多素子化超伝導転移端センサを用いた単一光子検出

Detection of Single Photons using Superconducting Transition Edge Sensors Array

産総研 [1]，東大オペランド計測 OIL[2] ○(P)今野 俊生 [1]，鷹巣 幸子 [1]，服部 香里 [1]，福田 大治 [1,2]

AIST[1], OPERANDO-OIL[2] ○Toshio Konno[1], Sachiko Takasu[1], Kaori Hattori[1], Daiji Fukuda[1,2]

E-mail: t.konno@aist.go.jp

超伝導転移端センサ（Superconducting Transition Edge Sensor: TES）は超伝導検出器として単一光子に対して高いエネルギー分解能を持ち、暗計数率も非常に小さく、光子数識別を行うことが可能である。我々は TES をバイオイメージング用の単一光子顕微鏡に応用するべく，可視光域から近赤外波長領域にわたる光子を検出・分光して高速でスペクトルを得ることを目的としている。

我々は効率よく単一光子分光イメージ画像を得るために, TES の有効面積の拡大，すなわち TES の多素子化の検討を行っている。これまでに厚さ Ti 20 nm，Au 10 nm で大きさ 8 μm×8 μm の TES 素子を 3 μm 間隔で配置した 3×3 ピクセルの TES アレイを Si 基板上に作成し，シングルモードファイバーを用いて特定の素子に微弱光を入射したときの 2 素子間の熱的干渉を検証してきた。

本研究では，アレイ TES にセルフアライメント機構を用いてマルチモードファイバー（FG050）を結合して 9 素子すべてに光子を入射させ，その応答信号を独立した 9 つの超伝導量子干渉素子(SQUID)による電流アンプで増幅して読み出すことで，複数素子での同時光子検出を試みた。

Fig. 1 に，素子 1 に 1 光子入射かつ素子 2 に 0 光子入射のときの，各素子で検出された平均波形を示す。素子 1 では 1 光子分の信号が検出されているのに対し，素子 2 では熱伝導由来クロストークによる信号検出が起こったと考えられる。また，Fig. 2 に素子 1 に 1~3 光子入射かつ素子 2 に 0 光子入射のときの素子 2 で検出されたクロストークエネルギーを示す。このときのクロストーク量は-11 dB であることが分かった。現在，クロストークの素子間距離依存性の評価と 3 素子以上での同時光子検出を進めており，当日はこれらの結果を報告する予定である。

[謝辞] 本研究の一部は，JST CREST JPMJCR17N4，AIST 超伝導クリーンルーム CRAVITY，AIST ナノプロセシング施設 NPF，および NIMS 微細加工プラットフォーム JPMXP09F20D004 の支援を受けたものである。

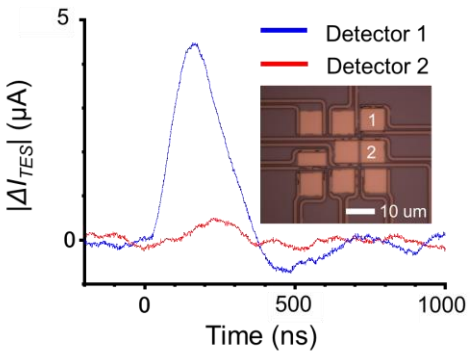

Fig. 1. Mean waveforms measured by detector 1 and 2 using photons (405 nm) at R = 0.5R_n, where R and R_n are the resistance and normal resistance of the TES, respectively.

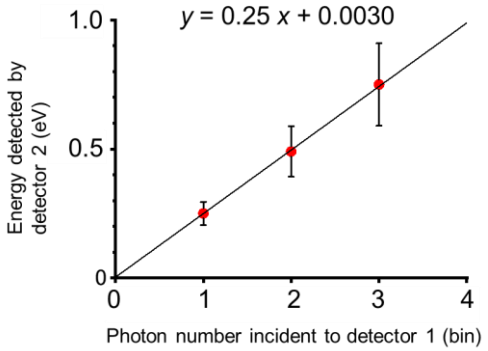

Fig. 2. Crosstalk energy measured by detector 2 at photon (405 nm) number incident to detector 1 of one to three.