

光ファイバー自己整合型構造を用いた超伝導転移端センサの開発 (2)

Development of optical fiber self-alignment structure for optical TES (2)

産総研¹, 日大量科研² ○(D1)小林 稜^{1,2}, 服部 香里¹, 渡部 謙一¹, 丹羽 一樹¹, 沼田 孝之¹,
井上 修一郎², 福田 大治^{1,2}

NMIJ/AIST¹, Nihon U.², °Ryo Kobayashi^{1,2}, Kaori Hattori¹, Kenichi Watabe¹, Kazuki Niwa¹,
Takayuki Numata¹, Shuichiro Inoue², Daiji Fukuda^{1,2}

E-mail: d.fukuda@aist.go.jp

超伝導転移端センサ(TES)は、可視～X線、ガンマ線など多様な範囲の光子のエネルギー計測に適用できる検出素子である[1]。単一光子や微弱光の量子性を応用した量子暗号通信や量子情報通信、量子光学分野では、高い検出効率を持つ単一光子検出器が求められている。そのため、光ファイバーから導かれる光子を、効率良く超伝導体と結合できる技術の構築は不可欠となっている。これを解決する手法として、TESを作成するSi基板の外形を、汎用の光接続部品と適合するように加工することで、光ファイバーからの光子の射出位置をTES中心に自己整合させる構造が提案されている[2]。しかしながら、TiAuなどの近接二重層TESでの適用例はなく、プロセス中の温度や熱負荷が近接二重層超伝導薄膜にどのような影響を与えるかについては明らかとなっていなかった。

前回、Siの深堀エッチング装置(Deep RIE)を用いて自己整合型構造を構築し、光ファイバーのコア中心を5 μm以下の位置精度で制御できると報告した[3]。今回は、光吸収キャビティに埋め込んだ近接二重層TESに自己整合型構造を適用し、作成したTES素子の超伝導特性の評価を試みたので報告する。

光検出用のTES素子は、Si基板上に高反射層であるAuミラーをまず作成し、TiAuによるTESを製膜後、Nb電極を作成する。さらに全面に誘電体多層膜による無反射コート構築後、最後にD-RIEにより基板外形を直径2.497 mmに加工した。これを断熱消磁冷凍機内へ設置し、コールドステージ温度を200 mK～400 mK近辺で走査しながらTES素子の超伝導特

性を評価した。

大きさ12 μm×12 μmのTES素子を用いて、励起電流 I_{exc} を316 nAから31.6 μAの範囲の5点で超伝導転移曲線を測定した結果を図1に示す。温度 T_c ～350 mKに急峻な超伝導転移が得られ、 I_{exc} の増加とともに T_c は低い温度へ移行していく様子が観測された。GL理論との比較により求めた臨界電流は $I_{c0}(0\text{ K})$ ～93 μAとなり、TES動作に必要な良好な超伝導特性となっていることを確認した。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業(NIMS 微細加工プラットフォーム、AIST ナノプロセッシングファシリティ、東京大学微細構造解析プラットフォーム)及びAIST超伝導クリーンルームCRAVITYの支援を受けて実施した。

参考文献 [1] D. Fukuda et al., *Opt. Express*, **19**, pp. 870-875 (2011). [2] A.J. Miller et al., *Opt. Express*, **19**, pp. 9102-9110 (2011). [3] 第62回応用物理学会春季学術講演会 12a-P9-25

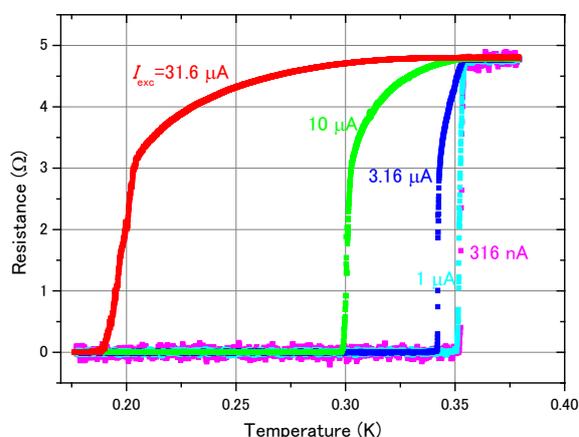


Fig. 1 Measured superconducting transition curves at several excitation current for 12 μm by 12 μm size TES.