

ダイヤモンドスピン縮退キュービットの 量子プロセストモグラフィー

横国大院工

黒岩良太、荒木建人、田中統太、三島将太、新倉菜恵子、小坂英男

Quantum process tomography of a diamond spin degenerate qubit

Yokohama National University

Ryota Kuroiwa, Kento Araki, Touta Tanaka, Shota Mishima,
Naeko Niikura, Hideo Kosaka

量子通信や量子計算などに用いられる量子インターフェースの候補としてダイヤモンド中の単一窒素ドーパントに空孔が付随した色中心(NV 中心)を用い、伝送に用いる光子と記憶に用いる核子を仲介する電子の量子操作について研究している。本研究の特徴は、外部磁場を排除して縮退した三重項電子スピンの $|m_s = \pm 1\rangle$ 準位を論理キュービット基底とする点であり、既に光子の偏光による電子スピンの任意初期化、読み出し、量子もつれ検出^[1]、エコー操作などに成功している^[2]。

縮退論理キュービットは、エネルギー差がないだけでなく直接遷移がそもそも禁制であるため通常の動的量子操作は不可能であるが、結晶場により自発的に分裂した $|m_s = 0\rangle$ 準位を介した幾何学的量子操作が可能である(図 1)。今回、 $|m_s = \pm 1\rangle$ と $|m_s = 0\rangle$ のエネルギー差に共鳴するマイクロ波による幾何学的量子操作^[2]の忠実度を評価すべく、励起状態の A_2 準位に共鳴する光による量子プロセストモグラフィーを行ったので報告する(図 2)。具体的な実験手順は①基底となる 6 種類の偏光で論理キュービットを対応する純粋状態に初期化、②マイクロ波 2π パルスによる幾何学的量子操作、③再度 6 種類の偏光によって論理キュービット状態の読み出しを行う。②の前後に適切な待ち時間を与えることで、エコー効果による窒素や炭素同位体の核スピンの影響が排除できる。本結果は、マイクロ波による幾何学的操作の評価だけでなく、光波による初期化、読み出しの正当性を裏付けるものである。

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

[1] H. Kosaka and N. Niikura, *Phys. Rev. Lett.*, 114, 053603 (2015).

[2] 幸村他, 日本物理学会第 70 回年次大会 18aAC-11 (2015).

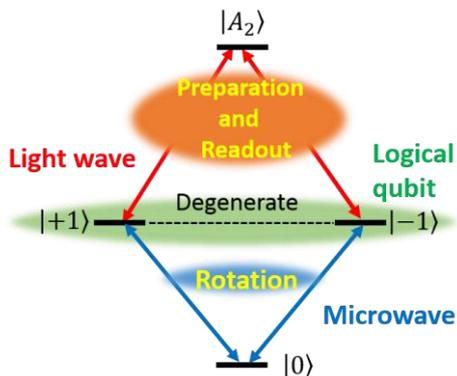


図 1. 実験で用いた V-A 型四準位系

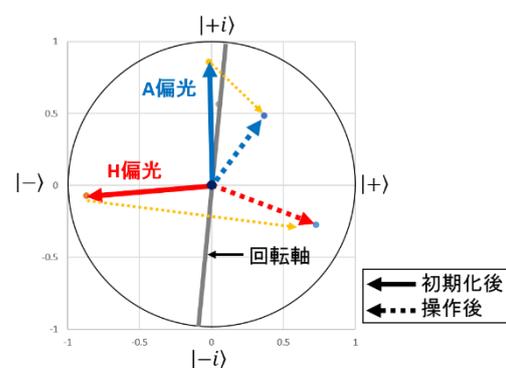


図 2. マイクロ波による幾何学的量子操作のトモグラフィー測定例