

課題番号 : F-16-UT-0155
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : Fe/Mg/SiN_x/Si 構造によるシリコンへのスピン注入
Program Title (English) : Spin injection into silicon in Fe/Mg/SiN_x/Si tunnel junctions
利用者名 (日本語) : 羽田崇人, 佐藤彰一
Username (English) : T.Hada, S.Sato
所属名 (日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English) : School of Engineering, The University of Tokyo

1. 概要 (Summary)

Fe/MgO トンネル接合は強力なスピフィルター効果が期待できることから、近年では Fe/MgO/Si 構造が Si へのスピン注入の目的で広く用いられている[1]。しかしながら、そのようなスピフィルター効果が実際に Si へのスピン注入にとって有効であるかは明らかではなく、強磁性体-絶縁体界面に形成された磁気的なデッドレイヤーが効率的なスピン注入を阻害しているという報告もなされている[2]。

本研究では Fe/Mg/SiN_x/Si 構造における Si へのスピン注入を 3 端子ハンル測定を用いて測定した。トンネルバリアとして SiN_xを用いることにより MgO に比べより平坦な界面が実現できると考えられる。また、Fe と SiN_xの間に Mg 層を挿入することにより Fe と SiN_x層のインターミキシングを防ぎ、デッドレイヤーの形成を抑制することができると期待できる。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

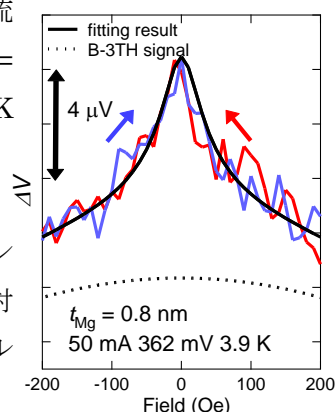
ブレードダイサー、マニュアルウエッジボンダー

【実験方法】

まず、ブレードダイサーを用いて 3 mm 角に切断した n+Si(001)基板上に RF プラズマ窒化により SiN_x を作製し、高真空化、室温において Mg(t_{Mg} = 0 -2 nm)/Fe(3 nm)/Mg(1 nm)/Al(150 nm)多層構造を蒸着した。その後、UV リソグラフィー、H₃PO₄水溶液を用いたエッチングにより 2 × 180 μm²のジャンクションを作製し、最後にバックコンタクト用の Al(70 nm)を裏面に蒸着した。3 端子ハンル測定ではマニュアルウエッジボンダーを用いてジャンクションと基盤裏面を配線し、±3 kOe の範囲で試料面直方向に磁場を掃引しながら定電流条件でジャンクションにおける電圧降下の変化を測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 にバイアス電流 50 mA で測定した t_{Mg} = 0.8 nm のサンプルの 3.9K におけるハンル信号を示す。実験の結果、 $t_{Mg} \geq 0.5$ nm ではハンル信号が得られるのに対し、 t_{Mg} = 0 nm ではハンル信号が得られないこ



とが分かった。これは Mg 層が磁気的なデッドレイヤーの形成を防ぐことによりスピン注入が実現していることを示す。本研究では Fe/Mg/SiN_x/Si 構造を用いて初めて Si へのスピン注入に成功した。

Fig. 1 Hanle signal of the sample with t_{Mg} = 0.8 nm.

4. その他・特記事項 (Others)

【参考文献】

- [1] Y.Aoki *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 081201(R) (2012).
- [2] S. Sato *et al.*, Appl. Phys. Lett. **107**, 032407 (2015).

【謝辞】

本研究は、基盤研究(B)とスピントロニクス学術研究基盤と連携ネットワークの助成を受けたものです。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

T.Hada, R.Nakane, S.Sato, M.Tanaka, 応用物理学会第 77 回秋期大会, 平成 28 年 9 月 14 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし。