GaMnAs を用いた 3 端子磁気抵抗効果変調デバイスの作製とその特性評価
Fabrication and evaluation of a GaMnAs-based three-terminal magnetoresistance-modulation device

○金木 俊樹 [1]、浅原 弘勝 [2]、大矢 忍 [1]、田中 雅明 [1] ([1] 東大院工、[2] 東大工)
○Toshiki Kanaki[1], Hirokatsu Asahara[2], Shinobu Ohya[1] and Masaaki Tanaka[1]
([1]Graduate School of Engineering, [2]Faculty of Engineering, The University of Tokyo)
E-mail: kanaki@cryst.t.u-tokyo.ac.jp

強磁性半導体 GaMnAs はさまざまな半導体をトンネル障壁とした 3 層構造を作製することが可能であり、大きなトンネル磁気抵抗効果(TMR)を示すことから[1-4]、半導体スピントロニクスデバイスの理想的な材料系として精力的に研究されてきた。半導体スピントロニクスにおいて、電気的手法により TMR を変調することは応用上非常に重要である。これまで、GaMnAs ヘテロ接合において TMR を電流で制御した研究が報告されている[5,6]。しかし、電流による制御は消費電力が大きいため、低消費電力で制御可能な電界による制御が強く求められてきた。そこで我々は磁気トンネル接合の側面にゲート絶縁膜を成膜し、ゲート電界による TMR の変調を試みた。

低温分子線エピタキシー法により、 $Ga_{0.93}Mn_{0.07}As$ (20 nm) / GaAs (9 nm) /$Ga_{0.95}Mn_{0.05}As$ (20 nm) / GaAs:Be (50 nm) /p^+GaAs (001)からなる磁気トンネル接合を成長した。フォトリソグラフィーとウェットエッチングにより直径 200 μm の円柱形に加工し、原子層堆積法により 150℃で AlO_x を 27 nm 成膜した。コンタクトホールを形成した後，金電極を蒸着した。作製したデバイスの模式図を Figure 1(a)に示す。3.5 K において、上部磁性層及び下部磁性層の磁化が平行及び反平行の状態で、ゲート電圧 V_G を印加しながらトンネル電流 I の上部電極電位 V_b 依存性を測定した。ここで V_b と V_G は基板電位を基準として定義する。Figure 1(b)に V_b = -0.07 V における TMR の V_G 依存性を示す。TMR 比は V_G=0 における値で規格化した。規格化した TMR 比を-3%から 6%まで変調することに成功した。Figure 1(c)に規格化した TMR の V_G と V_b 依存性を示す。さまざまな V_b において、V_G の増大に伴い規格化した TMR が増大する傾向があることが明らかとなった。当日はその起源について議論する。

謝辞：貴重なアドバイスと絶縁膜形成にご協力いただいた千葉大地先生、小山知弘先生（東大物工）、高木信一先生、竹中充先生（東大電気系）に感謝いたします。本研究は、科学研究費(No. 23000010, No. 26249039)、先端融合 COE、MERIT の援助を受けた。

文献：[1] M. Tanaka and Y. Higo, Phys. Rev. Lett. **87**, 026602 (2001). [2] D. Chiba *et al*., Physica E **21**, 966 (2004). [3] H. Saito *et al*., Phys. Rev. Lett. **95**, 086604 (2005). [4] M. Elsen *et al*., Phys. Rev. B **73**, 035303 (2006). [5] T. Mizuno *et al*., Appl. Phys. Lett. **90**, 162505 (2007). [6] S. Ohya *et al*., Appl. Phys. Lett. **96**, 052505 (2010).

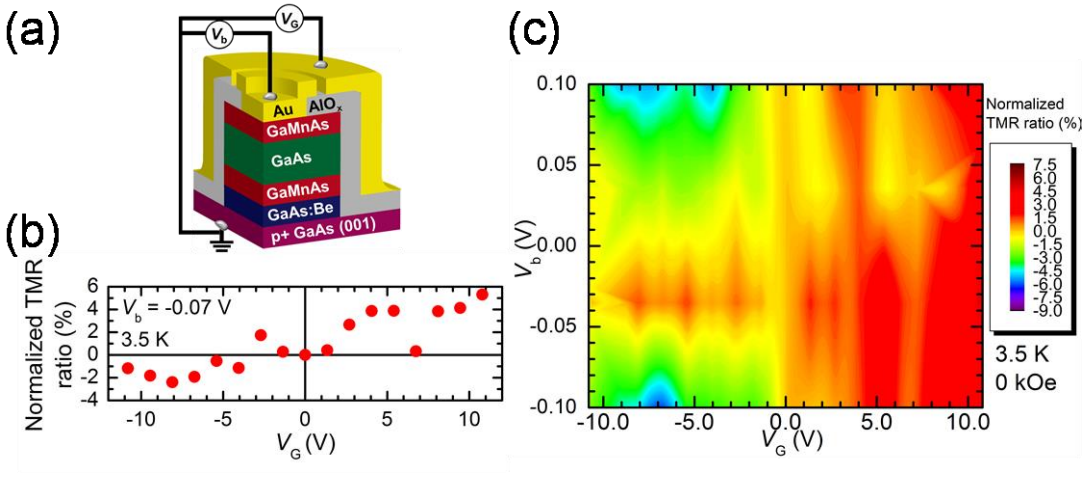

Figure 1(a) Schematic illustration of the device structure. The actual device has a cylindrical shape. **(b)** The TMR ratio normalized at V_G = 0 as a function of V_G when V_b = -0.07 V. **(c)** Normalized TMR ratio as a function of V_G and V_b. All the data were obtained at 3.5 K.

© 2015年 応用物理学会