

課題番号 : F-15-HK-0083  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : MnGa 垂直磁化膜から GaAs チャンネルへのスピン注入  
 Program Title (English) : Spin injection from MnGa perpendicular magnetization layer to GaAs channel  
 利用者名(日本語) : 松原航平, 李垂範, M. Rasly, 植村哲也  
 Username (English) : K. Matsubara, Lee Soo Beam, 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

## 1. 概要(Summary)

電界効果トランジスタのソースおよびドレイン電極を強磁性体で置き換えた構造を有するスピントランジスタは、不揮発性に基づく低消費電力動作や、再構成可能論理回路への応用が可能などの特徴から、次世代スピントロニクスデバイスとして注目されている。スピントランジスタを微細化するには強磁性層として垂直磁化膜を用いることが有効である。MnGa 垂直磁化膜は、期待されるスピン偏極率が高い<sup>[1]</sup>、キュリー温度が高い<sup>[2]</sup>、GaAs との格子マッチングが良い<sup>[3]</sup>といった利点がある。本研究では、MnGa 垂直磁化膜をスピン源とした GaAs へのスピン注入素子の製作し、MnGa 層の明瞭な垂直磁化特性を実証するとともに MnGa/n-GaAs 微細接合の電気的特性を明らかにした。

## 2. 実験(Experimental)

### ● 利用した主な装置

超高精細高精度電子ビーム描画装置 100 kV、ELS-7000HM、反応性イオンエッチング装置 RIE-10NRV

### ● 実験方法

MnGa から GaAs チャンネルへのスピン注入特性、チャンネル中のスピン輸送特性を評価するために、Fig. 1 に示す層構造を MBE 成長により作製した。その後、電子ビーム(EB)描画、RIE 等を用いて Fig. 2 に示すデバイスに加工した。MnGa 層と n<sup>+</sup>-GaAs 層間に厚さ 1.0 nm の Fe 層を挿入した構造も同時に製作した。MnGa 層の磁化特性は Polar MOKE 測定により評価した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 3 に Fe 層の有る試料とない試料での MnGa 層の Polar MOKE 測定結果を示す。いずれの試料に対しても

明瞭な垂直磁化特性が観測された。

Fig. 4 に MnGa/(Fe)/GaAs 接合の室温における *I-V* 特性を示す。両試料ともバイアス電圧の極性に関し、ほぼ対称な特性を示し、ショットキーバリアを介したトンネル伝導が確認された。Fe 層を挿入することで接合抵抗は約 2.4 倍増大したが、これは MnGa に比べ、Fe の仕事関数が大きく、Fe/n-GaAs ショットキー障壁の高さが大きくなった可能性が考えられる。今後は、MnGa 層から GaAs チャンネルへのスピン注入特性とスピン輸送特性を評価する予定である。

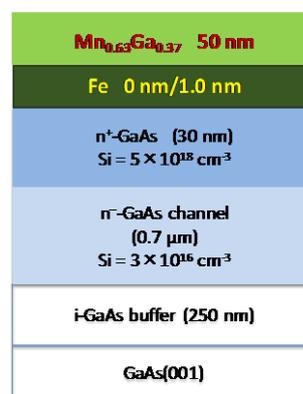


Fig. 1 Layer structure

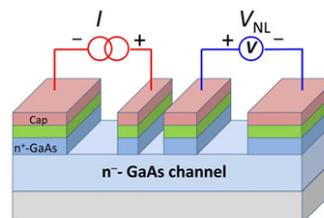


Fig. 2 Spin injection device

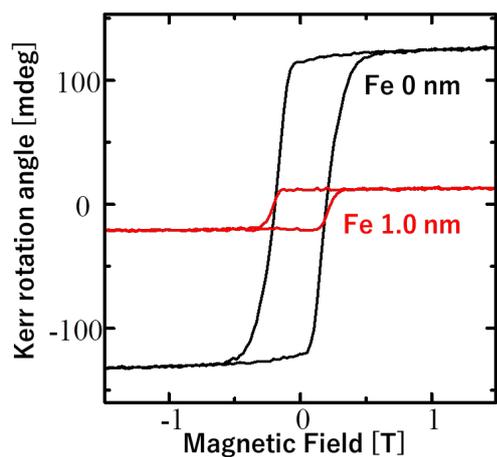


Fig. 3 Magnetization characteristics of MnGa/Fe/GaAs

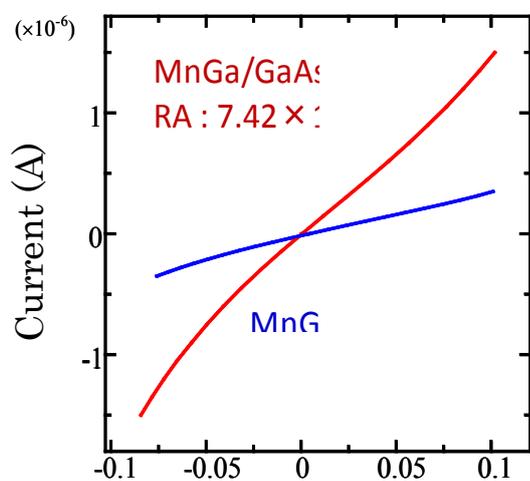


Fig. 4 I-V characteristics of MnGa/(Fe)/GaAs junctions

#### 4. その他・特記事項(Others)

##### 【参考文献】

- [1] B. Balke et al., APL 2007
- [2] M. Tanaka et al., APL 1993
- [3] W. Van Roy et al., APL 2009

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

##### 【学会発表】

- (1)松原航平 他, 第 51 回応用物理学会北海道支部学術講演会, 平成 28 年 1 月 9 日.

#### 6. 関連特許(Patent)

なし