

課題番号(Number of project) : F-18-UT-0150  
利用形態(Type of user support) : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 生体内留置可能なフォトニックデバイスモジュールの微細加工  
Program Title (English) : Micro Fabrication of Photonic Device Capable of In-Body Use  
利用者名(日本語) : 竹原宏明, 羽田野雄輝  
Username (English) : Hiroaki Takehara, Yuki Hatano  
所属名(日本語) : 東京大学 大学院工学系研究科マテリアル工学専攻一木研究室  
Affiliation (English) : Ichiki Laboratory, Department of Material Engineering, The Univ. of Tokyo  
検索キーワード : バイオメディカルデバイス, 生体計測, 光治療, 膜加工・エッチング

## 1. 概要 (Summary)

近年、生体光イメージング技術(Pittet, M.J., *et al.*, Cell 147, 983-991 (2011))や光応答性薬剤(Nomoto, T., *et al.*, Nat. Commu. 5, 3545 (2014))の進歩により、生体組織を細胞レベルでセンシング・治療する手段が登場し、診断・治療を一体化する新たな医療技術としての応用が注目されている。現在、光照射可能な生体表層付近を対象とし(Ye, H., *et al.*, Science 332, 1565-1568 (2011))、世界中で研究が精力的に進められているが、今後、光技術の医療応用を進める上で、光が届きにくい生体内深部で光を操作(照射・伝送・検出)するための光学技術の確立が不可欠である。本研究では、生体内での光センシング・光治療を一体化するデバイスシステムの実現を目指し、生体内留置可能なフォトニックデバイスの開発を進めた。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

UV レーザープリント基板加工装置 Protolaser U3、マニュアルウエッジボンダー、スパッタリング装置 CFS-4EP-LL(i-Miller)、SEM TM-3030PLUS

**【実験方法】**デバイスの微小化・低侵襲化に向けたデバイスプロセスについて検討を行った。以下に、光源及び受光素子モジュールの加工手順を示す。FR4 基板(厚さ 200  $\mu\text{m}$ , 銅箔 5  $\mu\text{m}$  片面)上に、レーザー基板加工機(Protolaser U3, LPKF Laser & Electronics K.K.)を用いて配線及びワイヤボンディング用パッドを形成した。FR4 基板上にマイクロ LED チップ(幅: 280  $\mu\text{m}$ , 長さ: 305  $\mu\text{m}$ , 厚さ: 90  $\mu\text{m}$ )及び PD チップ(幅: 700  $\mu\text{m}$ , 長さ: 700  $\mu\text{m}$ , 厚さ: 400  $\mu\text{m}$ )を固定し、ウエッジボンダ(West Bond Inc.)を用いて各電極と基板上的パッドを配線し、エポキシ樹脂により保護した。

利用装置:

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

レーザー基板加工機 (Protolaser U3)を用いることで、モジュール基板の設計自由度が向上し、デバイスの微小化・低侵襲化が達成された。試作したデバイスの性能評価においては、実計測及び生体組織-デバイスモデルを用いた光学シミュレーションにより生体組織への光照射性能を評価したところ、光治療用途へ応用可能な性能であることが確認された。微細加工・エレクトロニクス実装に関わる充実した共用装置が整備されている武田先端知ビルスパークリーンルーム及びバックエンド加工室の利用により、デバイスの素子開発から実装まで一気通貫で研究を推し進めることが可能であった。

## 4. その他・特記事項 (Others)

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金(15K21164)により助成されました。

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

学会発表

- 1) Hiroaki Takehara and Takanori Ichiki, "Development of implantable microdevices towards in-body diagnostics", 5<sup>th</sup> COINS Symposium, Kawasaki City Industrial Promotion Hall, Kawasaki City, Japan, December 14, 2018.
- 2) 竹原 宏明 (招待講演), "材料技術・微細加工技術のバイオ・医療分野への展開", 電子材料若手交流会 (ISYSE) 第 2 回研究会, 長良川観光ホテル石金, 2018/9/16.

## 6. 関連特許 (Patent)

なし