

課題番号 : F-15-NU-0050  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : オンチップ細胞計測を基盤とする光合成細胞の外部刺激応答特性の解明  
Program Title (English) : Measurement of responsive properties of photosynthetic cell by On-Chip Robotics Technology  
利用者名(日本語) : 長谷川 貴之, 鍵山 周一郎, 佐藤 彩夏  
Username (English) : T. Hasegawa, S. Kagiya, A. Sato  
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科  
Affiliation (English) : Graduate school of engineering, Nagoya University

## 1. 概要(Summary)

マイクロ流体チップとロボットをオンチップで統合し、光合成によりバイオフィルム(多糖)を形成するラン藻に様々な外部刺激を与えた際の応答特性を解明することを目的とする。このためにオンチップ細胞計測基盤を確立し、遺伝子操作したラン藻に対して様々な外部刺激(力刺激, pH など)を与えた後に、単一細胞レベルで応答を計測することで、ラン藻の応答特性や糖の形成を評価し、遺伝子の機能を特定する。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

両面露光用マスクアライナ、レーザ描画装置一式、スパッタリング装置一式、ICP エッチング装置一式、ダイシングソー装置、Deep Si Etcher

### 【実験方法】

まずダイシングソーを用い、ウエハから矩形の基板を切り出す。両面露光用マスクアライナを用いて、シリコン基板、ガラス基板上のフォトリソをパターンニングする。なおパターンニングでは、レーザ描画装置を用いて作製したフォトマスクを利用した。その後、スパッタリング装置や各種エッチング装置を用いることで、成膜およびエッチングを行い、基板を加工する。途中、ウエハ接合装置を用いてシリコン基板とガラス基板の接合を行うことで、オンチッププローブを有するマイクロ流体チップを作製した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

細胞の機械的特徴量計測には、細胞を計測部へ搬送することと、搬送した細胞を変形させ細胞の変形量とそのときの細胞の反力を計測することが必要となる。当研究室ではマイクロ流体チップ内で卵子を流体力で搬送し、オンチッププローブを磁気駆動することでウシ卵子(150  $\mu\text{m}$ )の機械的特徴量の連続計測に成功している。しかしながら、光合成細胞であるラン藻のように直径 2~3  $\mu\text{m}$  と非常に小さい細胞の機械的特徴量計測のためには、高精度な位置決め技術と細胞の大きさにあった薄いプローブが必要となる。

オンチッププローブの作製には、デバイス層-中間酸

化膜層-基板層の3層からなるSOIウエハを用いた。薄いオンチッププローブと力センサは微細加工技術を用いてデバイス層に形成され、中間酸化膜層を介しオンチッププローブとつながった厚いシリコン基板層をチップ外部のピエゾアクチュエータで押すことにより、オンチッププローブを直接駆動できる構造とした。

作製したチップを用いてラン藻(*Synechocystis* sp. PCC 6803)の機械的特徴量計測を行った。まずラン藻の計測部への搬送には、我々の研究グループにて以前開発したホログラフィック光ピンセットシステム(HOTシステム)を用いることで、ラン藻の三次元操作・位置決め、計測部へ搬送した。その後、チップ外部のピエゾアクチュエータによりオンチッププローブを駆動し、対象のラン藻を力センサに押し当てた。サンプリングモアレ法を利用して、そのときのプローブと力センサの変位を計測し、細胞の変形量と反力を計測することでラン藻の機械的特徴量計測を行った。計測結果に対し、ヘルツの接触応力モデルを適用することで、ラン藻(*Synechocystis* sp. PCC 6803)のヤング率は100 kPa程度であることが分かった。

## 4. その他・特記事項(Others)

- ・共同研究者:新井 史人(名古屋大学微細加工 NPF)
- ・参考文献

- (1) T. Hasegawa, S. Sakuma, K. Nanatani, N. Uozumi, and F. Arai, 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), p. 6033-6038, Oct. 1<sup>st</sup>, 2015
- (2) 長谷川貴之, 佐久間臣耶, 七谷圭, 魚住信之, 新井史人, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2015), 1P1-P07, 平成27年5月18日

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。