

課題番号 : F-14-NM-0114  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名 (日本語) : 超伝導光子検出器と光ファイバの高効率自己結合技術の開発  
Program Title (English) : Development of self-coupling technology for superconducting photon detector  
利用者名 (日本語) : 藪野 正裕  
Username (English) : M. Yabuno  
所属名 (日本語) : 東北大学電気通信研究所  
Affiliation (English) : Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

### 1. 概要 (Summary)

超伝導転移端センサ (TES; transition edge sensor) を用いた光子数識別器は、高い量子効率と光子数識別という特徴から、量子情報通信や極微弱光計測などの様々な分野での応用が期待されている。本研究では、光子数識別器の量産化を実現させるため、光ファイバと TES 素子を容易に高効率で結合するための自己結合技術の開発を試みた。光ファイバパッチケーブル間のコネクタ接続では、一般に円筒フェルールと割スリーブ (共にジルコニア製) を用いる方式が使われている。この方式では、中心に光ファイバが埋め込まれた円筒フェルールを割スリーブ内で突合せ、割スリーブのバネ性を利用して固定することで、光ファイバを同軸上に配置し、容易に高効率な結合を実現している。本研究では、この方式を応用し、TES 素子を作成する Si 基板の外形を円筒フェルールの外径に合わせて円形に加工し、割スリーブ内で、円筒フェルールで挟み込むように固定することにより、光ファイバ中心と TES 受光部を高効率で自己結合させる技術を開発する。

### 2. 実験 (Experimental)

#### 【利用した主な装置】

- ・ シリコン深堀エッチング装置
- ・ 高速マスクレス露光装置

#### 【実験方法】

シリコン深堀エッチング装置を用いて、TES 素子作成に用いる Si 基板 (厚さ 400  $\mu\text{m}$ ) を円筒フェルールの外径  $\phi$  2.499 mm  $\pm$  0.0005 mm に合わせて円形に加工を行った。加工した Si 基板の外径を、マイクロメータを用いて測定し、円筒フェルールの外径と比較することにより、自己結合方式の位置合わせの精度の評価を行った。なおシリコン深堀エッチング装置による加工は、技術代行による支援を受けて行った。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 にシリコン深堀エッチングによって円形に加工した Si 基板の写真を示す。試料の円形部分の直径をマイクロメータで計測した結果、平均値  $\phi$  2.4940 mm、標準偏差 0.7  $\mu\text{m}$  が得られた。この結果から、自己結合方式を用いることで、5  $\mu\text{m}$  以下の精度で光ファイバと TES 素子を結合させることが可能であることが分かった。

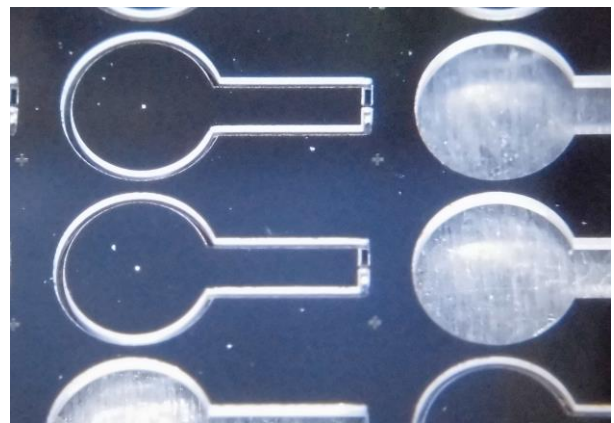


Fig. 1. Micrograph of self-aligned structure

### 4. その他・特記事項 (Others)

#### 【共同研究者】

産業技術総合研究所 福田大治、田辺稔、沼田孝之、東北大学電気通信研究所 枝松圭一、布川裕真

#### 【技術支援者】

津谷大樹、大里啓孝、谷川俊太郎

#### 【他の利用した支援機関】

産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設、産業技術総合研究所超伝導クリーンルーム CRAVITY

### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) M. Yabuno et al., 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 27 年 3 月 12 日.

### 6. 関連特許 (Patent)

なし。