

## $\pi$ 位相シフターを持つ NbN ベース超伝導量子ビットの開発 Development of NbN-based superconducting qubit with $\pi$ -phase shifter

情通機構<sup>1</sup>, 名大工<sup>2</sup>, <sup>○</sup>金鮮美<sup>1</sup>, 山下太郎<sup>2</sup>, 寺井弘高<sup>1</sup>,

丘偉<sup>1</sup>, 布施智子<sup>1</sup>, 吉原文樹<sup>1</sup>, 仙場浩一<sup>1</sup>

NICT<sup>1</sup>, Nagoya Univ.<sup>2</sup>,

<sup>○</sup>S. Kim<sup>1</sup>, T. Yamashita<sup>2</sup>, H. Terai<sup>1</sup>, W. Qiu<sup>1</sup>, T. Fuse<sup>1</sup>, F. Yoshihara<sup>1</sup>, and K. Semba<sup>1</sup>

E-mail: kimsunmi@nict.go.jp

超伝導量子ビットのコヒーレンス時間は現在 100 マイクロ秒を越え、2019 年には Google が 50 量子ビット以上を集積化した量子回路の動作実証に成功するなど、量子コンピュータを取り巻く超伝導量子回路技術は飛躍的な発展を続けている。しかしながら、現状の超伝導量子ビットは主にアルミニウム (Al) を電極として、デコヒーレンスの原因となる微視的準位系を多数含む非晶質の酸化 Al を絶縁層としたジョセフソン接合で構成されており、今後のさらなるコヒーレンス時間の改善、大規模集積化に向けて、材料に起因したデコヒーレンスの低減が重要な研究課題となっている。我々は、酸化耐性が高い窒化物であり、約 16 K という高い超伝導転移温度を有する窒化ニオブ (NbN) に着目し、「フルエピタキシャル成長した NbN/AlN/NbN ジョセフソン接合」をベースとした超伝導量子ビットの開発を進めている。

本講演では、高コヒーレンス化の一環で取り組んでいる、 $\pi$ 位相シフターを持つ NbN ベースの超伝導量子ビットの研究を紹介すると共に、その試料作製方法及び量子ビットの測定結果を報告する。測定サンプルとして、図 1 に示す①Si 基板上に TiN バッファ層を用いたフルエピタキシャル成長法 [K. Makise et al., IEEE Trans. Appl. Sup., 26, 1100403 (2016)]により作製した NbN/AlN/NbN 接合の磁束量子ビット (0-qubit) および②同じ構造に NbN/CuNi/NbN の $\pi$ シフターを取り入れた磁束量子ビット ( $\pi$ -qubit) の 2 種類を用意した。量子ビットの読み出しは、NbN の 2 次元コプレーナ導波路共振器と量子ビットを結合させた回路量子電磁力学系で行った。20 mK におけるマイクロ波伝送特性を測定した結果、0 磁場付近 (オフセット磁場による 0 磁場からの微小なシフトが存在) での sweet spot をもつ  $\pi$ -qubit と、半磁束量子相当の磁場で sweet spot をもつ 0-qubit のマイクロ波遷移スペクトルが確認できた。発表では、詳しい測定結果と共に課題などを議論する。本研究の一部は、CREST (grant no. JPMJCR1775) 及び科研費 (JP19H05615) の支援により行われた。

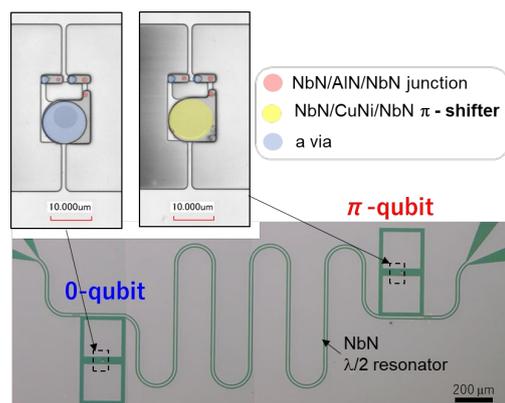


図 1. (上図)  $\pi$  接合を含まない磁束量子ビット (0-qubit) と $\pi$ 位相シフターを含む磁束量子ビット ( $\pi$ -qubit) のレーザー顕微鏡写真。(下図) NbN の  $\lambda/2$  コプレーナ導波路共振器と量子ビットの写真。