

非縮退 Si チャンネル中における巨大スピン蓄積信号の検出

Large spin accumulation signal in a lateral spin valve with nondegenerate Si channel

京都大学大学院工¹, TDK 株式会社², 大阪大学大学院基礎工³○安藤裕一郎¹, 小池勇人², 田原貴之¹, 亀野誠³, 佐々木智生², 鈴木義茂³, 白石誠司¹Kyoto Univ.¹, TDK Corporation², Osaka Univ.³°Y. Ando¹, H. Koike², T. Tahara¹, M. Kamen³, T. Sasaki², Y. Suzuki³, and M. Shiraishi¹

E-mail: ando@kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】シリコン (Si) をチャンネルとしたスピントランジスタの実現を目指し, Si 中にスピン流を生成, 輸送させる研究が精力的に行われている[1-3]. 近年, 我々は縮退 Si チャンネルを用いて, スピン流の室温生成・輸送に成功し[4], 更に非縮退 Si チャンネルを用いて室温・長距離 (20 μm 以上) スピン輸送, バックゲートによるスピン輸送特性の変調に成功した[5]. スピントランジスタの要素技術の確立は着実に進展しているが, 実用化には磁気抵抗比の向上が喫緊の課題である. 本研究では非縮退 Si チャンネルを用いたデバイスにおいて, 1mV 超のスピン蓄積電圧, 1 Ω 超のスピン抵抗変化を実現したので報告する.

【実験方法】スピン輸送チャンネルとして非縮退 Si on Insulator 基板 (リン(P) ドープ, $N_D=1\times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$), スピン注入・検出電極として多結晶鉄 (Fe), トンネル絶縁膜として酸化マグネシウム (MgO) を用いた (Fig. 1(a)). ショットキー障壁幅の低減の為, MgO 界面近傍の Si 層にはハイドープ層 (P ドープ, $N_D=1\times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) を形成した. 測定では電極②-③間に電流を流し, 電極②の電圧降下を測定した. 当該手法でも電極③から注入されたスピンの電極②に輸送されたことに起因するスピン蓄積信号を検出でき, スピン輸送特性の評価が可能であることを確認している. [6]

【実験結果】Fig.1(b)に室温で測定した磁気抵抗効果測定の結果を示す. 明瞭な矩形信号が得られていることが判る. スピン蓄積電圧は 1 mA 印加時に 1.5 mV 以上あり, スピン抵抗変化の大きさは 1.5 m Ω と見積もられた. この結果はこれまでに報告されている半導体スピンドバイスの局所磁気抵抗効果と比較して極めて大きい. 講演では巨大なスピン蓄積信号が得られた起源についての検討や, 非縮退 Si 中におけるスピン輸送特性についても報告する.

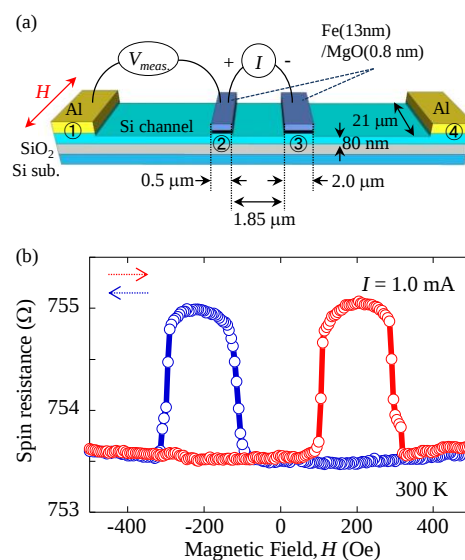


Fig.1 (a) A schematic illustration of Si-based spin device. (b) Magnetoresistance measured at 300 K.

- [1] I. Appelbaum et al., Nature **447**, 295 (2007), [2] O. M. J. van't Erve et al., APL **91**, 212109 (2007),
 [3] T. Sasaki et al., APEX **2**, 053003 (2009), [4] T. Suzuki et al., APEX **4**, 023003 (2011),
 [5] T. Sasaki et al., PRAP **2**, 034005 (2014), [6] T. Sasaki et al. APL **104**, 052404 (2014).