超伝導ナノストリップに生じる単一磁束量子の SFQ 回路を用いた検出

Detection of Single Flux Quantum in Superconducting Nano Strip Lines using SFQ circuits

横浜国大院工 [1]，産総研 [2]　○(M2)阿部 裕 [1]，(M1)冨塚 裕真 [1]，全 伸幸 [2]，藤井 剛 [2]，馬渡 康徳 [2]，山梨 裕希 [1]，吉川 信行 [1]
Yokohama Nat'l Univ.[1], AIST[2]　°Yutaka Abe[1], Yuma Tomitsuka[1], Nobuyuki Zen[2], Go Fujii[2], Yasunori Mawatari[2], Yuki Yamanashi[1], Nobuyuki Yoshikawa[1]
E-mail: abe-yutaka-vm@ynu.jp

1. はじめに

近年、単一光子検出器として高速応答性、高検出効率といった特長を持つ超伝導ストリップ光子検出器 (Superconducting Strip Photon Detector, SSPD) が注目を集めている。SSPD の光子検出原理は未だ解明されていない。SSPD の光子吸収部に磁束－反磁束対が形成され、その磁束量子がストリップ外に排出されるという説[1][2]に我々は着目している。そこで、Fig.1 に示す概略図のように単一磁束量子(Single-Flux-Quantum, SFQ)論理回路を超伝導ナノストリップに直結することで、超伝導ナノストリップから排出される単一磁束量子の直接観測を目指している。

本研究では、Nb を用いた SFQ 回路チップの超伝導配線の一部を超伝導ナノストリップ構造に加工することで同一チップ上に超伝導ナノストリップと SFQ 読み出し回路を集積化したモノリシック検出器システムを構成した。これにより、超伝導ナノストリップ上の SFQ 発生確率を測定した。

2. SFQ 検出回路

AIST-STP2 プロセスの SFQ 回路の構造として、最上層に Nb を用いた CTL 層を持つ。SFQ 回路作製後のチップの CTL 層を細線化加工することで Nb ナノストリップと SFQ 読み出し回路を同一チップ上に集積する。作製した超伝導ナノストリップの顕微鏡写真を Fig.2 に、SFQ 読み出し回路と同一チップ上に集積したものの顕微鏡写真を Fig.3 に示す。作製した超伝導ナノストリップは厚さ 50 nm、長さ 5 μm、幅 100 nm とした。

謝辞

本研究に使用された回路は、産業技術総合研究所(AIST)の超伝導クリーンルーム(CRAVITY)において，AIST-STP2 プロセスを用いて作製された。本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16K14261 および産総研エッジランナーズの助成を受けたものである。

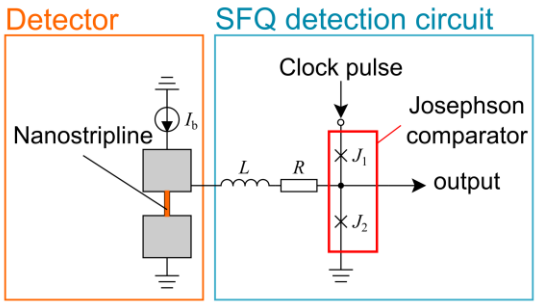

Fig.1 Schematic diagram of the monolithic detector system for measurement.

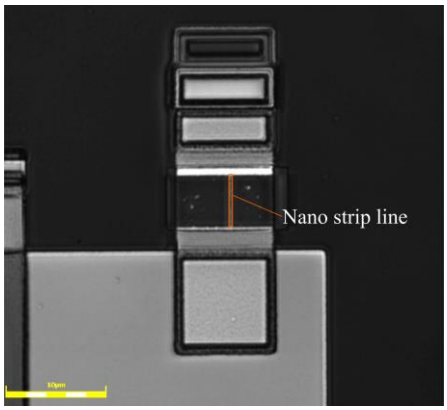

Fig.2 Microphotograph of the superconducting nano strip line.

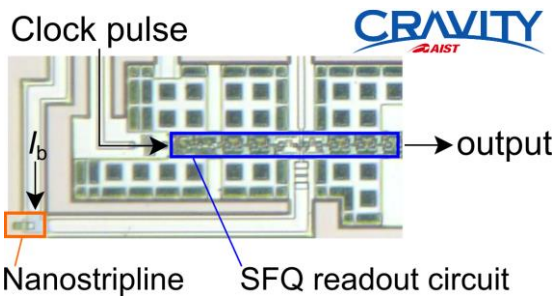

Fig.3 Microphotograph of the SFQ detection circuit

参考文献

1. A.N. Zotova and D.Y. Vodolazov, Phys. Rev. B 85, 024509 (2012).
2. J.J. Renoma et al., Phys. Rev. Lett. 112, 117604 (2014).

© 2017年 応用物理学会