

超伝導共振器を用いたボソニック量子ビット実装の取り組み Implementation of bosonic qubits using high-Q superconducting cavity and superconducting qubit

NTT 物性基礎研¹ ○竹中崇了¹, 水野皓介¹, Imran Mahboob¹, 齊藤志郎¹

NTT-BRL¹, °Takaaki Takenaka¹, Kosuke Mizuno¹, Imran Mahboob¹, Shiro Saito¹

E-mail: takaaki.takenaka.mr@hco.ntt.co.jp

量子誤り訂正(QEC)の実現に向け、表面符号をはじめとした様々な方式が提案されているが、その多くは多数の物理量子ビットを組み合わせるため、ハードウェア点数が膨大になるという問題がある。一方で共振器内の無限次元のヒルベルト空間を用いるボソニックコードと呼ばれる方式では、最小構成は量子情報が保持されるメモリ共振器、非線形操作に用いられる補助量子ビット、補助量子ビットの読出しに用いられる読出し共振器の3点となり、必要なハードウェア数が少ない、Hardware-efficient な手法として注目されている。最近ではボソニック量子ビットに対するゲート操作[1,2]のみならず、QECによって論理量子ビットの寿命が共振器や補助量子ビットの T_1 を超える、break-even を達成した実験例[3,4]が報告されている。

ボソニック量子ビットは高Qの超伝導共振器と超伝導量子ビットを組み合わせる構成されることが多く、我々も超伝導3次元同軸共振器とトランズモン量子ビットを用いた実装に取り組んでいる。本講演では、超伝導ボソニック量子ビットの設計手法や、設計最適化や表面処理等による超伝導共振器や補助量子ビットといった各構成要素の特性向上の結果について報告する。

本研究は JST Moonshot R&D (JPMJMS2067)の支援を受けて行われています。

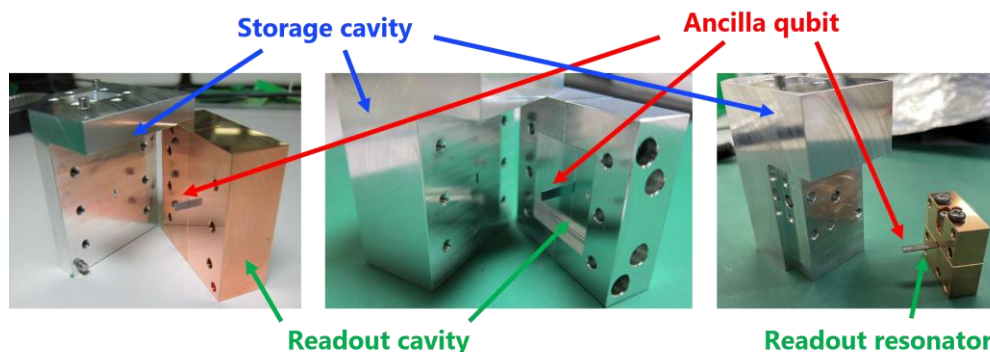


Figure 1. Pictures of our bosonic qubits composed of a high-Q 3D superconducting cavity and a superconducting qubit. Right one has 2D stripline resonator on the qubit chip as a readout resonator, while the others use 3D rectangular cavity as a readout resonator.

[1] R. W. Heeres, et al., Nat. Commun., **8**, 94 (2017).

[2] Y. Y. Gao, et al., Nature **566**, 509 (2019).

[3] V. V. Sivak, et al., arXiv:2211.09116.

[4] Z. Ni, et al., arXiv:2211.09319.