鉄系強磁性半導体の p-n 接合における巨大スピン依存伝導特性

Giant spin dependent transport characteristics in Fe-doped ferromagnetic semiconductor p-n junctions

[1] 東工大工 [2] 東大工 ◦荒川雄斗 [1] 大塚友絢 [1] 田中雅明 [2] ファム ナム ハイ [1]

Tokyo Inst. Tech.[1] , Univ. Tokyo.[2] , ◦Y.Arakawa[1], T.Otsuka[1], M.Tanaka[2], P.N.Hai[1]

E-mail: arakawa.y.ad@m.titech.ac.jp

近年、電荷の制御による高速動作という半導体の特徴と、スピンの制御による不揮発性という磁性体の特徴を融合できる強磁性半導体は大変注目されている。特に、鉄系強磁性半導体は n 型および p 型強磁性半導体が実現できること[1,2]や室温強磁性が実現できること[3]などから、デバイス応用に有望である。そこで本研究では p 型として(Ga,Fe)Sb を n 型として(In,Fe)As を用いた鉄系強磁性半導体による p-n 接合を作製し、そのスピン依存伝導特性の評価を行い、500%を超える超巨大な磁気抵抗効果を観測した。

今回作成したデバイス構造を図 1(a)に示す。強磁性 p-n 接合が n 型(In,Fe)As (10 nm) / p 型(Ga,Fe)Sb (40 nm)のヘテロ接合からなり、低温分子線エピタキシャル法を用いて、p+型 InAs 基板の上に作製した。このデバイス構造を直径 200 μm のメサ型ダイオードを作製し、その垂直スピン依存伝導特性を評価した。図 1(b),(c)に測定したダイオードの代表的な磁気抵抗効果を示す。図 1(b)に示すような 20%程度の通常のスピンバルブ効果を観測した他、低磁場付近で急激的な抵抗減少を伴う 500%強の新しい超巨大磁気抵抗効果も観測した。この超巨大な磁気抵抗効果は、(Ga,Fe)Sb と(In,Fe)As のスピン分裂バンドエッジの位置関係およびその磁場依存性によって説明できた。

[1] P. N. Hai, L. D. Anh *et al.*, Appl. Phys. Lett. 101, 182403(2012). [2] N. T. Tu, P. N. Hai *et al.* Appl. Phys. Lett. 105, 132402 (2014). [3] N. T. Tu, P. N. Hai *et al.*, Appl. Phys. Lett. 108, 192401 (2016).

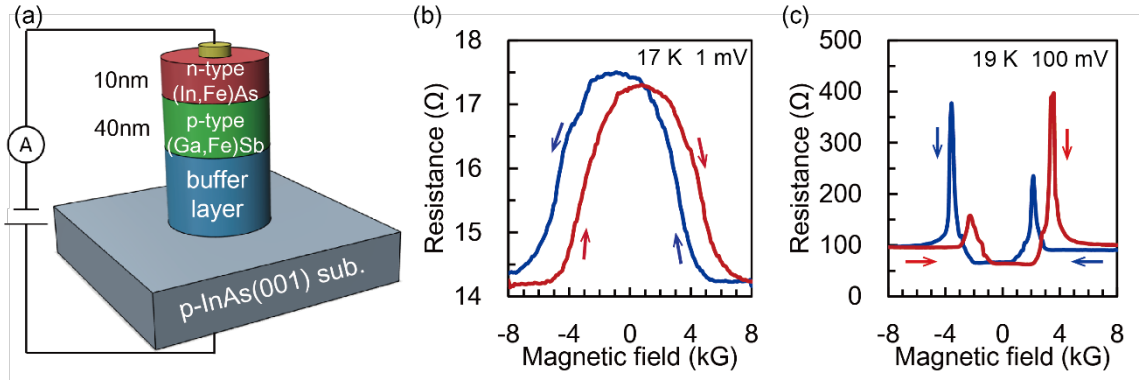

Figure 1. (a) Device structure of our ferromagnetic p-n junctions. (b) Conventional magnetoresistance (spin-valve effect) of 20%, and (c) giant magnetoresistance (>500%) with a sudden drop of the resistance at low magnetic fields. The magnetic field was applied perpendicular to the film plane, and swept from + 8 to -8 kG (blue) and -8 to + 8 kG (red).

© 2016年 応用物理学会