ダイヤモンドスピン縮退キュービットの任意状態生成

Arbitrary state generation of a diamond spin degenerate qubit

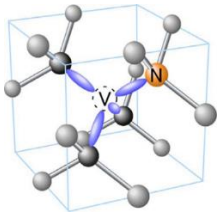
○三島将太、田中統太、関口雄平、幸村雄介、新倉菜恵子、小坂英男（横国大院工）
○Shota Mishima, Touta Tanaka, Yuhei Sekiguchi, Yusuke Komura, Naeko Niikura,
Hideo Kosaka (Yokohama National Univ.)
E-mail :misima-shota-wt@ynu.jp

我々は、量子情報通信などの量子情報処理に用いられる量子メモリの候補であるダイヤモンド窒素-空孔対(ＮＶ中心)[1]の研究を行っている(図１)。ＮＶ中心はスピン１の量子で軌道基底状態は$|0\rangle$、$|\pm1\rangle$の三準位構造である。既存研究では、外部磁場により$|\pm1\rangle$準位の縮退を解いた$|0\rangle$、$|-1\rangle$基底をキュービットとして用いている。これに対して我々は、縮退した$|\pm1\rangle$をキュービットとして用いる。この縮退キュービットは理想的なキュービットである一方、外場による制御が難しいと考えられている。そこで、スピンと光子の偏光の対応関係により任意のスピンキュービットを生成できることを、光トモグラフィーにより明らかにした。

実験は、初期化・書き込み・読み出しの流れで行った(図３)。まずグリーンレーザーによって$|0\rangle$への初期化を行い、次に$|0\rangle$と$|\pm1\rangle$のエネルギーギャップに共鳴するマイクロ波によりスピン励起させたのち、レッドレーザーにより書き込み・読み出しを行う。この書き込み・読み出しでは、Bright state[2]とDark state[2]の原理を用いる。NV 中心の$|\pm1\rangle$準位は軌道励起状態の一つである A_2 と図２のようなＶ型やΛ型の遷移構造を示す。このΛ型遷移でスピンと偏光の対応によるコヒーレントポピュレーショントラッピング[2]を用いて任意スピン状態の書き込みを行う。生成したスピン状態は Bright state に対応する偏光の光の照射により読み出しを行う[3]。講演ではこれらの任意状態の書き込み・読み出しの手法について論じる。

ご議論・ご協力いただいた Joerg Wrachtrup、水落憲和各先生方に感謝いたします。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] N. Mizuochi et al., Nature Photonics **6**, 299 (2012)
[2] Yale et al . , PNAS , vol.100 , no.19 , 7595-7600 (2013)
[3]H. Kosaka et al., Nature **457**, (2009)



[1]

図 1. NV 中心の構造

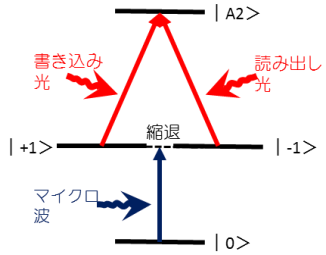


図 2. NV 中心の電子スピンのエネルギー準位構造

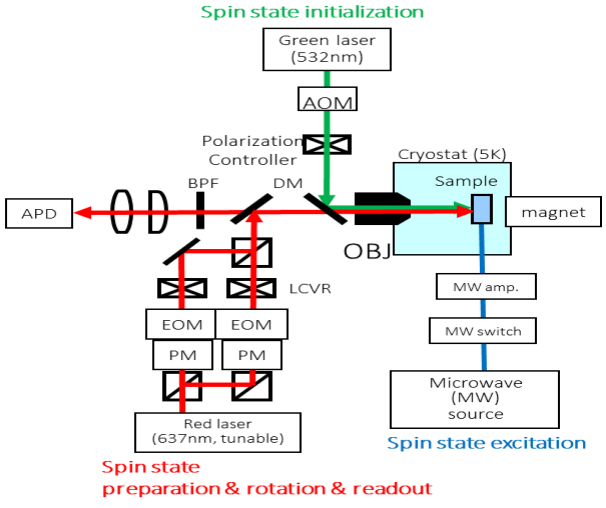


図 3. 実験配置

© 2015年 応用物理学会