm 角の n 型シリコン基板上に、EB 蒸着等を利用して作製した。素子加工プロセス後のサンプルは、ダイシングソーによって 5.2 mm 角のダイへ切り出し、測定器のサンプルホルダに装着し、ワイヤーボンダーを使用して、素子上部電極とサンプルホルダの電極を接続して磁気伝導測定を行なった。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1(b)に観測された三端子ハンルシグナルを示す。外部磁場の角度を基板面内($\theta = 0^\circ$)から、面直($\theta = 90^\circ$)へと 10° 刻みで測定を行なった。得られたシグナル形状を独自の手法で解析を行なった結果、このシグナルの起源が Fe/SiO₂ 界面の常磁性的な領域におけるスピン分極の低下にあることを突き止め、新たな磁気伝導モデルを提案した。常磁性層の物理的な起源については、今後の調査対象である。

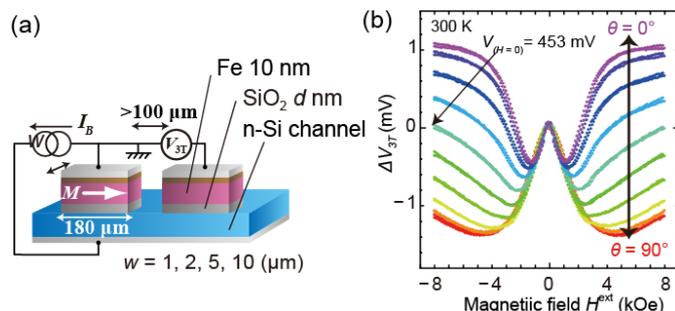


Figure 1 (a) Schematic illustration of the device structure and the measurement procedure. (b) Experimental data of three terminal Hanle signals obtained at 300 K with various angles ($\theta = 0^\circ - 90^\circ$, 10° step) of the external magnetic field.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- [1] S. P. Dash et al. Nature 462, 491 (2009).
- [2] S. P. Dash et al. Phys. Rev. B 84 (2011).
- [3] M. Tran et al., Phys. Rev. Lett. 102, 036601 (2009).
- [4] T. Uemura et al., Appl. Phys. Lett. 101, 132411 (2012).
- [5] Y. Song and H. Dery, Phys. Rev. Lett. 113, 047205 (2014).
- [6] O. Txoperena et al., Phys. Rev. Lett. 113, 146601 (2014).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, " 3T-Hanle signals of Fe/SiO₂/Si junctions measured with various magnetic field directions", " Theoretical analysis of Three Terminal Hanle signals", S. Sato, R. Nakane and M. Tanaka, 平成 26 年 9 月 20 日.
- (2) 第 19 回 半導体スピン工学の基礎と応用 PASPS-19, "The origin of Broader Three Terminal Hanle signals at Fe/SiO₂/Si structure", S. Sato, R. Nakane and M. Tanaka, 平成 26 年 12 月 15 日.

6. 関連特許(Patent) なし。