

# 鉄系強磁性半導体を用いたスピバイポーラトランジスタにおける スピン依存伝導特性

## Spin dependent transport characteristics of spin bipolar transistors based on Fe doped ferromagnetic semiconductors

東工大<sup>1</sup>, 東大工<sup>2</sup>, <sup>○</sup>長南 光貴<sup>1</sup>, 荒川 雄斗<sup>1</sup>, 田中 雅明<sup>2</sup>, ファム ナム ハイ<sup>1,2</sup>

Tokyo Tech.<sup>1</sup>, Univ. Tokyo<sup>2</sup>, <sup>○</sup>Koki Chonan<sup>1</sup>, Yuto Arakawa<sup>1</sup>, Masaaki Tanaka<sup>2</sup>, Pham Nam Hai<sup>1,2</sup>

E-mail: chonan.k.aa@m.titech.ac.jp

スピントランジスタは磁化方向に依存した出力特性を持つため、高密度高速不揮発性メモリや再構成可能な論理回路などへの応用が期待されている。p型強磁性半導体(Ga,Fe)Sbとn型強磁性半導体(In,Fe)Asを用いたpn接合スピンドायオードが、磁気抵抗比が500%を超える超巨大磁気抵抗効果を示した一方で、その伝導特性は江崎ダイオード的なオーミック特性であったため[1]、これらの強磁性半導体のみではスピントランジスタへの応用が困難である。本研究では、結晶構造や伝導率に関して既存の半導体と親和性が高いこれらの強磁性半導体と、非磁性半導体を組み合わせることによりスピバイポーラトランジスタを作製し、そのスピン依存伝導特性を評価した。

今回、分子線エピタキシー法により作製したスピバイポーラトランジスタの構造を図1(a)に示す。AlGaAs/GaAsヘテロ接合バイポーラトランジスタ[2]の非磁性半導体層上に、p型強磁性半導体(Ga,Fe)Sbとn型強磁性半導体(In,Fe)Asを用いた強磁性半導体pn接合を積層したpnpスピバイポーラトランジスタ構造を作製した。この構造において、図1(b)に示すようにベース電圧によるコレクタ電流の変調を確認した。また、図1(c)に示すように4Kにおいて $V_{EC} = 500 \sim 1200$  mVの広い領域で負の磁気抵抗効果が得られた。図1(d)はこの磁気抵抗効果の温度依存性であり、20Kまで同様の磁気抵抗効果が確認された一方で、40Kあたりから磁気抵抗が減少し始め、n型強磁性半導体(In,Fe)Asのキュリー温度約50Kを超える60Kになると磁気抵抗効果は消失した。

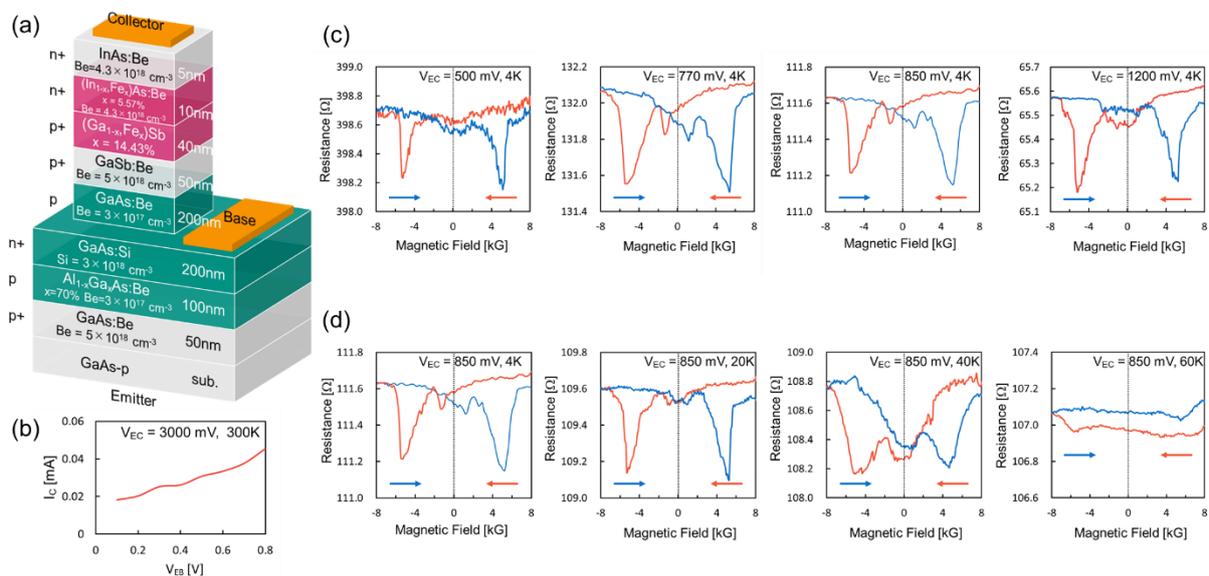


Fig. 1. (a) Device structure of our spin bipolar transistor. (b) Base voltage dependence of the collector current in common emitter configuration. (c) Magnetoresistance at several bias voltages measured at 4 K. The magnetic field was applied perpendicular to the film plane. (d) Temperature dependence of magnetoresistance of the same sample.

**References:** [1] Y. Otsuka, Y. Arakawa, M. Tanaka, P. N. Hai: 61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, abstract No. EF-06 (2016). [2] N. Chand *et al.*, Appl. Phys. Lett. **46**, 302 (1985).