

大規模集積化に向けたシリコン量子ビットを用いた NISQ デバイス

NISQ device with silicon qubits for large scale integration

東工大¹, 理研² ○田所 雅大^{1,2}, 中島 峻², 小林 嵩², 武田 健太², 野入 亮人²,
泊 開人¹, 樽茶 清悟², 小寺 哲夫¹

Tokyo Tech.¹, Riken² ○Masahiro Tadokoro^{1,2}, Takashi Nakajima², Takashi Kobayashi²,
Kenta Takeda², Akito Noiri², Kaito Tomari¹, Seigo Tarucha², and Tetsuo Kodera¹

E-mail: tadokoro.m.aa@m.titech.ac.jp

量子エラー訂正機能を持たない中規模の量子コンピュータである NISQ (Noisy Intermediate-Scale Quantum) デバイスが近年注目を集めている。NISQ デバイスは量子アルゴリズムや量子アーキテクチャ、また量子化学計算など様々な研究分野に応用されるのみならず、フォールトトレラント量子コンピュータの実現に向けた研究活動をさらに加速させると期待されている[1]。その中でシリコン中の電子スピンによるシリコン量子ビットは長いコヒーレンス時間を持ち、大規模集積化に有利な系であると考えられ、その将来性が期待されている。

本研究では計 9 つの Si/SiGe 量子ドットを 3 x 3 の二次元配列状に配置した NISQ デバイスを提案する (Figs.1,2)。Si/SiGe 量子ドットを用いた電子スピン量子ビットは高いビット操作性能を持ち[2]、将来的に有用な量子ビット系として期待されている。本研究で提案する NISQ デバイスはドット直上に金属ゲートを有しており、電子を 0 次元に閉じ込めるだけでなく、ドット自身やドット間のポテンシャルを変調させることで電子スピン操作が可能である。また、金属ゲート上部に作製したマイクロマグネット (MM) により各ドットの量子情報を選択的に操作することが可能である。量子情報の読み出しは、スピン排他律による電荷遷移抑制現象 (パウリスピンブロック、PSB) と電荷検出技術の組み合わせで実現できる。このデバイスを単位構造として大規模集積化することでより実用的な NISQ デバイスの実現が期待される。

本研究は、JST CREST (JPMJCR1675)、MEXT Q-LEAP (JPMXS0118069228)、科研費 (20H00237) の助成を受けて遂行された。

[1] J. Preskill, *Quantum* **2**, 79 (2018).

[2] J. Yoneda, *et al. Nature nanotechnology* **13**, 102 (2018).

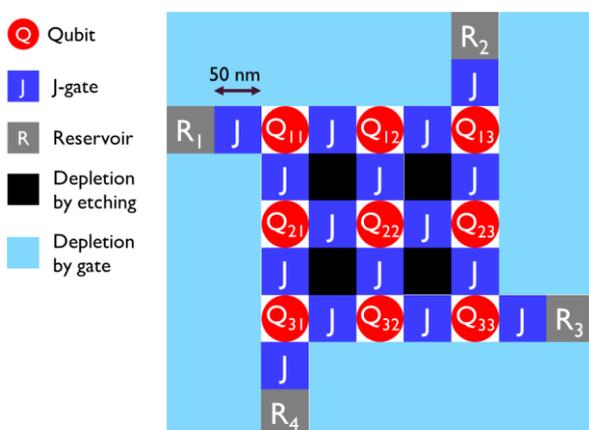


Fig.1 The model of 3 dots x 3 dots NISQ device. 9 dots are separated by J-gates which can control exchange-couplings between dots.

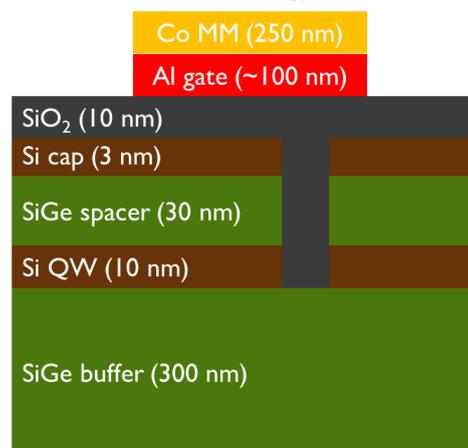


Fig.2 The layer image of our Si/SiGe NISQ device. Quantum dots are formed in Si QW, and their potentials can be controlled with Al gates.