

# ダイヤモンドスピン量子の光共鳴による任意状態制御

横国大院工

新倉菜恵子、関口雄平、三島将太、幸村雄介、田中統太、小坂英男

Arbitrary state manipulation of a diamond spin qubit  
with optical resonance

Yokohama National University

Naeko Niikura, Yuhei Sekiguchi, Shota Misima, Yusuke Komura,  
Touta Tanaka, Hideo Kosaka

ダイヤモンド中の単一窒素ドーパントと空孔のペアで構成された窒素欠陥 (NV) 中心に付随する電子および核子は、演算あるいは記憶を担う量子ビットとして期待される。量子光通信に必要な量子インターフェースへの応用には、伝送を担う量子ビットである光子と電子との間の量子もつれ検出及び単一電子スピンのコヒーレント操作が不可欠である<sup>[1,2]</sup>。

今回我々は、単一 NV 電子のスピンの軌道をそれぞれマイクロ波と光波により共鳴パルス励起し、電子スピンの任意純粋状態への初期化と射影測定、電子と光子の量子もつれ検出<sup>[3]</sup>に合わせ、電子スピンの光波共鳴による任意軸任意角回転操作に成功したので報告する。ここで用いたスピンは偏光と同様に完全にエネルギー縮退した論理量子であり、通常の動的操作ではなく幾何学的操作を行う点が特徴である。

実験は 5K に冷却したダイヤモンドを用い、スピン角運動量 1 の三重項電子スピンの縮退した  $m_s = \pm 1$  サブ準位がゼロ磁場分裂した  $m_s = 0$  サブ準位と励起状態  $A_2$  にそれぞれ接続した V- $\Lambda$  型縮退四準位系で行った (図 1)。縮退した  $m_s = \pm 1$  サブ準位を論理量子として用いる理由は、任意純粋状態の生成、検出、回転操作が  $A_2$  準位に共鳴する光パルスの偏光制御のみで高忠実に行えるためである。用いたダイヤモンドの NV 中心は結晶軸の傾きや結晶歪み等の不完全性を持っているが、正確な量子操作のためにはこれらの影響を排除することが必須である。本研究では、光パルスの離調および偏光状態の微調整により、これらの影響を正確に補償できることを証明した。

ご議論、ご協力いただいた水落憲和氏、松崎雄一郎氏に感謝いたします。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] H. Kosaka *et al.* *Phys. Rev. Lett.* **100**, 096602 (2008).

[2] H. Kosaka *et al.* *Nature* **457**, 702 (2009).

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

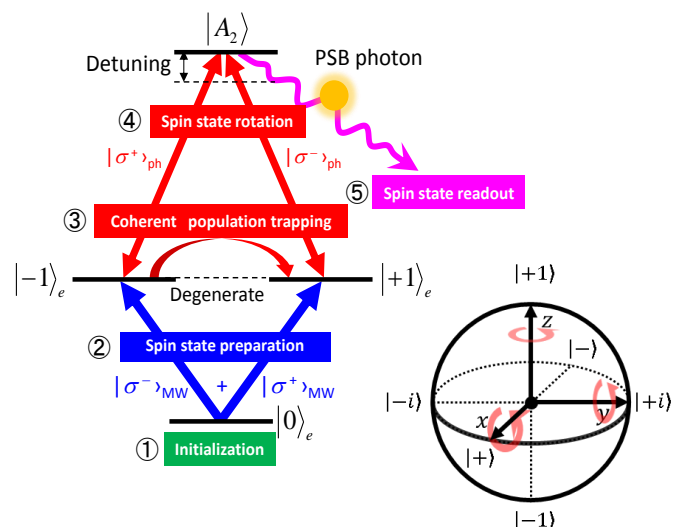


図 1. 実験に用いた電子スピン縮退 V- $\Lambda$  型四準位系と任意軸任意角回転操作を表すブロッホ球表示