

動的磁化を有する量子ドットを介したスピン流制御の理論

Spin current control via quantum dot with dynamic magnetization

山梨大院¹, 国立情報学研究所² 古屋雄涼¹, °橋本一成¹, 内山智香子^{1,2}

Univ. of Yamanashi¹, NII² Yusuke Furuya¹, °Kazunari Hashimoto¹, Chikako Uchiyama^{1,2}

E-mail: hashimotok@yamanashi.ac.jp

単電子で駆動するスピントロニクス素子の実現のため、微小系におけるスピン偏極電流（スピン流）の生成手法が研究されている。微小系におけるスピン流生成手法の一つとして、スピンプンピングが研究されている。これは、動的な磁化を持つ量子ドットと単一の非磁性リード（電子溜）が結合した系（ミニマムモデル：図1）で、ドットの磁化を時間周期的に回転させる事で、リードに電子流を伴わない純スピン流を生成する手法である[1]。

従来の研究では、主として図1のような単一リードと結合した系が研究されてきたが、閉じた電子回路内におけるスピン流の生成・制御のためには、2つのリードと結合した系への拡張が必要である。そこで、本研究では図2に示す2リードモデルにおける左右リード間のスピン流生成を研究する。この拡張により、ドットの磁化 $M(t)$ に加えて、リードの化学ポテンシャル $\mu_{L(R)}(t)$ および温度 $T_{L(R)}(t)$ もスピン流生成の駆動力として活用し、スピン流生成を增強できる。それに加えて、従来は純スピン流に限られていた電子流のスピン偏極度を任意に操作できるなど、スピン素子設計のニーズに応じた柔軟なスピン流制御が期待できる。

本講演では、ドットの磁化およびリードのパラメータ群の操作によるスピン流生成・制御プロトコルを、ドット-リード間の電子輸送を詳細に分析する量子統計力学の手法である完全係数統計を用いて理論的に研究した結果を報告する。

本研究は科学研究費（挑戦的萌芽研究 No.16K13853）および科学研究費（新学術領域研究 No.18H04290）によった。

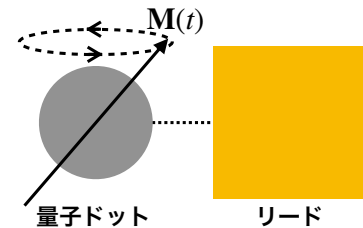


図1 スピンプンピングのミニマムモデル。ドットの磁化 $M(t)$ が時間周期変化する事で、ドットからリードに純スピン流が生成される。

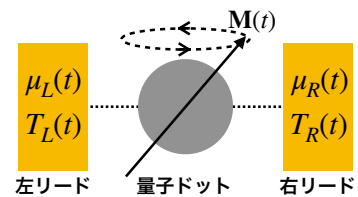


図2 2リードモデル。ドットの磁化に加えて、左右リードの化学ポテンシャル ($\mu_{L(R)}$) および温度 ($T_{L(R)}$) を制御パラメータとして、スピン流生成・制御に活用する。

[1] K. Hashimoto, G. Tatara, and C. Uchiyama, Phys. Rev. B **96**, 064439 (2017).