

非磁性ナノ細線の形状効果を用いた純スピンの増幅

ランジダー・アブドラ¹、アンディー・ヴィック¹、ベン・マーフィー¹、廣畑貴文^{1,2}
(¹ヨーク大、²JST さきがけ)

Spin-current amplification by geometrical effects in a lateral spin-valve

R. M. Abdullah¹, A. J. Vick¹, B. A. Murphy¹ and A. Hirohata^{1,2}

(¹ Univ. of York and ² JST-PRESTO)

はじめに

将来のスピン트로ニクス素子の一翼を担うと期待されている面内スピバルブにおいては、非局所手法を用いると、非磁性体中にスピン偏極電流が注入され、電子の流れとしての電流は生じない。このためジュール熱などを低減できるという利点がある。ところが、スピン注入子からの距離に応じてスピン偏極電流の大きさが指数関数的に減衰することが問題となっている。そこで本研究では、非磁性体の形状をラチェット状に変更することで、検出子・注入子側に流れるスピン偏極電流の抵抗率に差をつけて、検出子側への電流のみを増幅することを目指す¹⁾。

実験方法

図1に示すような強磁性 NiFe ナノ細線(線幅: 200 nm)と非磁性 Cu ナノ細線(線幅: 100 nm)からなる面内スピバルブ素子を、電子線描画と電子ビーム蒸着を組み合わせることで作製した。NiFe 細線間距離は 200 nm とし、その中央に底辺 100 nm・高さ h nm ($0 \leq h \leq 60$ nm) 直角三角形ラチェット構造を有する Cu 細線を配置した。なお、NiFe 細線の長さは 6 μm とし、一方のみ両端を鋭角に加工することで磁化反転磁場に差をつけている。測定は室温で 45 μA の電流を印加して、非局所 DC reversal 法を用いて行った²⁾。

実験結果

図2の通り、面内スピバルブに起因する非局所磁気抵抗(V/I)が得られた。通常の Cu ナノ細線($h=0$ nm)では、NiFe 細線の磁化が平行と反平行配置をとる場合の V/I の差($\Delta V/I$)が (2.81 ± 0.04) m Ω であった。それに対し、 $h=60$ nm の Cu ラチェット細線では、 $\Delta V/I = (21.5 \pm 0.85)$ m Ω となり、7 倍以上の信号増幅を達成した。このような非磁性体の形状制御によるスピン偏極電流増幅は全く新たな概念であり、スピン트로ニクス素子設計及び応用上で非常に大きな可能性を秘めている。

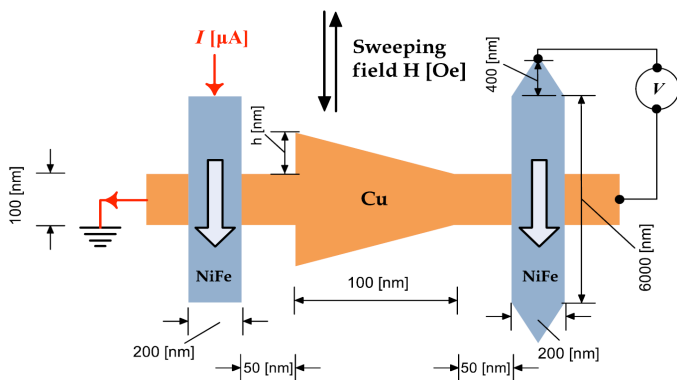


Fig. 1 Schematic diagram of the lateral spin-valve (LSV) with a triangular ratchet.

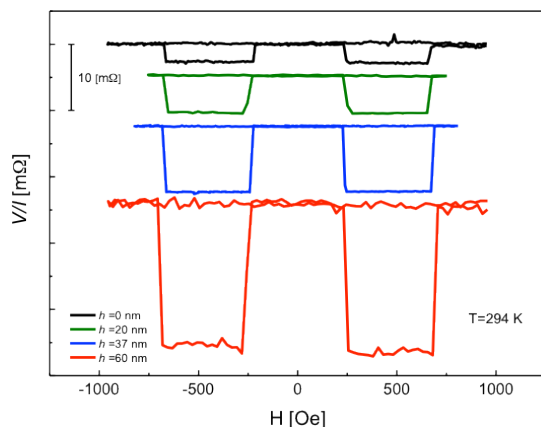


Fig. 2 Non-local signals for the LSV with triangular ratchets with heights (0 ~ 60 nm).

参考文献

- 1) 廣畑貴文、スピンバルブ素子 (特願 2012-246581、PCT/JP2013/079599).
- 2) R. M. Abdullah *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* (submitted).