

Co₂Fe(Al, Si)/n-GaAs 接合における非局所スピニングナル

Non-local Spin Signals for Co₂Fe(Al,Si)/n-GaAs Junctions

東北大工¹ ○手束 展規¹, 斎藤 達哉¹, 及川 楓吾¹, 松浦 昌志¹, 杉本 諭¹,

Tohoku Univ.¹ ○N. Tezuka¹, T. Saito¹, F. Oikawa¹, M. Matsuura¹, S. Sugimoto¹

E-mail: tezuka@material.tohoku.ac.jp

【緒言】 スケーリングに頼らない LSI の高性能化のため、論理演算・不揮発性メモリ機能が融合されたスピン MOSFET が提案されており、その実現には強磁性体/半導体接合における高効率スピン注入・検出を実現することが求められている。スピン注入・検出の高効率化の一つの方策として、高スピン分極率材料を用いることが有効である。強磁性トンネル接合における Co₂Fe(Al,Si)フルホイスラー合金(CFAS)は、低温・室温ともに高いスピン分極率を示す[1]。我々は、CFAS/n-GaAs 接合において、スピン注入に伴うシグナルを室温まで観測することに成功した[2]。本発表では、スピン注入シグナルの四端子 Hanle 測定と非局所測定の結果について報告する。

【実験方法】 分子線エピタキシを用いて i-GaAs 基板上に n-GaAs(320 nm, $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$)/n⁺-GaAs(30 nm, $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)/CFAS(10 nm)を成長した。CFAS の成膜温度は 300°Cである。酸化進行防止のためキャップ層として、成膜後、別のスパッタ装置で Ta 3nm を成膜した。得た膜の構造解析は、RHEED と XRD を用いて行った。EB リソグラフィ、および、Ar イオンミリングを用いて四端子スピン輸送素子を作製した。4.2K において、四端子 Hanle 測定をおこなった。また、四端子非局所測定により、室温までスピン注入の評価を行った。

【結果】 成膜した膜を RHEED、XRD で構造解析した。XRD は(200)ピークが観測され、また、RHEED では超格子線を含んだ観測されたことから、L2₁ 構造を有すると考えられる。4.2 K において、面直に磁場を印加した場合、磁化の平行・反平行状態により異なる Hanle 曲線を観測した。面内に磁場を印加した場合、電極の保磁力差に依存した磁気抵抗効果が観測された。したがって、非局所四端子測定から得た電圧差は、スピン注入・検出にともなう、スピニングナル (ΔV) である。4.2 K におけるスピン注入効率は、0.06 と見積もられた。また、スピニングナルは室温まで観測することができ、測定温度の上昇に伴い単調に減少することが確認された。スピニングナル ΔV は、 $\Delta V = P^2 \rho \lambda J \exp(-d/\lambda)$ で与えられ、 P 、 ρ 、 λ 、 J 、 d はそれぞれ、強磁性体のスピン分極率(スピン注入・検出効率)、半導体チャネルの比抵抗とスピン拡散長、印加電流密度、電極間距離である。本研究では J を一定とし、 ρ をチャネル抵抗から求めた結果、スピン分極率 P は測定温度上昇に伴い単調に減少することが確認された。この CFAS のスピン分極率の温度依存性は、トンネル磁気抵抗効果で示した温度依存性同様に、温度変化に対して緩やかなものであった。

本研究の一部は、科学研究費補助金、戦略的国際科学技術協力推進事業、旭硝子財団の研究助成により行われた。

[1] N. Tezuka et al., Appl. Phys. Lett., 94 (2009) 162504. [2] T. Saito et al. Appl. Phys. Express, 6, 103006, (2013)