

ノンコリニア反強磁性体逆ペロブスカイト窒化物薄膜 Mn_3GaN における異常ホール効果とスピン軌道トルクスイッチング

Anomalous Hall effect and electrical switching of
noncollinear antiferromagnetic antiperovskite nitrides Mn_3GaN

名大院工, °(M1)園田 航, 松浦 健人, 田中 恵理, 羽尻 哲也, 浅野 秀文

Nagoya Univ., °Kou Sonoda, Kento Matsuura, Eri Tanaka, Tetsuya Hajiri, Hidefumi Asano

E-mail: sonoda.kou@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

【研究背景】 ノンコリニア反強磁性体は、ベリー曲率に起因した異常ホール効果の発現などの特異な磁気輸送特性を有しており、スピントロニクスにおいてこれらの性質を応用することが注目されている。そのため高速動作、低消費電力性、耐久性に優れるスピン軌道トルク (SOT) を用いたノンコリニア反強磁性体の効率的な制御は応用に向けて重要である。[1, 2]。我々はこれまでにノンコリニア反強磁性体である逆ペロブスカイト Mn 系窒化物 Mn_3GaN と Pt の積層膜において、典型的な強磁性体よりも一桁以上小さい電流密度 ($1.5 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$) の印加により無磁場・室温でホール抵抗を制御可能である事を示してきた [1]。しかし、正常ホール効果に加えてノンリニアなホール抵抗の磁場依存性は見いだしていたものの、明瞭な異常ホール効果の観測まで至っておらず、課題であった。本研究では Mn_3GaN 薄膜における異常ホール効果および $\text{Mn}_3\text{GaN} / \text{X} (\text{X}=\text{Ta}, \text{Pt})$ 積層膜へのパルス電流印加によるホール抵抗のスイッチング特性について報告する。

【実験方法】 $\text{Mn}_3\text{GaN} / \text{X} (\text{X}=\text{Ta}, \text{Pt})$ 積層膜は DC マグネトロンスパッタリングにより作製した。構造解析は XRD、磁化は SQUID により測定を行った。フォトリソグラフィにより $20 \mu\text{m}$ 幅のホールバ素子を作製し、パルス電流を流すことで、ホール抵抗変化の測定を行った。

【結果と考察】 MgO(001)基板上に成長させた Mn_3GaN (35 nm) 薄膜のホール抵抗値の磁場依存性を Fig.1, に, Mn_3GaN (20 nm) / Ta (3 nm) 積層膜ホール素子におけるホール抵抗のパルス電流密度依存性を Fig. 2 示す。 Mn_3GaN 単膜において明瞭な異常ホール効果が観測され, Ta との積層膜においても同程度の異常ホール効果が観測された。また Ta との積層膜にパルス電流(パルス幅: $5 \mu\text{sec} \sim 100 \text{ msec}$) を印加したところ, 磁場スイープ測定で観測された異常ホール効果と同程度のホール抵抗変化の観測に成功した。この事より, パルス電流印加によるホール抵抗の変化は Ta におけるスピンホール効果により生成されたスピン流がノンコリニア反強磁性スピン配列に作用した事に起因していると考えられる。講演では, $\text{Mn}_3\text{GaN} / \text{X} (\text{X}=\text{Ta}, \text{Pt})$ 積層膜における系統的なデータから SOT 無磁場磁化反転の詳細について議論する。

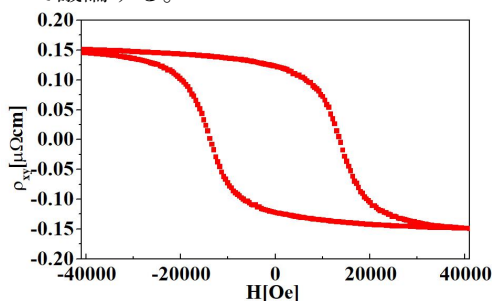


Fig. 1 Magnetic field dependence of Hall resistance of 35 nm thick Mn_3GaN thin film.

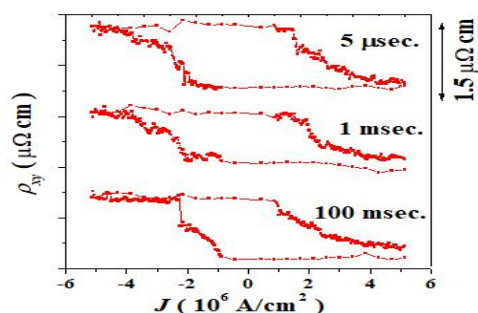


Fig. 2 Hall resistance switching of Mn_3GaN (20 nm) / Ta (3 nm) bilayer with different pulse currents.

【参考文献】

- [1] T. Hajiri *et al.*, *Applied Physics Letters*. **115**, 052403 (2019). [2] H. Tsai *et al.*, *Nature*. **580**, 608-613 (2020).