

# 幾何学的スピン操作によるダイヤモンド量子メモリの長寿命化に関する研究

小坂・堀切研究室 15GD216 幸村雄介

A Nitrogen-Vacancy (NV) center in diamond is a promising hardware for quantum information devices such as quantum memory. An electron spin qubit of NV center which consists of degenerate  $|m_s = \pm 1\rangle$  state under zero-field is noise-tolerant and can be accessed by geometric phase control. Here we demonstrated the CPMG scheme with continuous pulse pattern and achieved coherence time of electron spin  $T_2 \sim 1.9\text{ms}$ , which is the same order of  $T_1$  limit at room temperature.

量子情報通信、量子情報処理に用いられる量子メモリの候補として、ダイヤモンド中の窒素空孔 (NV) 中心がある。単一の NV 中心に捕獲された電子スピンは V 型の 3 準位構造を持ち (図 1)、そのうち  $|m_s = \pm 1\rangle$  準位はエラー耐性に優れたキュービットを構成することが知られている[1,2]。

我々はさらに、磁場を排除することによりエネルギー準位を完全に縮退させて用いる[3]。無磁場化ではノイズの発生が抑えられる利点がある一方、縮退した準位に対しては通常のビット操作を行うことができない。しかし補助準位  $|m_s = 0\rangle$  を介して幾何学位相を制御することで縮退キュービットにアクセスすることができる。

実際には縮退キュービットもわずかなノイズの影響でコヒーレンス (量子としての情報) を失ってしまい、その寿命は  $1\mu\text{s}$  程度である。そのため、量子メモリとして実用化するには、コヒーレンスを回復し、メモリ寿命を延ばす技術が不可欠である。

本研究では、マイクロ波のパルスを特定のタイミングで断続的に照射する CPMG 法を用いることで、電子スピンのコヒーレンス時間 (メモリ寿命) を  $T_2 \sim 1.9\text{ms}$  まで延長することに成功した (図 2)。室温下における電子スピンのコヒーレンスはエネルギー緩和時間 ( $T_1 \sim 2.6\text{ms}$ ) によって制限されており、コヒーレンス時間をこの  $T_1$  限界と同じオーダーまで延長したことは、応用を考える上で重要な成果である。

- [1] Nan Zhao *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **106**, 217205 (2011).
- [2] Silvia Arroyo-Camejo *et al.*, *Nat. Commun.* **5**, 4870 (2014).
- [3] H.Kosaka and N.Niikura, *Phys. Rev. Lett.* **114**, 053603 (2015).

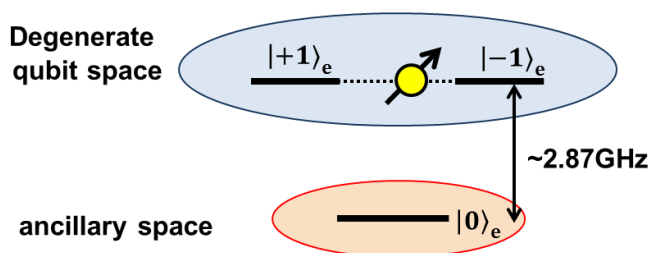


図 1. 電子スピンの V 型 3 準位構造

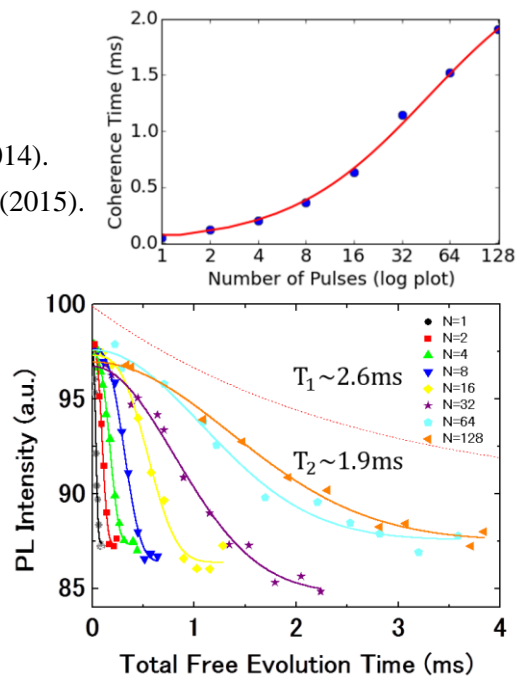


図 2. コヒーレンス時間の延長