

ゲルマニウム中の電子スピン伝導とスピン緩和

藤田裕一¹, 山田道洋¹, 塚原誠人¹, 山田晋也^{1,2}, 澤野憲太郎³, 浜屋宏平^{1,2}
 (¹阪大基礎工,²阪大基礎工スピントロニクスセンター,³東京都市大総研)

Spin transport and relaxation in *n*-Ge

Y. Fujita¹, M. Yamada¹, M. Tsukahara¹, S. Yamada^{1,2}, K. Sawano³, K. Hamaya^{1,2}

(¹Graduate School of Engineering Science, Osaka Univ., ²Center for Spintronics Research Network, Osaka Univ., ³Advanced Research Laboratories, Tokyo City Univ.)

【はじめに】

シリコン(Si) CMOS 技術における微細化の限界が訪れようとする中、トランジスタのチャンネル材料をゲルマニウム(Ge)へ置き換えようとする潮流がある[1]. これまで我々は Ge-CMOS の到来に整合するスピントロニクス技術の開発を行ってきた[2]. 本研究では、Ge へのスピン注入技術とスピン伝導の観測から、Ge 中で生じる電子スピンの緩和現象までを議論する[3-5].

【実験手法】

MBE 法を用いて Si 基板上に作製した Ge 層($n \sim 10^{18} \text{cm}^{-3}$)上にリン(P)のデルタドーピング層を介して $\text{Co}_2\text{FeAl}_{0.5}\text{Si}_{0.5}$ (CFAS) 薄膜を作製し、Fig.1(a)にあるような横型スピンバルブ素子へと微細加工した. スピン伝導測定には非局所 4 端子測定[直流電流(-1 mA)]を用いた.

【実験結果】

Fig.1(b)には代表的な非局所 Hanle 効果の測定結果を示す. CFAS の磁化配置(平行・反平行)に対応した明瞭な信号が観測されている. この測定を様々な温度で行い、次元拡散モデルで解析した結果得られたスピン寿命(τ)の温度依存性を Fig.1(c)に示す. 100 K 付近から温度依存性を示す特徴的な挙動を示したが、この挙動は最近提案された不純物誘起の谷間散乱[3,4,6]とフォノン誘起の谷間散乱[7]をベースとしたシンプルな理論で説明できることが明らかとなった[5]. 残念ながら Hanle 効果は 250 K までしか観測されなかったが、今回の結果で Ge 中の電子スピンの緩和機構が解明されたため、今後、室温付近でスピン信号を得るための鍵となる技術開発への指針がたったと言える.

本研究は、科研費基盤研究(A)(16H02333)・新学術領域研究ナノスピン変換(No. 26103003)の補助を受けた.

参考文献

- 1) H. Wu et al., 2014 International Electron Devices Meeting (IEDM).
- 2) K. Hamaya et al., Phys. Rev. Lett. **102**, 137204 (2009); K. Kasahara et al., Appl. Phys. Express **7**, 033002 (2014).
- 3) Y. Fujita et al., Phys. Rev. B **94**, 245302 (2016).
- 4) M. Yamada et al., Phys. Rev. B **95**, 161304(R) (2017).
- 5) Y. Fujita et al., Phys. Rev. Applied (in press).
- 6) Y. Song et al., Phys. Rev. Lett. **113**, 167201 (2014).
- 7) P. Li et al., Phys. Rev. B **86**, 085202 (2012).

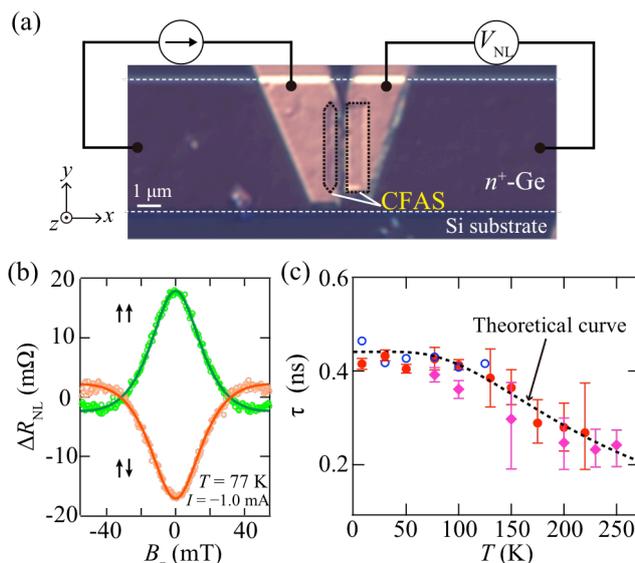


Fig.1. (a) Optical micrograph of a fabricated lateral spin valve. (b) Nonlocal (NL) Hanle effect curves at 77 K. (c) Temperature dependence of the spin lifetime in Ge.