

課題番号 : F-16-HK-0066
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : ショットキー接合型トップゲート構造を用いたスピン信号のゲート制御に関する研究
 Program Title (English) : Gate control of spin signals through a Schottky junction-type top-gate structure
 利用者名(日本語) : 野村 航, 植村哲也
 Username (English) : W. Nomura, 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

1. 概要(Summary)

スピントランジスタをはじめとする半導体スピン機能デバイスの実現には、スピン偏極した電子を半導体チャネル中に電氣的に注入する”スピン注入”と、注入されたスピンをゲート電圧によって制御する”スピン信号のゲート制御”の技術確立が課題である。スピン注入に関してはこれまで盛んに研究がなされ、Si や GaAs, Ge などさまざまな半導体チャネルにて実証がなされている。一方、ゲート制御に関しては実証例が極めて少ない[1-3]。さらに、これらのゲート制御はすべてバックゲート構造でのみ実現されているが、バックゲート構造では、寄生容量が大きいため動作速度の低下や消費電力の増大が生じる。このため、実用化に向けてはトップゲート構造が不可欠である。本研究では、トップゲート構造を有するスピン注入素子を製作し、InGaAs チャネルにおけるスピンバルブ信号のゲート制御を実証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム露光装置(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 n 型 $\text{In}_{0.04}\text{Ga}_{0.96}\text{As}$ チャネルとスピン源として Fe 電極を有する層構造を MBE 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トップゲート構造を有する横型スピン輸送デバイスに加工した。Fig. 1 に示すように、Cross nonlocal 配置において、スピンバルブ信号のゲート電圧 (V_G) 依存性を 4.2 K にて測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 2 に、 $V_G = 0 \text{ V}$, -1.0 V および -1.4 V におけるスピンバルブ信号を示す。すべての V_G において、明瞭なス

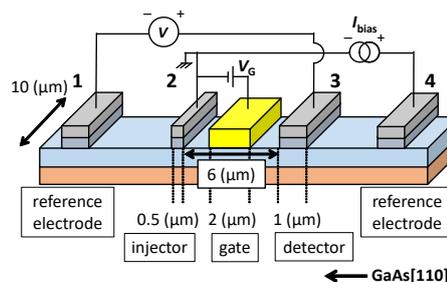


Fig. 1. A lateral spin injection device with a top-gate structure and circuit configuration

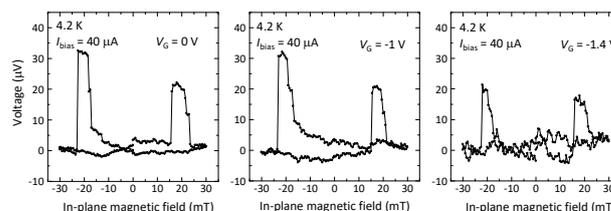


Fig. 2. Spin-valve signals at 4.2 K for a cross nonlocal geometry at $V_G = 0, -1.0$ and -1.4 V .

ピンバルブ信号を観測し、 $\text{In}_{0.04}\text{Ga}_{0.96}\text{As}$ チャネルへのスピン注入を実証した。スピンバルブ信号の振幅は $|V_G|$ を大きくするにつれて増加する傾向が見られ、トップゲート構造による明瞭なスピン信号の制御が実証された。

4. その他・特記事項(Others)

【参考文献】

- [1] H. Goto et al., APL 92, 212110 (2008).
- [2] T. Sasaki et al., PRA 2, 034005(2014).
- [3] T. Miyakawa et al., APEX 9,023103 (2016).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) W. Nomura et al., 2016 SSDM, Sept. 27-29, 2016.
- (2) 野村 航 他, 第 21 回半導体スピン工学の基礎と応用, 平成 28 年 12 月 12, 13 日.
- (3) 野村 航 他, 第 52 回応用物理学会北海道支部学術講演会, 平成 29 年 1 月 7, 8 日.

6. 関連特許(Patent)

なし