20a-C15-1

n 型シリコンスピンバルブにおける 2 端子 Hanle 効果を用いたスピンドリフト速度の定量的評価

Investigation of Spin-drift Velocity in *n*-type Si Spin Valve by Using Two-Terminal Hanle Effect Measurement

阪大院基礎工 [1], TDK 株式会社 [2], 秋田県産業技術センター [3]

○亀野 誠 [1], 安藤 裕一郎 [1], 新庄 輝也 [1], 白石 誠司 [1],

小池 勇人 [2], 佐々木 智生 [2], 及川 亨 [2], 鈴木淑男 [3]

Osaka Univ.[1], TDK Corporation[2], AIT [3]

°M. Kameno[1], Y. Ando[1], T. Shinjo[1], M. Shiraishi[1], H. Koike[2], T. Sasaki[2], T. Oikawa[2], T. Suzuki[3]

E-mail: kameno@semi.ee.es.osaka-u.ac.jp

[はじめに]電子のもつ「電荷」と「スピン」を利用したスピントロニクスに大きな注目が集まっている。中でもスピン輸送チャネルに半導体 Si を用いる Si スピントロニクスは、Si が比較的軽元素材料であり結晶の空間反転対称性があることから良好なスピンコヒーレンスが期待できる研究テーマであると言える。また産業応用の観点から「スピントロニクス技術を用いた Beyond-CMOS デバイス」への期待も高まっている。しかし、Si 中を輸送されるスピン流の物性に関してはまだ明らかになっていないことが多い。その例としてスピン輸送現象とスピン蓄積現象に対する切り分けが完全にはなされていないのが現状である。今回我々は強磁性-非磁性電極を用いた 2 端子法で高ドープ Si 中のスピン流輸送現象を検証した。新規性については、スピンの拡散輸送とドリフト輸送を切り分けて定量的に議論を進めた点が挙げられる。

[実験方法] Si にリン(P)をハイドープした SOI 基板の n^+-Si 層を用いた（ドープ濃度 5×10^{19} cm^{-3})。強磁性電極には Fe を、非磁性電極には Al を用いた。Fe 電極と Si の間には MgO(0.8 nm)を形成し、トンネル過程によりスピンを注入した。測定温度は 8 K とし、直流電流印加方向は電子が Fe 電極から Si に注入される方向を正と定義した。基板に対して垂直方向に磁場を印加することでスピンの歳差運動による Hanle 効果を非局所 4 端子法と 2 端子法(Fig.1)の両方で測定した。非局所 4 端子法ではスピンの拡散によるスピン輸送を、2 端子法は強磁性体電極-Si チャネル界面でのスピン蓄積を観測している。

[実験結果]Fig.2 のように 2 端子法において負バイアス依存性を測定した結果、明瞭な Hanle 信号が観測された。ここで示す 2 端子磁気抵抗(=2 端子 Hanle 信号)とは Hanle の効果による電圧をバイアス電流で割った値である。得られた Hanle 信号のバイアス電流依存性に対しドリフト拡散方程式から求めたドリフト速度を考慮したフィッティング式を用いてスピンドリフト速度を見積もると、電界に対し線形に増加することが明らかになった。この結果は関係式v (ドリフト速度)=μ (移動度) ×E (電界)によって、強く示唆されるものである。

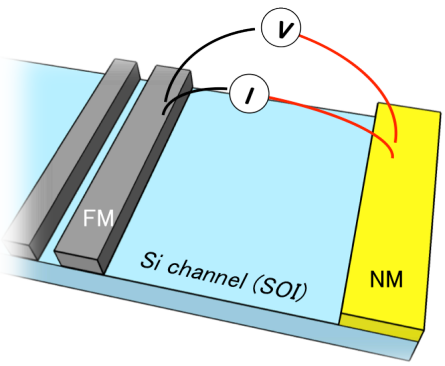

Fig.1 Schematic image of measurement using two-terminal on Si channel

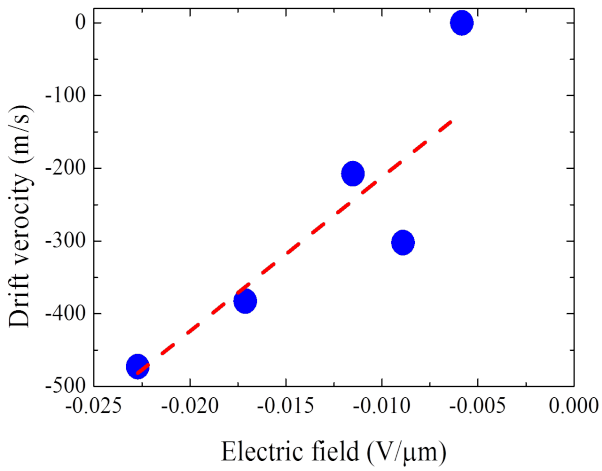

Fig.2 Electric-field dependence of drift velocity in highly-doped Si

© 2013 年　応用物理学会