

課題番号 : F-19-IT-0020
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 強磁性半導体(In,Fe)Sb ホールセンサーの出力改善
 Program Title (English) : Improvement of output in anomalous Hall effect sensors using (In,Fe)Sb
 利用者名(日本語) : 高橋 駿輔¹⁾, ケフィン エカプトラ ヨハ¹⁾, ファムナムハイ¹⁾
 Username (English) : Shunsuke Takahashi¹⁾, Kevin Ekaputra Yohar¹⁾, Pham Nam Hai¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 東京工業大学 工学院 電気電子系
 Affiliation (English) : 1) Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Tech.
 キーワード/Keyword : 強磁性半導体、ホールセンサー、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

正常ホール効果を用いた磁気センサーは、電流計測やモータ制御などで広く利用されており、常に磁気感度向上の要求がある。市場の高感度な磁気センサーとして、高移動度化合物半導体 InSb や磁性体フェライトなどを組み合わせたデバイスがある。しかし特にフェライトと InSb を組み合わせたセンサーには、高感度だが非線形な特性をもつデメリットが存在する。一方で鉄系強磁性半導体(In,Fe)Sb は、InSb に Fe 原子を添加した材料であり室温強磁性を有し大きな異常ホール効果を示すことが確認されている。特に δ -doping 法を用いた試料で高い磁気感度と線形性が示されていることで、磁気センサーの材料として期待されている。しかし、定電圧駆動時の出力電圧の低さが課題である。それは試料の抵抗率が高く、バイアス電流が数 μ A と小さいことが要因であるが、抵抗率を下げることによる解決は見込めないと考えられる。そこで、本研究では、(In,Fe)Sb 磁気センサーにおける出力電圧の向上を目的として、ホールバーの並列化による異常ホール効果の評価を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

コンタクト光学露光装置、触針式段差計

【実験方法】

Molecular Beam Epitaxy 法により GaAs 基板の上に、AlAs/AlSb/InSb/ InFeSb 層を作製した。次にフォトリソグラフィ装置を用いて、Fig. 1(a)に示すように、 $W/L=0.1$ と小さい微小ホールバーを n 個 ($n = 4, 8, 12, 16$) 並列した形状の素子を作製し、異常ホール効果の評価した。素子の作製には、コンタクト光学露光装置を用い、触針式段差計で評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(b) に各ホールバーにおけるホール電圧の印加磁場依存性の結果を示す。また、印加磁場 0.5 T での磁気感度を Fig. 1(c)に示す。これより n に対して磁

気感度が増加傾向であることが確認できた。これは、従来の電極短絡によるホールバーのサイズ制限を超えたものであり、形状の最適化による出力電圧の改善ができることを示した。

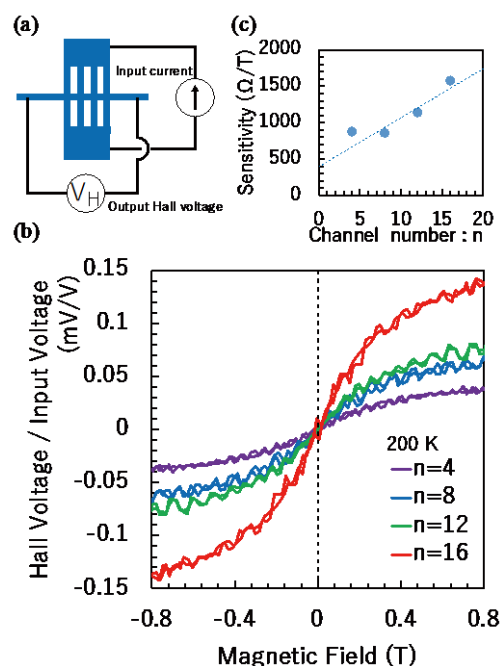


Fig. 1. (a) Schematic structure of our Hall bars with n parallel channels and electric measurement circuit. Blue area shows the uniform doped (In,Fe)Sb material. (b) Hall voltage vs. external magnetic field of Hall bars with various channel numbers $n = 4, 8, 12, 16$ at 200 K. (c) Magnetic field sensitivity as a function of the channel number n at 0.5 T.

4. その他・特記事項(Others)

本研究は JST CREST「量子技術」研究領域 (No. JPMJCR1777)の支援を受けた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) S. Takahashi, K. E. Yohar, M. Tanaka, P. N. Hai. "Improvement of output in anomalous Hall effect sensors using (In,Fe)Sb," 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 2020 年 3 月.

6. 関連特許(Patent)

なし