

任意の次数の Rashba スピン軌道相互作用下における 2 個の量子ドットが埋め込まれた Aharonov-Bohm リングにおけるスピントラッキング

Spin Filtering in Aharonov-Bohm Ring with Double Quantum Dots under General Rashba Spin Orbit Interactions

○近藤 憲治 (北大電子研)

○Kenji Kondo (Hokkaido Univ.)

E-mail: kkondo@es.hokudai.ac.jp

【はじめに】我々は、次世代の Beyond CMOS 素子を目指して、スピン伝導の本質的理解を目指しており、近年では、半導体バリアに 3 次の Dresselhaus スピン軌道相互作用が働いた場合における磁気抵抗特性を論じた。その結果、半導体におけるスピン軌道相互作用を有効利用することにより、スピントラッキングを作製することが出来ることを理論的に示した。その際、1 次 Rashba 効果を利用した Aharonov-Bohm (AB)-ring 型のスピントラッキングを知るようになったが、2 次や 3 次 Rashba 効果を利用したスピントラッキングの報告が我々の知る限り、無かったので、今回、高次の Rashba 効果を利用した AB-ring 型のスピントラッキングの理論研究を行った。

【理論】図 1 (a)のように量子ドットと量子ナノワイヤにおいて形成された AB リングにおいて、1 次、2 次、および 3 次の任意の次数のラッシュバスピントラッキング相互作用が働く場合において外部磁場を作用させた。この系に起きる AB 効果にスピントラッキング相互作用が及ぼす影響について検討するために、この素子を 1 次元とみなし、強結合近似を用いてスピン分極率を計算した。図 1 (b)は計算に用いた強結合近似 model である。その際に必要になる高次 Rashba の Aharonov-Casher 位相は、非自明であるため、今回、非可換ゲージ場の考察から求めた。

【結果】図 2 は外部磁束とリング状の量子ドットと量子ナノワイヤによるスピントラッキング効果における 1 次、2 次、3 次ラッシュバスピントラッキング相互作用の効果の違いを示す。すべての次数の Rashba スピン軌道相互作用において、完全スピン偏極が実現出来ており、このデバイスがスピントラッキングとして役立つことが判明した。また、この系によって、1 次、2 次、3 次のラッシュバスピントラッキング相互作用を完全偏極が生じる磁束から、検出することが可能になることが判明した。

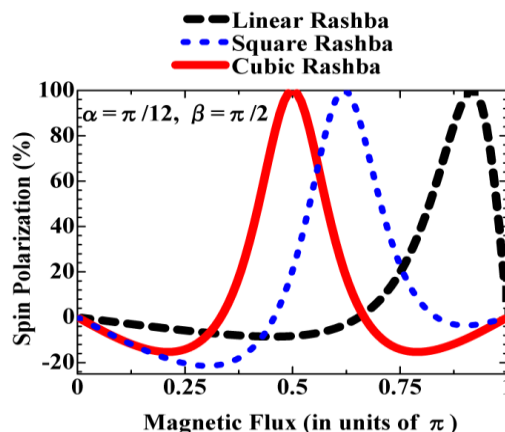
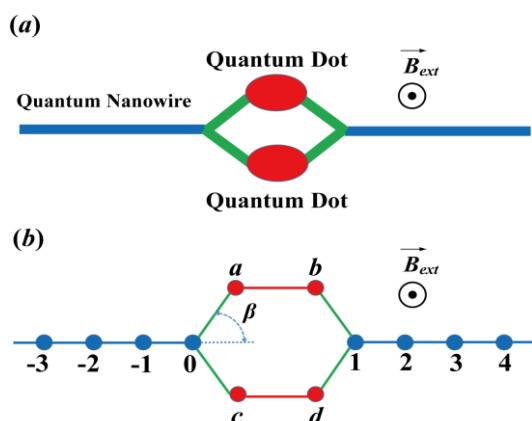


図 1: (a) 考察した量子ドットを含む AB-ring 型スピントラッキングと (b) その強結合近似 model.

図 2: 外部磁束とリング状のドットとナノワイヤによるスピントラッキング効果の結果