

Co/固有ジョセフソン接合/Co 複合構造における I_c の磁場依存性の解析

Analysis of the field dependence of critical current in Co/IJJs/Co hybrid

宇都宮大工 °木村 椋, 八巻 和宏, 入江 晃亘

Utsunomiya Univ. °Kimura Ryo, Kazuhiro Yamaki, Akinobu Irie.

E-mail: mt186215@cc.utsunomiya-u.ac.jp

これまで我々は、固有ジョセフソン接合 (IJJs) と Co からなる Co/IJJs/Co 複合構造 (Fig. 1) を作製し、スピン流が固有ジョセフソン接合特性に及ぼす影響について報告してきた。Fig. 2 は、面積 $40 \times 40 \mu\text{m}^2$ の Co(50nm)/Au(10nm)/IJJs(450nm)/Au(10nm)/Co(100nm) 複合構造で観測された 77K における固有接合の臨界電流(I_c)の磁場依存性である。通常ジョセフソン接合の臨界電流の場合と異なり、 I_c は磁場に対し非対称的に変化しているのに加え、特徴的な振る舞いとして、 $B = \pm 20\text{mT}$ 近傍で I_c の局所的な減少 (dip 構造) が現れている。同試料の磁気特性との比較から、 I_c の変化は上下 Co 層の磁気特性に依存しており、dip 構造は上下 Co 層の磁化が反平行時に現れることがわかった[1]。この結果は、dip 構造がスピン蓄積によるジョセフソン接合の結合強さの弱まりに起因することを示唆している。そこで、磁性体の影響を考慮した現象論的モデルを用いて Co/IJJs/Co 複合構造における臨界電流の磁場依存性を解析したので報告する。

解析にあたり、簡単化のため単一のジョセフソン接合を考え、(1) 外部印加磁場と磁化による自発磁場の和が接合に加わる、(2) 最大ジョセフソン電流が上下 Co 層の磁化の差分に依存する、と仮定して sine-Gordon 方程式を数値解析し、 $I_c - B$ 特性における Co 層の寄与を検証した。

計算した I_c の磁場依存性を Fig. 3 に示す。Fig. 3 においても、 B に対して非対称な I_c の変化、及び $\pm 20\text{mT}$ 付近 dip 構造を確認することができ、実験結果 (Fig. 2) をよく再現していることがわかる。以上より、dip 構造は、固有接合におけるスピン蓄積によりスピン非平衡状態が顕著になったためと考えられる。

[1] 村田, 鬼塚, 八巻, 入江, 2017 年 第 64 回応用物理学会春季学術講演会

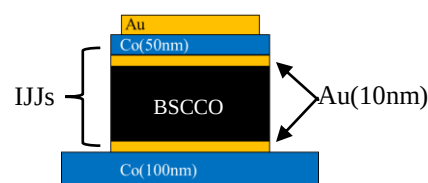


Fig.1 Schematic cross section of a Co/Au/IJJs/Au/Co structure.

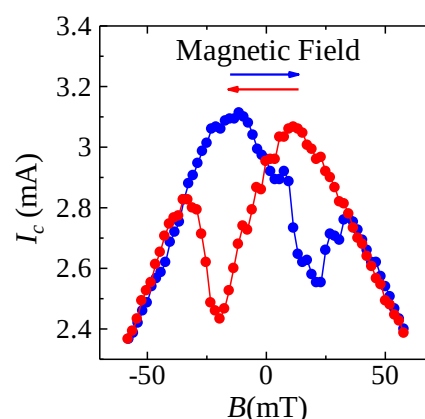


Fig. 2 $I_c - B$ characteristic of the sample with $N=300$ at 77K.

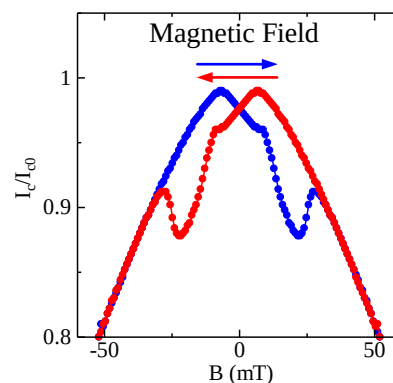


Fig. 3 Calculated $I_c - B$ characteristic.