

シリコン量子ビットの高忠実度性能実証

High-fidelity Performance of Silicon Qubits

東工大 ◯米田 淳

Tokyo Institute of Technology, ◯Jun Yoneda

E-mail: yoneda.j.aa@m.titech.ac.jp

量子コンピュータを構成するための量子ビットには、多くの条件が課されるが、高い忠実度性能と集積性は、なかでも重要である。シリコン量子ドット中の電子スピン (図 A) は、シリコン技術との相性がよく、高い集積性が期待される量子ビット候補として知られる。一方で、操作や読み出しを高い忠実度で行う量子ビット性能の実証が、大きな技術的課題であった[1,2]。

このような中で我々は、シリコン量子ビットの高忠実度性能実証に取り組んできた。ナノデバイス設計の工夫[3]によるスピンの高速操作 (図 B) と、同位体制御の組み合わせで、シリコン量子ビットの操作忠実度は 99.9% に達するようになった[4]。さらに、情報を補助のシリコン量子ビットに転写してから読み出すことで、測定結果に基づく量子情報プロトコルの実行に必要な、量子非破壊測定(QND)が実現した[5]。非破壊性、読み出し、初期化の QND に備わる 3 機能を実証し、その忠実度を評価した結果についても紹介する。

最近では、シリコン量子ビットをチップ上でコヒーレントに輸送することに成功した[6]。集積性の重要な因子であるシリコン量子ビットの結合性を高める手法として、高い忠実度 (99.4%) で位相コヒーレンスを保った量子ビット輸送が可能であると示した (図 C)。

シリコン量子ビットの操作忠実度は、超伝導量子ビットなどと比肩するようになってきている。加えて、量子非破壊測定や、コヒーレント輸送などの機能・性能が揃ってきた。大規模集積化にシリコン技術の援用が期待されるシリコン量子系を活用した、誤り耐性を有する万能デジタル量子コンピュータの実現に向け、さらなる研究の進展が期待される。

本発表で紹介する成果の一部は、JST さきがけ JPMJPR21BA の支援を受けたものである。

[1] 阿部英介, 伊藤 公平 応用物理 **86**, 453-466 (2017).

[2] 米田淳, 樽茶清悟 固体物理 **53**, 511-523 (2018).

[3] J. Yoneda et al., *Appl. Phys. Express* **8**, 084401 (2015).

[4] J. Yoneda et al., *Nature Nanotechnology* **13**, 102 (2018).

[5] J. Yoneda et al., *Nature Communications* **11**, 1144 (2020).

[6] J. Yoneda et al., *Nature Communications* **12**, 4114 (2021).

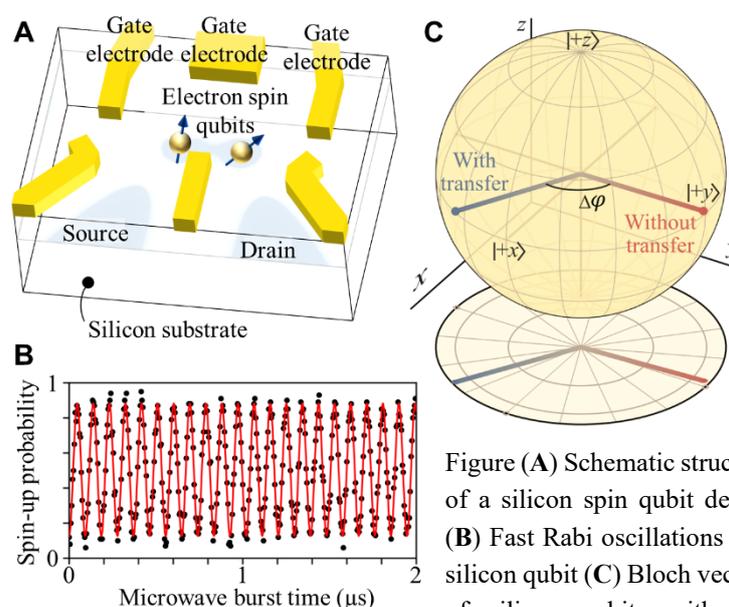


Figure (A) Schematic structure of a silicon spin qubit device (B) Fast Rabi oscillations of a silicon qubit (C) Bloch vectors of silicon qubits with and without a site-to-site transfer.