

量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出
2017年度採択研究代表者

2021年度
年次報告書

小坂 英男

横浜国立大学 大学院工学研究院
教授

ダイヤモンド量子セキュリティ

§ 1. 研究成果の概要

提案書提出時当初の計画に従い量子中継に不可欠な4つの基本機能の開発を並行して行い、全て完全無磁場下において計画通りの機能実現と高忠実度化を達成した。①量子もつれ発光では、前年度に完全に量子的な量子もつれ発光に完全ゼロ磁場下において成功した。今年度は A_2 励起状態への励起方法を従来の共鳴励起から非共鳴励起の手法へと改善し、忠実度のさらなる向上を図った。②量子テレポーテーション転写では、昨年度に二つの光子から NV 中心近く(表層)の二つの炭素同位体の核子へのマルチメモリー転写に成功したが、今年度は NV 中心より遠方(深層)の炭素同位体の核子を含むマルチメモリー転写に完全ゼロ磁場において成功し、忠実度のさらなる向上を図った。③量子もつれゲートでは、昨年度に作製したダイヤモンド素子に作りこんだマイクロ波直交アンテナを用い、万能量子ゲートの高速動作 183MHz(従来の約 28 倍)を完全ゼロ磁場下において達成し、忠実度のさらなる向上を図った。④量子もつれ測定では、昨年度に成功した表層炭素間の完全ベル測定を発展させ、表層炭素と深層炭素間の完全ベル測定に完全ゼロ磁場下において成功し、忠実度のさらなる向上を図った。AIST との共同研究では、ソリッドイメージングレンズ(SIL)の NV 位置精度向上に加え、SIL 内包可能な円形マイクロ波アンテナ構造の作り込みとその特性評価を行い、高速化と高効率化の両立に成功した。NIMS との共同研究では、炭素同位体濃度、残留不純物を低減したダイヤモンド高純度結晶成長において、量子中継器に必要な負電荷 NV 中心のスペクトル拡散の低減に成功した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 小坂グループ

- ① 研究代表者: 小坂 英男 (横浜国立大学大学院工学研究院 教授)
- ② 研究項目
 - ・量子もつれ発光の開発
 - ・量子テレポーテーション転写の開発
 - ・量子もつれゲートの開発
 - ・量子もつれ測定の開発

(2) 加藤グループ

- ① 主たる共同研究者: 加藤 宙光 (産業技術総合研究所先進パワーエレクトロニクス研究センター 上級主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・素子化技術の開発
 - ・ドーピング・フェルミレベル制御

(3) 寺地グループ

- ① 主たる共同研究者: 寺地 徳之 (物質・材料研究機構機能性材料研究拠点 主席研究員)
- ② 研究項目
 - ・NV 配向制御ダイヤモンド結晶成長
 - ・炭素同位体濃度制御ダイヤモンド結晶成長
 - ・ダイヤモンド単一窒素イオン注入

【代表的な原著論文情報】

- 1) Yuhei Sekiguchi, Yuki Yasui, Kazuya Tsurumoto, Yuta Koga, Raustin Reyes, Hideo Kosaka, "Geometric entanglement of a photon and spin qubits in diamond", Communications Physics (Nature Portfolio Journals), 4, 264 (2021). DOI: 10.1038/s42005-021-00767-1, published on 15 December 2021.
- 2) Takaya Nakazato, Raustin Reyes, Nobuaki Imai, Kazuyasu Matsuda, Kazuya Tsurumoto, Yuhei Sekiguchi, Hideo Kosaka, "Quantum error correction of spin quantum memories in diamond under a zero magnetic field", Communications Physics (Nature Portfolio Journals), 5, 102 (2022), DOI: 10.1038/s42005-022-00875-6, published on 27 April 2022.