

Ni₈₀Fe₂₀/VO₂ 二層接合における強磁性共鳴下での起電力の温度依存性

田村和真、神吉輝夫¹、白井俊、田中秀和¹、手木芳男²、仕幸英治
(阪市大院工、¹阪大産研、²阪市大院理)

Temperature dependence of electromotive forces in Ni₈₀Fe₂₀/VO₂ bilayer junctions under the ferromagnetic resonance

Kazuma Tamura, Teruo Kanki¹, Shun Shirai, Hidekazu Tanaka¹, Yoshio Teki², Eiji Shikoh
(Osaka City Univ. Eng., ¹ISIR, Osaka Univ., ²Osaka City Univ. Sci.)

はじめに

スピントロニクスにおいて、スピン流を外場で制御するスピン流スイッチの実現は重要な課題である。本研究では、遷移金属酸化物である二酸化バナジウム(VO₂)に着目した。VO₂はある温度付近で抵抗値が急激に変化する金属絶縁体転移という特性を持つ¹⁾。この金属絶縁体転移を利用し、スピン流を熱スイッチングできるデバイスの創成が期待できる。最近、フェリ磁性絶縁体である YIG からスピンポンピングを用いて VO₂ へのスピン注入が達成された²⁾。しかし、実用化には良質な YIG を作製することが必要であるが、非常に困難である。本研究では、代表的な強磁性金属である Ni₈₀Fe₂₀ を利用し、Ni₈₀Fe₂₀/VO₂ 二層接合における強磁性共鳴下での起電力の温度依存性を評価した。

実験方法

Fig. 1 に、Ni₈₀Fe₂₀(25nm)/VO₂(10nm)二層接合の試料構造を示す。真空蒸着装置を用いて、TiO₂(001)基板の上に、VO₂はパルスレーザー堆積法、Ni₈₀Fe₂₀とPdは電子ビーム蒸着法を用いて作製した。Pdは電圧計によって起電力を測定する際の電極として用いた。伝送線路によって発生させた高周波磁界と電磁石による静磁界を試料に印加することで強磁性共鳴(FMR)を励起し、スピンポンピングを行った。注入されたスピン流は、VO₂薄膜中で逆スピンホール効果(ISHE)³⁾によって電流に変換される。この電流をVO₂の抵抗を介して起電力として検出することにより、VO₂薄膜へのスピン注入特性を評価した。また、ペルチェ素子により温度制御を行い、温度依存性について評価した。

実験結果

Fig. 2 に、Fig. 1 の試料における抵抗値 R 及びFMR下での起電力 V_{FMR} の温度依存性を示す。抵抗値が急激に変化していることから、金属絶縁体転移が発生していることがわかる。また、VO₂薄膜が絶縁体から金属に変化すると、 V_{FMR} は小さくなった。ここで得られる起電力 E は(1)式のように表せる。

$$E = R \vec{J}_C \propto R \theta_{\text{SHE}} \vec{J}_S \times \vec{\sigma} \quad (1)$$

J_C 、 θ_{SHE} 、 J_S 及び σ はそれぞれ電流、スピンホール角、純スピン流及びスピン偏極ベクトルである。(1)式より、 R の変化量に対して E がそれほど変化していないことから、 E の大きさには θ_{SHE} と J_S の寄与が大きいと考えられる。つまり、金属絶縁体転移によってVO₂薄膜のスピン-電流変換効率やスピン注入効率が変化したと考えられる。学会時には、研究の詳細について議論する。

参考文献

- 1) H. Takami, et al., Appl. Phys. Lett., 101, 263111(2012).
- 2) T.S. Safi, et al., Nat. Commun., Vol.11, p.476 (2020).
- 3) E. Saitoh, M. Ueda, and H. Miyajima, Appl. Phys. Lett., 88, 182509(2006).

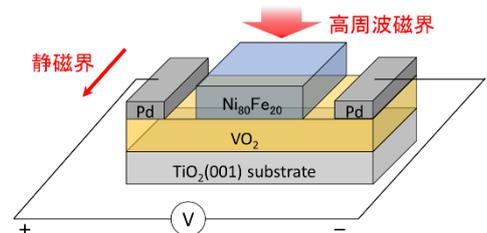


Fig. 1. Structure of sample.

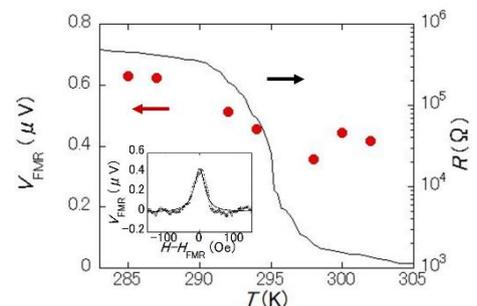


Fig. 2. Temperature dependence of V_{FMR} and R . The inset shows output voltage at 300K.