

高周波スピントロニクスと磁化ダイナミクス

—高感度スピントルクダイオード—

鈴木義茂^{1,2}, 石橋翔太¹, 野崎隆行¹, 久保田均², 薬師寺啓², 福島章雄², 湯浅新治²

¹大阪大学基礎工学研究科物性物理工学領域

²産業技術総合研究所名のスピントロニクス研究センター

*suzuki-y@mp.es.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

電子の電荷とスピンを同時に利用する「スピントロニクス」には様々な期待が寄せられているが、スピンの際差運動に起因する高周波特性を利用する「高周波スピントロニクス」もそのひとつである。トンネル磁気抵抗 (MTJ) 素子に直流電流を印加すると際差運動が誘起され GHz 帯の発振器となる。また、MTJ にその強磁性共鳴(FMR)周波数に対応する高周波電流を印加するとスピントルクによって FMR が誘起される。その結果、素子抵抗は印加電流と同じ周波数で振動し、印加電流を整流する作用が現れる[1]。最近、このスピントルクダイオードの性能が半導体ショットキー接合を超える可能性が見出されたので報告する[2]。

2. 実験

FeCoB/MgO/FeCoB 構造からなるトンネル接合膜をスパッタリング法(Canon ANELVA C7100)により成膜し、断面サイズが $100 \times 150 \text{ nm}^2$ のピラー状に加工した。膜の磁気抵抗比は 105 %、単位面積当たりの抵抗(RA)は $2 \Omega \mu\text{m}^2$ である。共鳴の線幅を細くし、磁化の相対角を 90 度付近にするために、磁性層には Fe-rich 組成(Fe_{0.8}Co_{0.2}B)を用いた。さらに、外部磁界を膜面直から 4 度傾けて印加した。その結果、最大 120 mV/mW とこれまでの 50 倍以上の感度を得ることに成功した。ここで、磁化のダンピングを減少させて線幅をさらに小さくすることによりさらなる感度の増大を図った。バイアス電流を 0 mA から 1.6 mA まで 0.4 mA 刻みで変化したときの検波出力電圧スペクトルを図に示す。出力電圧はバイアス電流の印加に伴い急激に増加し、最大で 1560 mV/mW の検波感度を得ることに成功した。この値はゼロバイアス下のショットキーダイオードの検波感度の約 3 倍である。

謝辞 本研究は、大阪大学基礎工学研究科 石橋本研究の一部は、文部科学省特定領域研究「スピン流の創出と制御」の補助のもと行われた。試料作製ではキャノンアネルバ(株)の前原大樹氏にご協力いただいた。

参考文献

[1] A. A. Tulapurkar et al., Nature, 438, 339 (2005).

[2] S. Ishibashi et. al., Appl. Phys. Express 3 (2010) 073001.

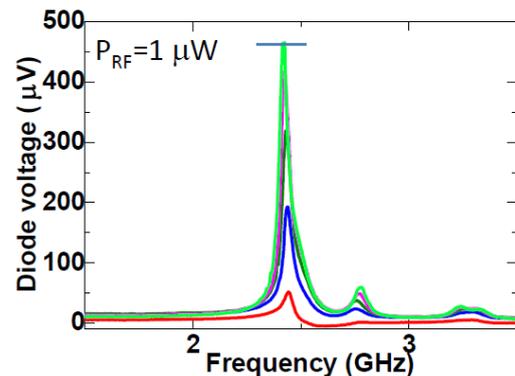


図 スピントルクダイオードの検波出力の周波数依存性. バイアス電流を 0 mA から 1.6 mA まで 0.4 mA 刻みで多くすることにより出力電圧が大きくなる.