

進行波型ジョセフソンパラメトリック増幅器による 超伝導量子ビットの単一試行読み出し測定

Single-Shot Readout of a Superconducting Qubit with a

Josephson Traveling-Wave Parametric Amplifier

産総研, °山田 隆宏, 浦出 芳郎, 石川 豊史, 辻本 学,

藤井 剛, 永澤 秀一, 水林 亘, 猪股 邦宏

AIST, °T. Yamada, Y. Urade, T. Ishikawa, M. Tsujimoto,

G. Fujii, S. Nagasawa, W. Mizubayashi, K. Inomata

E-mail: yamada-takahiro@aist.go.jp

進行波型ジョセフソンパラメトリック増幅器 (Josephson Traveling-Wave Parametric Amplifier : JTWPA)[1,2]は、広帯域、高 1 dB 利得圧縮点の特徴をもち、超伝導量子ビットの周波数分割多重化読み出し用増幅器として有力視されている。十分な利得を得るためには、JTWPA の線路長を増やす必要があり、ジョセフソン接合(JJ)、キャパシタ、共振器などの素子の高集積化が課題である。さらに、量子限界レベルの低雑音化のためには、線路の挿入損失を抑制する必要がある、キャパシタ誘電体材料の低損失化が大きな課題である。これまでに、我々は高集積化に有利な Nb/AIO_x/Nb JJ 集積回路技術[3]をベースとして、また、キャパシタ誘電体材料には従来使われていた NbO_x[2] に代えてより低損失な AIO_xを導入することにより、低雑音な JTWPA の開発を目指してきた。また、利得などの基本パラメータの確認に加えて、スペクトロスコーピー測定による量子ビット読み出し信号に対する増幅動作の確認を行ってきた[4]。今回、JTWPA を使用した量子ビットの単一試行分散読み出し測定を行い、読み出し信号の増幅に関する基本性能の確認を行った。

測定では、トランズモン型量子ビットを JTWPA とともに希釈冷凍機内の 10 mK ステージに設置・接続し、時間領域測定用セットアップを使用した。読み出し周波数は 10.27 GHz、ポンプ条件は 9.5 GHz、-72.5 dBm (低温部)を使用した。図は、ポンプが OFF、ON のときの読み出しパルス波形の時間領域測定結果である(平均回数 $N=65$ k)。ポンプを ON にすることで、読み出しパルス波形が増幅されていることが確認でき、電圧比 $0.185/0.0129 = 14.4$ 倍 (23 dB) の増幅動作を時間領域で確認した。これは、周波数領域測定により得られた

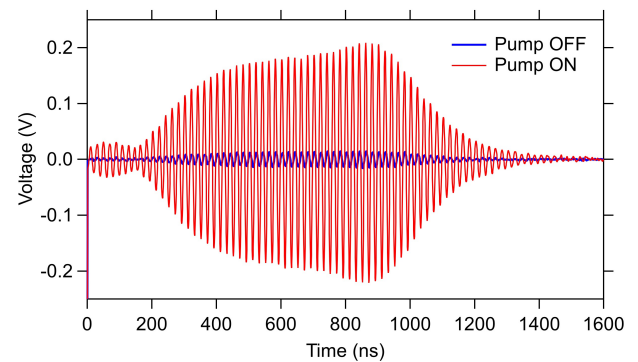


Fig. 読み出しパルス波形測定結果。

増幅利得[4]と同程度であり、コンシステントな結果である。当日は、量子ビットの単一試行読み出し測定の結果について報告する。

謝辞

本講演で発表した研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP16007)の結果得られたものである。本研究に使用されたデバイス、産総研の CRAVITY において作製された。

文献

- [1] T. C. White et al., Appl. Phys. Lett., vol. 106, no. 24, 242601, June 2015.
- [2] C. Macklin et al., Science, vol. 350, no. 6258, pp. 307-310, Oct. 2015.
- [3] S. Nagasawa et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 5, no. 2, pp. 2447-2452, June 1995.
- [4] 山田他、第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 22a-A306-8.