超伝導共振器を用いたボソニック量子ビットの特性評価

Characterization of a bosonic qubit using a high-Q superconducting cavity

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

NTT-BRL [1]　°Kosuke Mizuno[1], Takaaki Takenaka[1], Imran Mahboob[1], Shiro Saito[1]

E-mail: kosuke.mizuno.nv@hco.ntt.co.jp

ボソニック量子ビットは，高 Q な超伝導共振器の振動状態の重ね合わせとして量子情報を符号化するため，コヒーレンスが長く [1]，Hardware-efficient に誤り訂正可能 [2-4] という特徴があり注目されている．図 1 に示すように，ボソニック量子ビットは，量子情報を保存するメモリ共振器・量子状態の操作に用いる補助量子ビット・補助量子ビットの読み出し共振器の 3 点から構成され，補助量子ビットを用いた量子最適制御により，メモリ共振器に対する任意の操作を高忠実度に実現できることが示されてきた [5]．一方で量子最適制御を行うためには，系のパラメータ（遷移周波数・結合強度など）を前もって正確に評価する必要がある．

本発表では，超伝導ボソニック量子ビットの評価方法とその結果について報告する．まず，連続波スペクトルから遷移周波数（メモリ共振器：4.425 GHz，補助量子ビット：5.531 GHz）を決定した。次に，メモリ共振器に変位パルスを印加してマイクロ波光子を注入した後，選択的 π パルスで補助量子ビットのスペクトルを測定した（図 2）．分散結合によりメモリ共振器内のマイクロ波光子数に応じてピークが分裂し，分裂幅からメモリ共振器－補助量子ビット間の分散結合強度が約 4 MHz であることが分かる．講演ではパラメータ評価手法の詳細についても説明する．

本研究は JST Moonshot R&D (JPMJMS2067) の支援を受けて行われました．

[1] M. Reagor *et al.*, *PRB* **94**, 1, 014506 (2016). [2] L. Hu *et al.*, *Nat. Phys.* **15**, 503, (2019). [3] V. Sivak *et al.*, arXiv: 2211.09116. [4] Z. Ni *et al.*, arXiv:2211.09319. [5] R. Heeres *et al.*, *Nat. Commun.* **8**, 94 (2017).

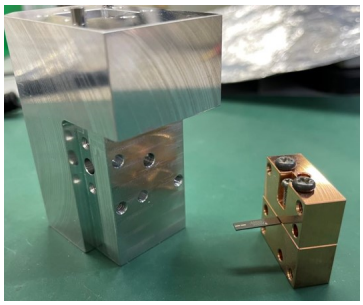

Figure 1. A bosonic qubit composed of a high-Q 3D superconducting cavity (left) and an ancilla chip on a Copper holder (right). An ancilla transmon qubit and a readout resonator are made of aluminum on the silicon substrate.

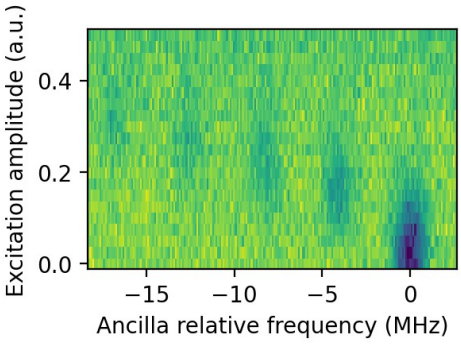

Figure 2. Photon number splitting spectra of the bosonic qubit. Photons are injected into the memory cavity by a short gaussian pulse with various excitation amplitudes, and then the ancilla qubit spectra are measured using a selective π pulse.

© 2023年 応用物理学会