

半導体量子ビットの研究動向と展望

Research Progress and Future Prospects for Semiconductor Quantum Bits

東工大 [○]小寺 哲夫 Tokyo Tech [○]Tetsuo Kodera

E-mail: kodera.t.ac@m.titech.ac.jp

半導体は集積化技術が成熟しており、量子コンピュータへの応用が期待されている。なかでも、コヒーレンスやエレクトロニクス技術との適合性から、シリコン中のスピンを利用した量子コンピュータ素子（量子ビット）の研究が盛んに行われている。シリコン系でのスピン量子ビットの研究の重要なステップとして、単一スピンの閉じ込め・制御、ゲート操作の高忠実度実証などが相次いで実証された。近年は、その集積に向けた研究が進められている。

我々も、nMOS 及び pMOS 構造を利用して独自のシリコン量子ドットを開発し、スピンの閉じ込めなどを実現してきた [1-12]。本構造は、MOSFET を作製するための既存のシリコンテクノロジーを活かすことができ、将来的な量子ビットの集積化に適した構造であると期待されている。また、Si/SiGe ヘテロ構造を利用したシリコン量子ドットにおいては、高精度なスピンの回転操作や量子非破壊測定などを東大・理研グループとともに実現してきた [13-16]。

本講演では、シリコンスピン量子ビット研究動向と展望について述べる。

本研究の一部は、JST CREST (JPMJCR1675)、MEXT Q-LEAP (JPMXS0118069228)、科研費 (18K18996, 20H00237)、ムーンショット型研究開発事業の助成を受けて遂行された。

- [1] G. Yamahata, TK, *et al.* Phys. Rev. B **86**, 115322 (2012).
- [2] K. Yamada, TK, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 113110 (2014).
- [3] K. Horibe, TK, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **106**, 083111 (2015).
- [4] S. Ihara, TK, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **107**, 013102 (2015).
- [5] Y. Yamaoka, TK, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 04CK07 (2017).
- [6] R. Mizokuchi, TK, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **114**, 073104 (2019).
- [7] M. Tadokoro, TK, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **59**, SGGI01 (2020).
- [8] H. Wei, TK, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **59**, SGGI10 (2020).
- [9] N. Lee, TK, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **116**, 162106 (2020).
- [10] S. Hiraoka, TK, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 074001 (2020).
- [11] N. Shimatani, TK, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 094001 (2020).
- [12] R. Mizokuchi, TK, *et al.*, Appl. Phys. Express **13**, 121004 (2020).
- [13] K. Takeda, TK, S. Tarucha, *et al.*, Science Advanced, **2**, 8, e1600694 (2016).
- [14] J. Yoneda, TK, S. Tarucha, *et al.*, Nature Nanotechnology, **13**, 102 (2018).
- [15] J. Yoneda, TK, S. Tarucha, *et al.*, Nature Communications, **11**, 1144 (2020).
- [16] A. Noiri, TK, S. Tarucha, *et al.*, Nano Letters, **20**, 2, 947 (2020).