

超伝導電極を用いた量子ドットスピン干渉計におけるスピン分極の検出

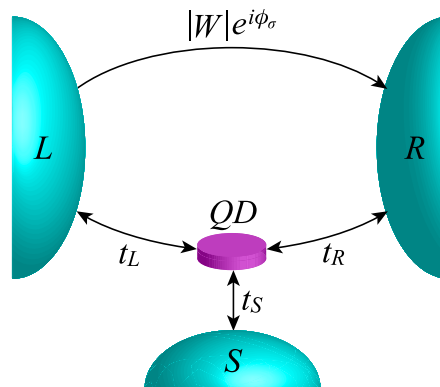
Detection of Spin Polarization in a Quantum Dot Spin Interferometer Using a Superconducting Lead

筑波大数理物質¹, NTT 物性基礎研² ○久保 敏弘¹, 都倉 康弘^{1,2}Univ. of Tsukuba¹, NTT Basic Research Lab.² ○Toshihiro Kubo¹, Yasuhiro Tokura^{1,2}

E-mail: kubo.toshihiro.ft@u.tsukuba.ac.jp

近年、スピン・軌道相互作用を利用することで、磁性体や磁場を用いずに電子スピンを制御することができるために、スピン・軌道相互作用を用いたスピン制御の研究が盛んに行われている [1]。2 端子常伝導電極 (L,R) を用いたスピン干渉計の片方の経路に量子ドット (QD) が埋め込まれた系において、(1) スピン・軌道相互作用が有限で、(2) 干渉計が非平衡である、これら 2 つの条件が満たされているときには、QD 中の電子スピンの分極することが知られている [2,3]。しかしながら、このような 2 端子常伝導電極を用いたセットアップでは、スピン分極が生成されていることを実験的に直接測定することはできない。そこで、我々は超伝導電極 (S) を導入して (図 (a))、アンドレーエフ反射を利用することによって、スピン分極が生じていることを実験的に調べることはできないかということを議論する。

本研究では、Nambu-Gor'kov 形式に基づく Keldysh の非平衡グリーン関数法を用いて解析を行った。非平衡な状況が、2 つの電極に印加されるバイアス電圧によって実現されたものであるか、温度勾配によって実現されたものであるかによって、生じるスピン分極に差ができることを示す。さらに、スピン分極が増大するにつれて、超伝導電極から量子ドットへ流れるアンドレーエフ電流が減少することを示す。これによって、間接的に量子ドット中にスピン分極が生成したことを確かめることができる。さらに、量子ドット中の電子間相互作用の効果についても議論する。



図：常伝導電極 (L,R) と超伝導電極 (S) と結合した量子ドット (QD) を片方の経路に含むスピン干渉計の模式図。 ϕ_σ はスピン・軌道相互作用によって誘起されるスピンに依存した位相であり、 $t_{L,R(S)}$ は量子ドットと常伝導 (超伝導) 電極とのトンネル結合の大きさを、 $|W|$ は 2 つの常伝導電極間の直接トンネルの結合の大きさをそれぞれ表す。

参考文献

- [1] J. Nitta, T. Akazaki, H. Takayanagi, and T. Enoki, Phys. Rev. Lett. **78**, 1335 (1997).
- [2] Qing-feng Sun and X. C. Xie, Phys. Rev. B **73**, 235301 (2006).
- [3] N. Taniguchi and K. Isozaki, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 124708 (2012).