

ダイヤモンドカラーセンターを用いた量子コンピュータの研究開発

Research and development of a quantum computer using color centers in diamond

富士通株式会社 富士通研究所 量子研究所, °佐藤 信太郎

Quantum Laboratory, Fujitsu Research, Fujitsu Limited, °Shintaro Sato

E-mail: sato.shintaro@fujitsu.com

富士通では、ハードウェアから基盤ソフトウェア、アプリケーションいたるまで、量子コンピューティングのすべての技術レイヤーの研究開発に、世界有数の研究機関と共に取り組んでいる。ハードウェア技術では、超伝導量子コンピュータを理化学研究所と共同で開発を進めており、2023年10月には理研RQC-富士通連携センターにおいて64量子ビットの量子コンピュータを発表した。その一方、ダイヤモンドカラーセンターを用いた量子コンピュータの研究開発にオランダのデルフト工科大学と共に2020年から取り組んでいる。本講演では、その取り組みの概要を報告する。

本技術においては、ダイヤモンドの NV (窒素・空孔対) センター、もしくは SnV (スズ・空孔対) センターにおける電子スピンとその周辺の複数の核スピン (N や ^{13}C) を量子ビットとして利用する。そのような電子スピンと周辺の複数の核スピンを 1 つの量子モジュールとし、複数のモジュールを光配線で接続することにより大規模化量子コンピュータの実現を目指している [1]。さらに図 1 の模式図に示すように、複数の量子モジュールとそれらをつなぐ光配線 (導波路)、量子ビットの制御・読み出しのための制御エレクトロニクスを 1 つのチップに 3 次元集積することを目指している。実際 2024 年の 2 月には、デルフト工科大学のチームが、低温下に置かれた制御チップによる NV センターの電子スピン量子ビットの制御に成功した [2]。また富士通においても、集積化のための導波路・ビームスプリッターの開発 [3] や、ダイヤモンドチップのサファイヤ基板への接合技術の開発 [4] などに取り組んでいる。

講演では上記に加え、より安定で発光効率が高い SnV センター量子ビットの光導波路との結合 [5] や、SnV センターへのひずみ印加による発光波長の制御 [6] などについても報告する。

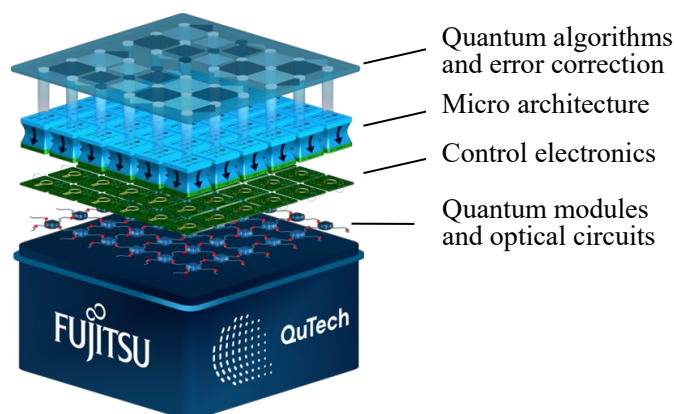


Figure 1. Blueprint for a scalable quantum computer based on color centers in diamond.

【参考文献】

- [1] R. Ishihara, et al., *2021 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)*, p.314 (2021).
- [2] L. Enthoven, et al., *2024 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)*, p.472 (2024).
- [3] T. Yamaguchi, et al., *2024 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM)*, p.261 (2024).
- [4] T. Miyatake, et al, *Jpn. J. Appl. Phys.* **62**, 096503 (2023).
- [5] M. Pasini, et al., *Phys. Rev. Lett.* **133**, 023603 (2024).
- [6] T. Ishiguro et al., *2024 Fall Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS)*, p. 671 (2024).