

シリコン量子ビットデバイスの開発

Development of Spin Qubit Devices in Silicon

理化学研究所創発物性科学研究センター&量子コンピューター研究センター

RIKEN Center for Emergent Matter Science & Quantum Computing

E-mail: tarucha@riken.jp

シリコン量子ドット中の電子スピンで作られる量子ビットには、作製技術的にシリコン集積化技術と互換性がある、電荷雑音の影響を受けないため内在的なコヒーレンス時間が長い、温度 1 K 以上で動作可能である、といった特徴がある。近年これらの利点を生かして、量子操作の高忠実度化や産業技術の導入による量子ビットデバイスの開発が急速に進んでいる。とくに最近では誤り耐性条件（忠実度>99%）を満たす高忠実度の量子ビットゲート、読出し、初期化などの実装、そして、1, 2 次元的な多量子ビット配列の提案、試作が行われている。その中で私たちは、Si/SiGe 中に作った多重量子ドットの近傍に微小磁石を取り付けた構造を用いて量子ビットデバイスを開発している。このデバイスでは磁石の作る傾斜磁場中で電子を微小振動させることによりスピン共鳴が生じることを利用して、高速のスピン量子ビット操作が実現できる。この手法を同位体制御法により作成した $^{28}\text{Si}/\text{SiGe}$ に適用することにより、忠実度 99%を越える忠実度をもつ単一量子ビット[1]、2 量子ビットゲート[2]を実装し、さらに、これらの実験を基に量子誤り訂正の基本実験に成功した[3,4]。本講演では、これらの結果に加えて、コヒーレンスに対する環境雑音の測定と評価[5]、量子ビット配列の大規模化への展開[6,7]など、研究の最前線について紹介する。

[1] J. Yoneda et al. Nature Nanotechnol. 13, 102 (2018).

[2] A. Noiri et al. Nature 601, 338 (2022).

[3] K. Takeda et al. Nat. Nanotechnol. 16, 965 (2021).

[4] K. Takeda et al. Nature 608, 882 (2022).

[5] J. Yoneda et al. arXiv:2208.14150.

[6] A. Noiri et al. Nat. Commun. 13, 5740 (2022).

[7] M. Tadokoro et al. Sci. Rep. 11, 119406 (2021).