

ダイヤモンド中の単一スピン系を用いた 4 量子ビット量子もつれ生成
Four-Qubit Entanglement among Single Spins in Diamond

阪大院基礎工¹, NTT物性基礎研², 産総研³

○下岡 孝明¹, 松崎 雄一郎², 山崎 聡³, 三輪 真嗣¹, 鈴木 義茂¹, 水落 憲和¹

Osaka Univ.¹, NTT BRL², AIST³

○T. Shimo-Oka¹, Y. Matsuzaki², S. Yamasaki³, S. Miwa¹, Y. Suzuki¹, N. Mizuochi¹

E-mail: shimooka@spin.mp.es.osaka-u.ac.jp

固体中の量子系は人工的に物性を制御できることから活発に研究がされている。集積化や精密測定に必要な小型化に有利であることから、応用面からも開発が期待されている。しかし固体中の量子系では、環境からの大きなノイズが課題となっている。従って多量子ビット間での量子もつれ生成が困難であるため、3 量子ビット以下の報告が主であった。

「量子もつれ」とは複合系の量子状態から、個々の系のそれに分割して表現できない状態を指す。多量子ビット間の量子もつれは、(1) 量子計算の高速化、(2) 古典論の範囲では盗聴不可能とされる量子暗号通信の中継器、(3) 量子標準限界(量子力学的要因による不確定性) を超えた精密測定等の実現に不可欠である。

我々は固体中の量子系を用いた多量子ビット間の量子もつれ生成に向けた研究を行っている。具体的には、室温で量子状態を長時間維持できるダイヤモンド中の nitrogen-vacancy (NV) 中心(Fig. 1) における電子スピンと、コヒーレンス時間が長い核スピンに着目している[1]。NV 中心の電子スピンでは光励起により、スピン状態の初期化・検出を行える。また、核スピン等を用いて量子ビットの数を増やすことができるため、量子ビットの有力な候補としても注目を集めている。

本研究で単一 NV 中心の電子スピンと核スピン 3 つからなる 4 量子ビットの量子もつれ状態 (GHZ 状態 $|\psi_{GHZ}\rangle = |0000\rangle + |1111\rangle$) の生成を行った(Fig. 2)。当日の講演では量子もつれ生成に関する評価の詳細も発表する。4 量子ビットの量子もつれ生成は固体中・単一量子系で最高量子ビット数である。

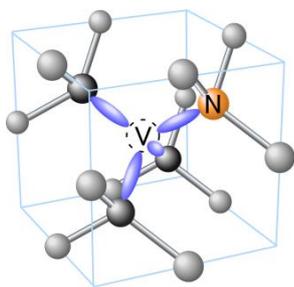


Fig. 1 Diamond NV center: An electron coupling three nuclear spins are employed

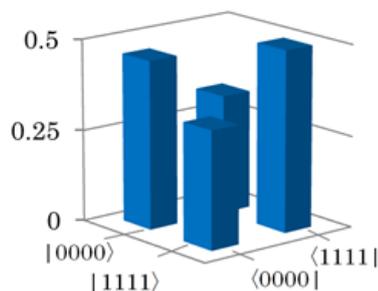


Fig. 2 Density matrix tomography (real parts) of four-qubit entangled states. Fidelity was estimated to be $F = 0.8$

謝辞： NICT、科研費、特別研究員奨励費(DC1) の支援により行われた。

[1] P. Neumann, N. Mizuochi *et al.* *Science* **320**, 1326–9 (2008).