

## 超伝導量子コンピュータの工学

### Engineering in Superconducting Quantum Computers

東京先端研

RCAST, The Univ. of Tokyo

E-mail: tabuchi@qc.rcast.u-tokyo.ac.jp

超伝導量子コンピュータの開発が加速している。シリコン基板に形成される超伝導体による超伝導回路はインダクタ、キャパシタ、ジョセフソン接合などを基本要素とし、超伝導量子ビットを構成する。発見当初 1 ナノ秒と短かったコヒーレンス時間は、20 年の歳月を経て 100 万倍改善され、超伝導量子ビットは量子コンピュータの最も有力な候補として注目されている。超伝導量子ビットは極低温下にて動作する電気回路による受動素子であり、その状態はマイクロ波パルス信号により精密に制御される。その一方でチップ上の配線密度が量子ビット数に比例して高くなり、レイアウトの変更毎にパターンや配線を再設計する必要がある。マイクロ波損失の大きな酸化膜絶縁層を用いた配線技術は、コヒーレンス時間の観点から適用されず、配線や素子構造の設計を複雑にしていた。

本講演では、私たちが取り組む量子ビット・配線・筐体構造を紹介する。配線チップが配線や筐体を含めてタイル配置可能な構成を考案し開発した (Fig. 1)。回路規模の増大につれて必要となる制御配線の設計を最小限とし、拡張性が維持される。本講演ではさらに大きな超伝導量子コンピュータに必要な技術について議論する。

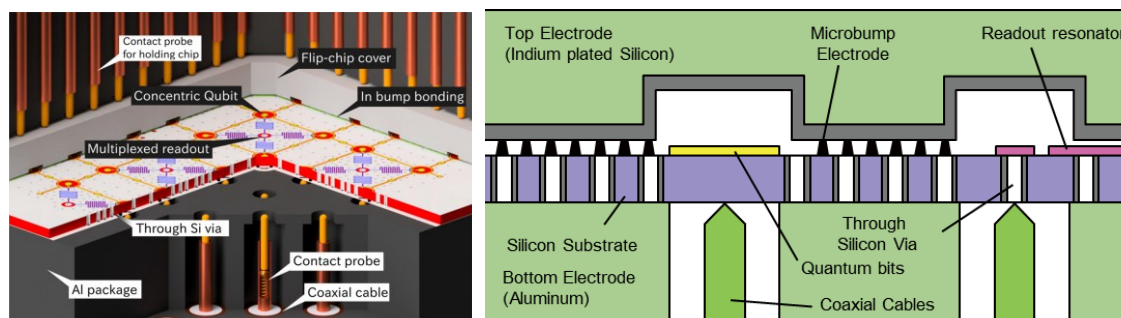


Fig. 1: Vertically accessible superconducting qubits. Qubits (yellow concentric rings bridged by a Josephson junction) are fabricated on a silicon substrate (red). Each qubit couples to four adjacent qubits through coupling capacitors. We measure the state of the qubit through a microwave co-planer resonator (magenta), which is coupling to a single point for multiplexed readout. A bunch of superconducting through-silicon vias (white pillars) connecting the superconducting ground pattern on the top and bottom layers and a flip-chip cover (top electrode) suppress unwanted electromagnetic field modes. Signals for control and readout are fed from the bottom of the substrate to maintain scalability.