

課題番号 : F-17-HK-0024
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : AlGaAs/GaAs 系高移動度 2 次元電子系へのスピン注入および検出
 Program Title (English) : Electrical spin injection and detection in an AlGaAs/GaAs-based high-mobility two-dimensional electron system
 利用者名(日本語) : 林志超, 潘達, マーモウド ラスリイ, 植村哲也
 Username (English) : Z. Lin, D. Pan, M. Rasly, T. Uemura
 所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University
 キーワード/Keyword : 微細加工, スピントランジスタ, スピン注入, 2 次元電子系, リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

従来のトランジスタ機能に加え、スピンの機能性を有するスピントランジスタの実現に向け、強磁性電極から半導体にスピンの揃った電子を注入する半導体スピン注入の研究が盛んに行われている。これまで GaAs や Si, Ge など種々のバルク半導体へのスピン注入が室温で実証されている。一方、AlGaAs/GaAs 2 次元電子ガス(2DEG)構造へのスピン注入の報告例は少なく、強磁性半導体の GaMnAs をスピン源として用いた素子で実現されているのみである[1]。さらに、GaMnAs の強磁性転移温度(T_c)は室温より低いため、スピン注入の実証も 50 K 以下に限られている。本研究では、 T_c が室温より十分高い CoFe ($T_c > 1000$ K)をスピン源に用い、AlGaAs/GaAs 2DEG チャンネルへのスピン注入をより高い温度域にて実証した。

2. 実験(Experimental)

● 利用した主な装置名

超高精度電子ビーム描画装置(ELS-7000HM), 反応性イオンエッチング装置(RIE-10NRV)

● 実験方法

GaAs(001)基板上に AlGaAs/GaAs 系 2 次元電子チャンネルとスピン源として CoFe 電極を有する層構造を、MBE 法とスパッタ法により成長した。その後、超高精度電子ビーム露光装置および反応性イオンエッチング装置等を用いて Fig. 1(a)に示す横型スピン輸送デバイスに加工した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ホール効果測定により、製作した 2DEG 層の 77 K におけるシートキャリア濃度及び移動度はそれぞれ $6.9 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ と $43,700 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ となり、高

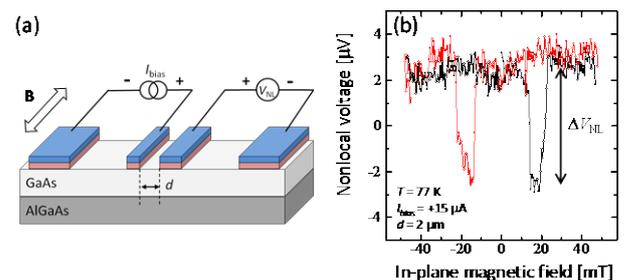


Fig. 1. (a) Schematic diagram of a lateral spin transport device. (b) A nonlocal spin-valve signal at 77 K.

い移動度を有することが分かった。このことは、良好な AlGaAs/GaAs ヘテロ界面が形成され、また、キャリアは 2DEG 層を伝導していることを示している。Fig. 1(b) に 77 K における非局所スピンバルブ信号を示す。図に示すように、注入電極と検出電極間の相対磁化配置の変化による明瞭なスピンバルブ信号が観測され、GaMnAs を用いた先行研究に比べ、より高い温度でのスピン注入を実証した。

4. その他・特記事項(Others)

・JSPS 科研費 17H03225

・参考文献

[1] M. Oltscher et al., PRL **113**, 236602 (2014).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] Z. Lin et al., INTERMAG2018, April 23-27, 2018, Singapore. (採択済み)

[2] Z. lin et al., 2018 年春季応用物理学会学術講演会、2018 年 3 月 17-22 日、東京

6. 関連特許(Patent)

なし