

高量子効率イリジウム超伝導転移端センサ

High quantum efficiency, Ir-transition edge sensor

○松山 幹尚¹, 遠藤 護¹, Casper Breum²,三津谷 有貴¹, 三浦 義隆¹, 大野 雅史¹, 高橋 浩之¹, 古澤 明¹○Mikihisa Matsuyama¹, Mamoru Endo¹, Casper Breum²,Yuki Mitsuya¹, Yoshitaka Miura¹, Masashi Ohno¹ Hiroyuki Takahashi¹ and Akira Furusawa¹Univ. of Tokyo¹, Tech. Univ. of Denmark²E-mail: matsuyama@alice.t.u-tokyo.ac.jp

光子数識別器は生成可能な量子状態の幅を広げることが可能であるため光量子情報処理において非常に重要な役割を果たす。光子数識別器の中でも特に超伝導転移端センサ (Superconducting Transition Edge Sensor: TES) は、低い暗計数率と高いエネルギー分解能を持つことから注目を集めている。TES はその名の通り超伝導体薄膜から出来ており超伝導状態からの転移により生じる、入射光のエネルギーに応じた急峻な抵抗変化を用いて光子数識別を行なっている。

TES に用いる超伝導体の選定基準の一つに動作温度を決定する超伝導転移温度 T_c が挙げられる。 T_c が低ければ TES の熱ノイズが小さくなり、それに伴いエネルギー分解能が上昇する。また、熱ノイズの低下は信号読み出しに用いる増幅器の広帯域化に直結するので、最終的には検出の高速化にも繋がる。従来は Ti ($T_c \sim 300$ mK) や W ($T_c \sim 190$ mK) を用いた TES の開発が中心的に進められてきたが、我々は上記の観点に従いより T_c の小さなイリジウム Ir ($T_c \sim 140$ mK) に注目している。現状、Ir-TES は単一光子レベルまでに弱めた近赤外光に対し Fig 1 (a) に示すような応答を示しているものの[1]、ファイバから TES への光のカップリングの最適化は施されておらず量子効率が非常に低くなっている。そこで、我々は Fig 1 (b) に示した(i)直角レンズファイバ (ii)赤外顕微鏡 の 2 つを用いることによる量子効率向上の手法を考案した。まず、(i)は先端にレンズとミラーの着いた特殊なファイバであり、ファイバ端からの距離を熱流入の影響を無視出来る $40 \mu\text{m}$ に保ったまま、TES の面積より小さな $6 \mu\text{m}$ のスポットに光を集光させることが可能である。TES に光が集光されていることの確認は SiN/Si/SiN 基板の裏側から(ii)の赤外顕微鏡を用いることにより行う。本公演では、上記の工夫を施したことによる Ir-TES の量子効率向上について 860 nm のパルスレーザーを照射した際のデータをもとに紹介する。

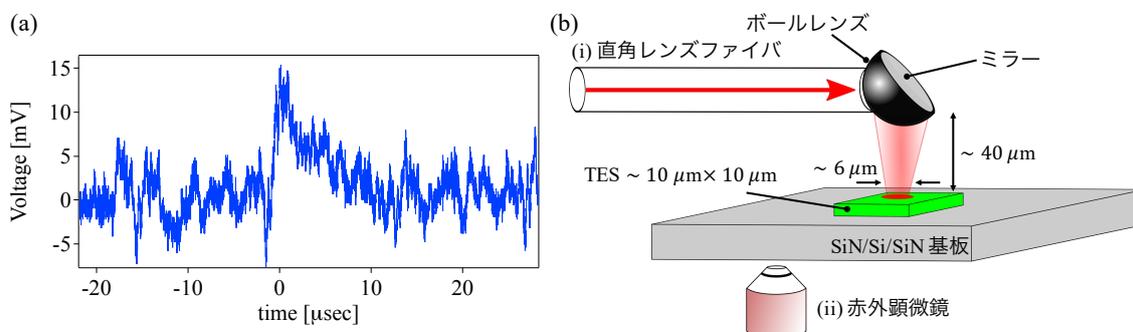


Fig 1 (a) Signal response from the Ir-TES (b) Our idea for high quantum efficiency

[1] Y. Miura *et al.*, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. A (2019).