

ダイヤモンド縮退スピンの光回路による量子制御

横国大院工

田中統太, 三島将太, 黒岩良太, 荒木建人, 新倉菜恵子, 小坂英男

Quantum control of a diamond spin degenerate qubit by an optical circuit

Yokohama National University

Touta Tanaka, Shota Mishima, Ryota Kuroiwa, Kento Araki,

Naeko Niikura, Hideo Kosaka

我々は量子通信などの量子情報処理に用いられる光子と整合性の高い量子メモリの有力候補として、ダイヤモンド中の窒素空孔(NV)中心の研究を行っている[1]。量子情報処理への応用上、その単一電子スピンのコヒーレント操作は非常に重要である。今回我々は、光共鳴のみで電子スピンの任意軸任意角回転を行うことに成功し(図1)、また時間、強度、偏光を自由自在に操作可能な光回路を作製し(図2)、導入に向けた評価を行ったので報告する。

NV 中心の電子はスピン 1 の量子であり $|m_s\rangle = |0\rangle, |\pm 1\rangle$ の V 型の 3 準位構造を持つが、我々は縮退した $|\pm 1\rangle$ 準位をキュービット基底として利用する。一方、光学的励起状態の 1 つ $|A_2\rangle$ 準位は軌道とスピンのもつれた固有状態であり、 Λ 型の 3 準位構造を形成する。このような縮退 V- Λ 構造の特徴を利用し、エネルギー差のない $|\pm 1\rangle$ 基底の縮退キュービットの任意状態の生成、回転、検出を $|A_2\rangle$ 準位に共鳴する光の偏光及び位相制御のみで行った。

本結果は、偏光及び位相の制御により、電子スピンのコヒーレント操作が離調をつける必要なく[2]、共鳴のみで行えることを示す。講演では実験の詳細に合わせ、その物理的機構についてシミュレーション結果と比較しながら考察する。

ご議論・ご協力頂いた松崎雄一郎氏、水落憲和氏、Joerg Wrachtrup 氏に感謝する。なお本研究は内閣府最先端研究開発支援プログラム (FIRST)、総務省 NICT 委託研究、科研費 24244044 の支援を得た。

[1] Hideo Kosaka and Naeko Niikura, “Entangled absorption of a single photon with a single spin in diamond”, *Phys. Rev. Lett.*, **114**,053603 (2015).

[2] 新倉他, “ダイヤモンドスピン量子の光共鳴による任意状態制御”, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 17aCE-4

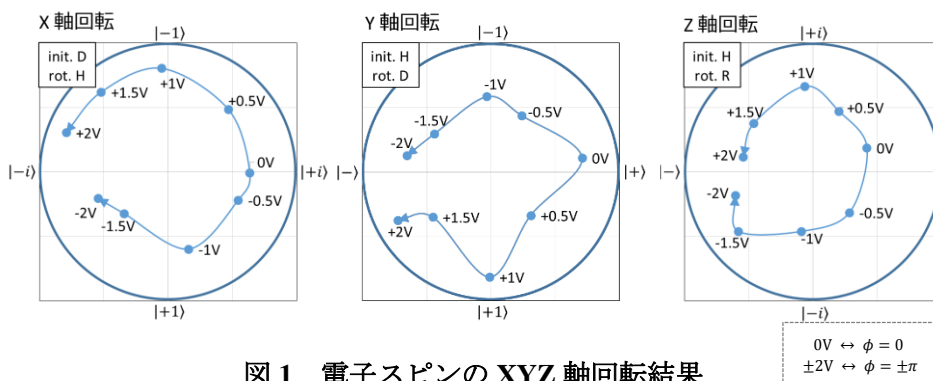


図1 電子スピンのXYZ軸回転結果

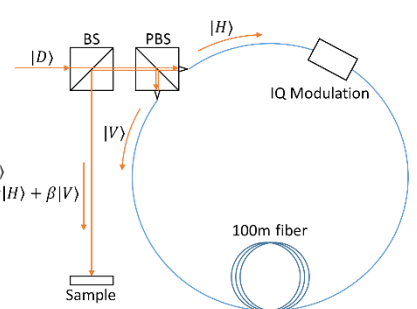


図2 光回路概略