

超伝導量子コンピュータの基礎

Introduction to superconducting quantum computer

山本 剛

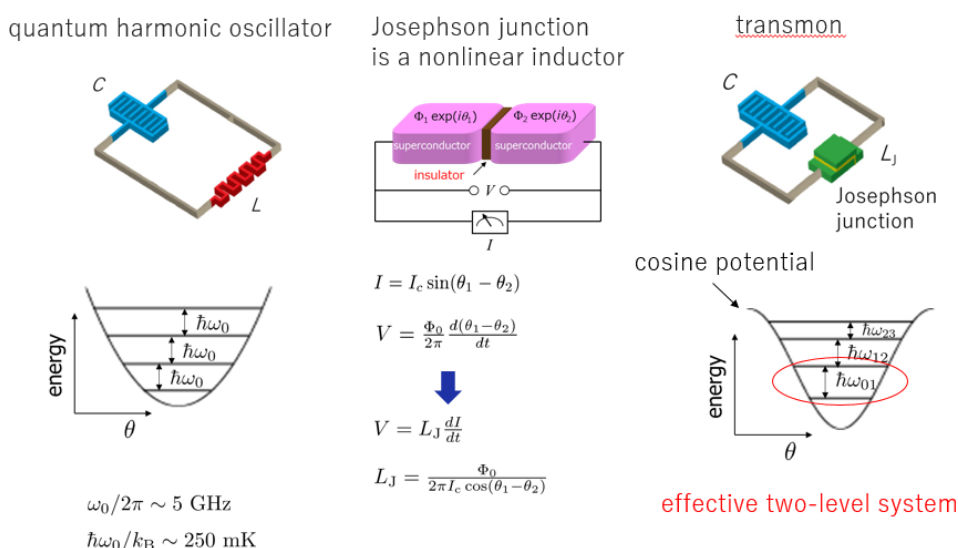
Tsuyoshi Yamamoto

日本電気株式会社セキュアシステムプラットフォーム研究所

概要

超伝導を用いた電気回路によって量子コンピュータを実現しようとする研究が、現在世界中の研究機関において精力的に行われている。1999年に固体素子として初めて1量子ビット動作の実証がなされて以来、集積度、ゲート動作精度、読み出し精度等様々な要素技術は飛躍的な進展を遂げ、現在は100程度の量子ビットからなる量子回路の動作も報告されている。超伝導量子ビットは典型的には5 GHz程度の共振周波数を持つため、その操作や読み出しには、マイクロ波が用いられる。本講演では、特にマイクロ技術との関連を中心に、超伝導量子コンピュータの基本動作原理、現状、今後の展望等について紹介する。

Superconducting qubits



図：超伝導量子ビットの概念。左、LC 並列共振器。量子力学的には等間隔な離散的なエネルギー準位を持つ。共振周波数が 5 GHz とすると、温度エネルギー換算では 250 mK に相当する。真ん中、ジョセフソン接合。回路的には非線形なインダクタとして機能する。右、トランズモンと呼ばれる典型的な超伝導量子ビット。ジョセフソン接合とキャパシタの並列非線形共振回路である。

Abstract

Recently, research and development of quantum computer based on superconducting circuits has been intensively conducted all over the world. Since the demonstration of single qubit gate operation first in solid-state systems in 1999, various figures of merits such as number of the qubits, fidelities of the gate operation and the readout have dramatically improved, which has led to recent reports of the operation of quantum circuits consisting of about a hundred of qubits. Because superconducting qubits typically have about 5 GHz resonance frequency, microwave is used for their manipulation and readout. In this presentation, I will introduce the basic concept, current status, and the future prospect of the superconducting quantum computer with a focus on the microwave engineering.