

課題番号 : F-14-IT-0039  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : Si チャンネル・スピン輸送デバイスの試作  
 Program Title (English) : Fabrication of Si-channel spin-transport devices  
 利用者名(日本語) : 高村陽太<sup>1,2)</sup>、悪七泰樹<sup>1,3)</sup>、生瀬裕之<sup>1,3)</sup>、金子将士<sup>1,3)</sup>、北形大樹<sup>1,4)</sup>、近藤剛<sup>1,4)</sup>、菅原聡<sup>1,3)</sup>  
 Username (English) : Y. Takamura<sup>1,2)</sup>, T. Akushichi<sup>1,3)</sup>, Y. Ikuse<sup>1,3)</sup>, M. Kaneko<sup>1,3)</sup>, D. Kitagata<sup>1,4)</sup>, K. Kondo<sup>1,4)</sup>, and S. Sugahara<sup>1,3)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 東京工業大学像情報工学研究所、2) 東京工業大学大学院理工学研究科、3) 東京工業大学大学院総合理工学研究科、4) 東京工業大学工学部  
 Affiliation (English) : 1) Imaging Sci. Eng. Lab., Tokyo Tech, 2) Dept. of Physical Electron., Tokyo Tech, 3) Dept of Electron. Appl. Phys., Tokyo Tech, 4) School of Eng., Tokyo Tech

### 1. 概要(Summary)

超低消費電力回路のキーデバイスとして期待されるスピン MOSFET の実現するためには、Si チャンネルに対するスピン偏極電流の注入/輸送を実証する必要がある。これまでの研究から、スピン輸送を実証(Fig. 1(a))するためには、チャンネル長がスピン緩和長以下のサブミクロンチャンネルのデバイス(Fig. 1(b))となることが分かったため、東京工業大学のリソグラフィ装置を利用することを計画した。

### 2. 実験(Experimental)

まず、超高真空チャンバー中で Al/CoFe/MgO/Si 接合を形成した。マスクレス露光装置でレジストパターンを形成し、Ar イオンミリングで Al/CoFe/MgO を細線に加工した。さらに、パッシベーション膜として SiO<sub>2</sub> をスパッタ堆積した。Al/CoFe/MgO の上の SiO<sub>2</sub> はリフトオフ法で除去した。素子分離を行った後、マスクレス露光装置により電極パターンを作製し、Al を蒸着した後、リフトオフを行い、スピン輸送デバイスを作製した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)にチャンネル長が 1 $\mu$ m のデバイスに対するスピン輸送信号のシミュレーション結果を示す。このような特徴的な振動信号が得られれば、スピン輸送が実証できる。

Fig. 1(b)にスピン輸送デバイスの断面図と上面図とを示す。n<sup>+</sup>Si チャンネルと 4 つの強磁性トンネル接合から構成される。中央の 2 つの接合の中心間距離がチャンネル長である。Fig. 1(c)に最小実効チャンネル長の検討結果を示す。露光装置の最小線幅やアライメント精度を検討した結果、細線パターンに電子ビーム(EB)露光法、Al 電極パターンにマスクレス露光法を用い、さらに、コンタクトホールレスの素子構造にすればチャンネル長が最短で 0.68 $\mu$ m のスピン輸送デバイスが実現できることが分かった。

Fig. 2 にマスクレス露光法のみを用いて作製したデバイス(チャンネル長 2 $\mu$ m)の上面写真を示す。今後は、EB 露光の導入を行い、サブミクロンチャンネルデバイスを作製する必要があると考えている。

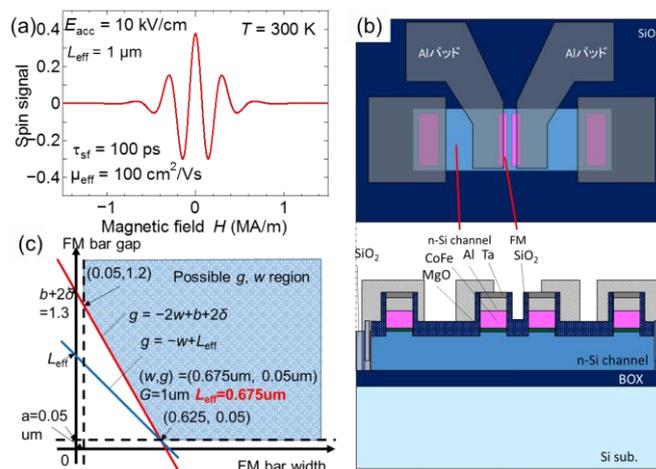


Fig. 1. (a) Calculated spin-transport signals for submicron-channel devices (b)-(c) Design of spin-transport devices

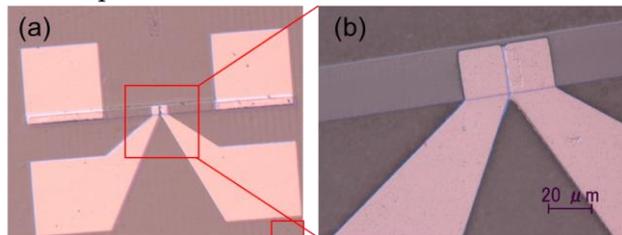


Fig. 2 Optical images of fabricated spin-transport devices

### 4. その他・特記事項(Others)

- 共同研究者 東京工業大学像情報工学研究所 周藤悠介特任助教
- ・JSPS 科研費 26630153
- ・ナノテクノロジープラットフォーム平成 26 年度研究設備の試行的利用事業 第 5 回 Types2

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

### 6. 関連特許(Patent)

なし