

超伝導ナノワイヤ単一光子検出器による 光子数検出器の提案

Propose of Photon Number-Resolving Photon Detector using Superconducting Nanowire Single Photon Detectors with Low Current Bias Regime

埼玉大院 ○塩島 俊也, 成瀬 雅人, 田井野 徹, 明連 広昭

Saitama Univ., ○T. Shiojima, M. Naruse, T. Taino, H. Myoren

E-mail : myoren@super.ees.saitama-u.ac.jp

1. まえがき

SNSPD は高量子効率、低暗計数率、高速動作などの点で優れており、特に量子情報通信の分野での応用が期待されている。SNSPD をアレイ化することにより光子数識別が可能となるが、従来型構造の Meander SNSPD での n アレイでは、 n 個の SNSPD に対し n 個のバイアスとシャント抵抗が必要であるため、回路規模が増大してしまう。そこで、厚さ 8nm の NbN 薄膜に 3 本並列ナノワイヤを 6 個直列接続した構造の 3-Parallel SNSPD を作製し、測定を行った。結果として波高値の異なる 3 種類の出力波形が得られ、3 光子までの光子数検出が可能であることを確認した[1]。しかし、2-Parallel SNSPD, 4-Parallel SNSPD を作製し測定を行ったところ、両 SNSPD 共に波高値の異なる 2 種類の出力波形のみが得られた。結果として、ナノワイヤの並列数に光子数が依存しないことが確認された。本研究では、SNSPD を用いた超伝導-常伝導転移に基づかない動作モードによる光子数検出器の実現方法について検討する。

2. 光子応答

4-Parallel SNSPD に光子を照射し、フォトンカウンタを使用し光子応答数の測定を行った。異なるバイアス電流印加時の応答波形を Fig.1 に示す。また、バイアス電流 I_{bias} に対する光子計数率を Fig.2 に示す。光源には、NEW FOCUS 社の 10MHz でパルス駆動した波長 850nm の VCSEL を用い、出力は 0.002mW とした。低バイアス時では波高値の異なる 2 個の波形、高バイアス時では 1 個の波形を確認した。また、バイアスを上昇させていくにつれ、小さいピーク信号が消えていった。低バイアス時では光子入射時に磁束が侵入する動作モードによって光子入力に応答し[2]、高バイアス時では超伝導-常伝導転移に基づく動作モードにより光子入力に応答していると考えている。これより低バイアス+磁場印加を行うことにより、磁束が侵入する動作モードを利用して光子数検出器として動作する可能性がある。

本講演では SNSPD に対し、(1)磁場印加測定 (2)膜厚 8nm の素子を作製・測定を行い、2 つの結果を報告する予定である。

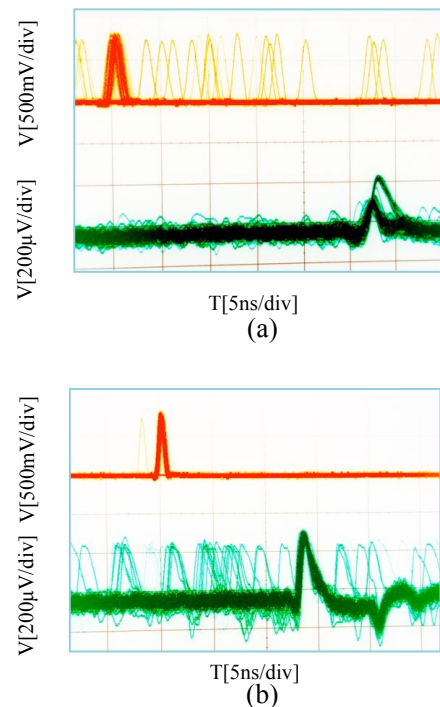


Fig.1 Output pulses of a 4-Parallel SNSPD at
(a) $I_{bias}=35\mu A$ (b) $I_{bias}=47\mu A$.

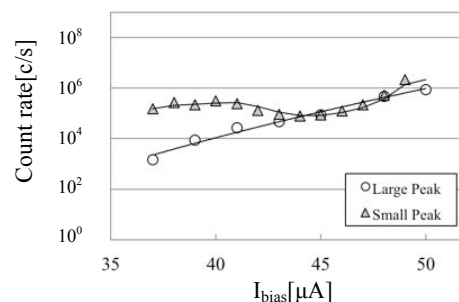


Fig.2 Measured count rate vs bias current for 4-Parallel SNSPD.

参考文献

- [1] H. Myoren, S. Taguchi, K. Ohshima, T. Wakatsuki, T. Taino, L. Parlato and Giovanni P. Pepe, "Performance of Superconducting Single Photon Detectors using NbN/NiCu nanowires," IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 23, 2201304 (2013).
- [2] Alexander A. Korneev, "Characterization of MoSi Superconducting Single-Photon Detectors in the Magnetic Field," IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 25, no. 3, June 2015.