

ダイヤモンドスピン縮退キュービットの 幾何学的光トモグラフィ

横国大院工

田中統太, 三島将太, 関口雄平, 幸村雄介, 新倉菜恵子, 小坂英男

Optical geometric spin tomography of a diamond spin degenerate qubit
Yokohama National University

Touta Tanaka, Shota Mishima, Yuhei Sekiguchi, Yusuke Komura,
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、マイクロ波による幾何学的スピン操作の過程 [2] を、光波による幾何学的スピン検出により量子トモグラフィ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)。これを部分系の擬似キュービットという意味でホロニックキュービットと呼ぶ。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 (図 1 上側)。このような縮退 V- Λ 構造の特徴を利用し、 $|\pm 1\rangle$ 基底のホロニックキュービットの $|0\rangle$ を補助準位としたマイクロ波による幾何学的スピン操作、 $|A_2\rangle$ を補助準位とした光波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を行った (図 2)。

本結果は、外乱に強い縮退ホロニックキュービットが、マイクロ波および光波で自在に初期化、操作、測定可能であることを示す。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.*, in press (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電子スピンエコー”, 第 70 回年次大会日本物理学会講演概要集(2015).

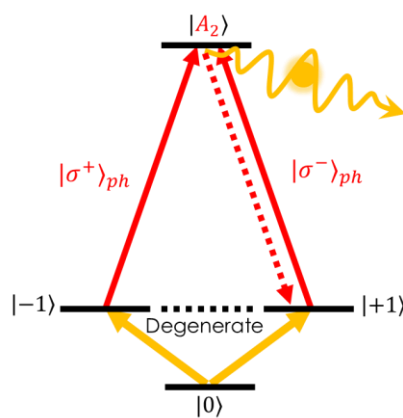


図 1 NV 中の電子スピンの縮退 V- Λ 型四準位構造

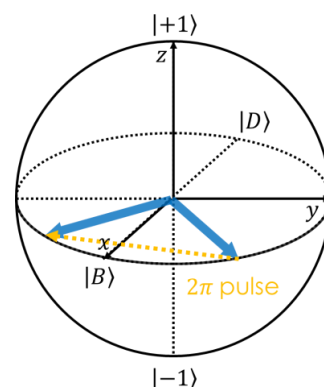


図 2 幾何学的スピン操作の量子トモグラフィ概略