

スピントルク強磁性共鳴法による Bi/Ni 二層膜における スピン流電流変換物性の測定

Measurement of spin-charge current conversion in Bi/Ni bilayer by using spin-torque ferromagnetic resonance method

○(B) 福本 直輝¹, (D) 松島 真之¹, 坂本 祥哉², 重松 英¹, 大島 諒¹, 安藤 裕一郎¹,
三輪 真嗣², 白石 誠司¹
京大院工¹, 東大物性研²

E-mail: fukumoto.naoki.55z@st.kyoto-u.ac.jp

Bi はスピン軌道相互作用が大きい物質として高いスピン流電流変換効率が期待されている。代表的な強磁性金属である NiFe(Py) を用いた Bi/Py 二層膜のスピン流電流変換効率について、直流スピンプンピング測定においてはアモルファス Bi で 0.02 [1]、多結晶 Bi で 0.019 と報告されているほか[2]、スピントルク強磁性共鳴(ST-FMR)測定では 0.03~0.06 という値が得られており[3]、測定法により異なる結果が報告されている。一方 Bi/YIG(イットリウム鉄ガーネット)二層膜の場合、スピンプンピング測定においては多結晶 Bi で 1.2×10^{-4} [4]、スピンゼーベック効果を用いた単結晶 Bi の測定では、その変換効率が無視できるほど小さい ($< 2.0 \times 10^{-5}$) と報告されている[5]など Bi と接する強磁性体に依存した値のばらつきが示唆される。この要因を解決する糸口として我々は、ST-FMR 測定における強磁性金属の材料選択に着目した。Bi/Py での先行研究[3]との比較を主眼に、Ni を強磁性体層として Bi/Ni 二層膜でのスピン流電流変換効率を調べた。

実験では Bi/Ni 二層膜を用いたスピントルク強磁性共鳴測定(ST-FMR)を行った。また、Bi の膜厚が異なる試料群 (Bi 膜厚 1.2~11.2 nm) を用意した。試料作製において、Bi/Ni 層は MgO 基板上に分子線エピタキシー法により蒸着した。成膜過程において基板冷却装置を用いることで、Bi と Ni は単結晶としての結晶性を保ったまま成膜されている。電子ビーム蒸着や Ar イオンミリングを使用しリフトオフ法により先行研究[3]に準じた ST-FMR 測定用試料を作製した。Bi の膜厚が異なる試料群において Ni のギルバートダンピング定数を測定したところ、Bi の膜厚が 7 nm 以上で飽和する傾向があった。これに対応して、フィールドライトルクとスピンメモリロスの寄与を無視したスピン流電流変換効率 η が飽和するという振る舞いが観測された (Fig. 1)。以上より、Bi/Py 二層膜における結果 [1, 2, 3] と比較して数倍大きな変換効率 (Bi の膜厚が 7 nm において $\eta \sim 0.25$) が Bi/Ni 系で得られたと結論した。講演では、Bi/Ni 系におけるスピン流電流変換物性に関する更なる詳細な議論を行う予定である。

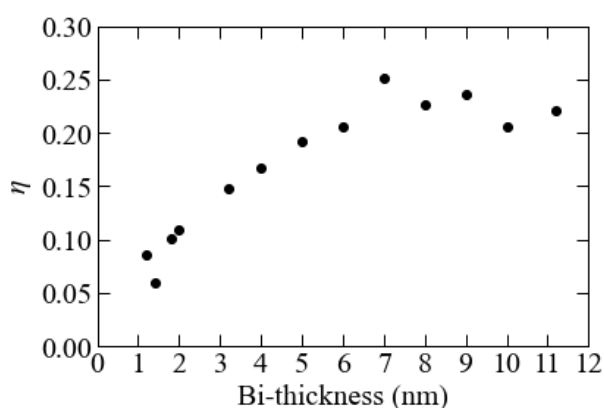


Fig. 1: Spin-conversion efficiency η as a function of the thickness of Bi in the Bi/Ni bilayer.

[1] H. Emoto *et al.*, J. Appl. Phys. **115**, 17C507 (2014). [2] D. Hou *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 042403 (2012). [3] M. Matsushima *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 042407 (2020). [4] H. Emoto *et al.*, Phys. Rev. B **93**, 174428 (2016). [5] D. Yue *et al.*, Phys. Rev. Lett. **121**, 037201 (2018).