

ダイヤモンドスピン量子の マイクロ波共鳴による制御と光共鳴による読み出し

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

Microwave resonance control and optical resonance readout of a diamond spin qubit
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]。今回、その単一電子スピンを用い、マイクロ波共鳴による幾何学的スピン操作の過程 [2] を、光共鳴による幾何学的スピン検出により量子トモグラフィー測定を行うことに成功したので報告する。

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 (図 1 下側)。一方、光学的励起状態の 1 つ $|A_2\rangle$ 準位は軌道とスピンがもつれた固有状態であり、 Λ 型の 3 準位構造を形成する (図 1 上側)。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、 $|0\rangle$ を補助準位としたマイクロ波共鳴による幾何学的スピン操作、 $|A_2\rangle$ を補助準位とした光共鳴による幾何学的なスピン初期化・スピン検出を行い、幾何学的スピン操作の量子トモグラフィーを行った (図 2)。

本結果は、縮退キュービットの位相緩和時間を延ばすためのマイクロ波によるスピンエコー操作の正当性を光によって評価できることを示す。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 氏に感謝致します。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] 幸村他, “ダイヤモンドスピン縮退キュービットの幾何学的 bang-bang エコー”, 2015 年秋季大会日本物理学会講演概要集, 18aAC-11

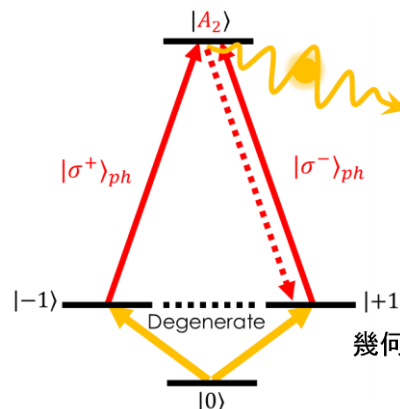


図 1 NV 中の電子スピンの縮退 V- Λ 型四準位構造

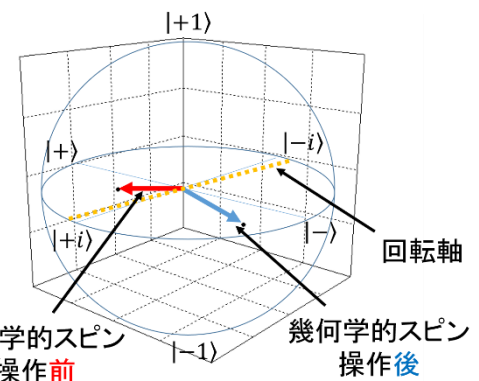


図 2 幾何学的スピン操作の量子トモグラフィー概略