

半導体量子ドットを使った 量子中継器開発

Development of quantum repeater using semiconductor quantum dots



大岩 顕
A. Oiwa

▶ キーワード Keyword

量子ドット、電子スピン、光子、量子中継
quantum dots, electron spin, photon, quantum repeaters

▶ 応用分野 Application

量子情報通信、量子暗号通信
quantum information communication, quantum cryptography

▶ 目的・期待される効果

- 絶対に安全な長距離情報通信を実現



研究内容

▶ 背景

電子商取引など、今後膨大な個人情報が日常的にやり取りされるようになり、情報通信の安全性が一層、重要になります。その解決方法として、絶対に安全である量子暗号通信の研究開発が進んでおり、実用化の一手前まで来ています。しかし既存ファイバー網を利用して光の量子状態を伝送した場合、100km程度で失われてしまう問題が実用化を妨げています。

▶ 技術概要

ここで減衰した量子情報を復調する量子中継器が必要で、その開発に不可欠な量子メモリー機能を有する光-スピン量子インターフェースをコア技術とした量子中継技術を開発します。

量子中継器は、光と固体量子ビットの間で量子情報を変換するインターフェースと量子メモリーで構成されます。我々は単一光子から半導体量子ドット中の単一電子スピンとの変換の技術開発と、光-電子スピン量子インターフェースと量子メモリー機能の開発研究を行っています。具体的には光-スピン変換に適した量子ドットと、それを含む光学系や電子スピン操作・検出回路、それらを統合したシステムなどの量子中継インターフェースの設計開発を行います。

▶ 特長

Ⅲ-V族半導体での偏光からスピンへの変換の基本理論はすでに提案・実証されています。またバンドギャップを制御することで、通信波長と整合させることは大きな特徴です。さらに半導体量子ドットのスピンは、固体系では長いコヒーレンス時間が報告されており、量子中継器に必要な量子メモリーとしても有望です。

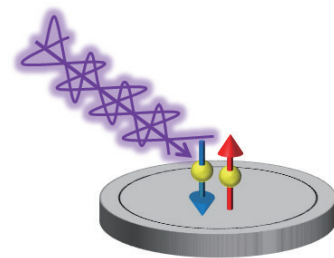


図1：光-スピン変換の概念図。光子の偏光状態から電子スピン状態へ変換する。

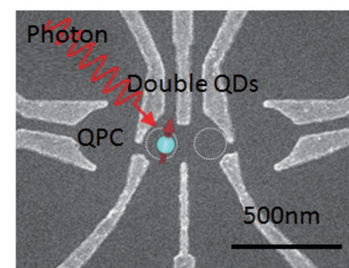


図2：光-スピン変換用 GaAs 量子ドットの例。

【論文 Paper】

- [1] T. Fujita et al., Phys. Rev. Lett., 110, 266803 (2013).
- [2] K. Morimoto et al., Phys. Rev. B 90, 085306 (2014).
- [3] A. Oiwa et al., J. Phys. Soc. Jpn. 86, 011008 (2017).