

ダイヤモンド単一 NV 中心における共鳴光による幾何学的量子任意操作

横国大院工

中村孝秋, 石田直輝, 田中統太, 三島将太, 関口雄平, 黒岩良太, 加納浩輝, 小坂英男

Arbitrary geometric quantum manipulation with resonant light in an NV center in diamond

Yokohama national university

Takaaki Nakamura, Naoki Ishida, Touta Tanaka, Shota Mishima,

Yuhei Sekiguchi, Ryota Kuroiwa, Hiroki Kano, Hideo Kosaka

我々は量子情報処理の基本単位である量子ビットとして、ダイヤモンド中の単一窒素空孔(NV) 中心に付随する電子スピンおよび核スピンを用いる方式を検討している。量子通信において唯一の伝送量子である光子は、エネルギー縮退した偏光状態(あるいはタイムビン状態)を基底として用いる。メモリー量子となる電子あるいは窒素核子も同様に、スピン $S=1$ の3サブ準位のうち $m_s=\pm 1$ 部分系が縮退した量子ビット基底となる^[1]。さらに $m_s=0$ 準位あるいは軌道励起状態の A_2 準位を補助系とすることにより、動的には量子操作できない縮退量子ビットに幾何学的位相を付与することができ^[2,3]、任意の量子操作が行える。

A_2 準位に共鳴する 2π パルス光の位相を前半と後半で変化させて幾何学的位相を制御し(図1)、X,Y,Z 3軸回りの任意角の光回転操作を局所的($\sim 0.4\mu\text{m}$)かつ微弱光($\sim 10\mu\text{W}$)で高速操作($\sim 5\text{ns}$)な低エネルギー量子操作($\sim 50\text{aJ}$)で実現した(図2)。回転光の離調により回転角を制御する準共鳴法では、回転角によって操作時間と精度にばらつきが生じるが、共鳴方式ではこれらが回転角度に無依存(図3)である反面、吸収による忠実度低下を避けるため自然放出寿命($\sim 12\text{ns}$)よりも早い操作が不可欠となる。今後は、電子と窒素核子の量子状態交換を介することにより、光による窒素核スピンの幾何学的量子操作を行う予定である。

日頃からご議論・協力頂く水落憲和氏、松崎雄一郎氏、根本香絵氏各位に感謝いたします。本研究は NICT 委託研究、科研費基盤 A・S、平山新学術領域の支援を得た。

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

[2] 新倉他, 物理学会 2015 年秋季大会, 17aCE-4. [3] 田中他, 物理学会 2016 年春季大会, 21pBJ-12.

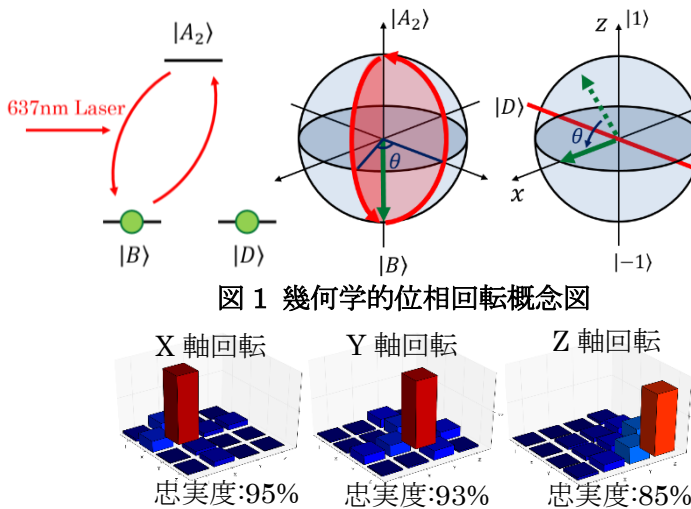


図2 各回転軸忠実度評価

