

課題番号 : F-13-NU-0016  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : オンチップロボティクスを基盤とする光合成細胞の機能計測  
Program Title (English) : Functional Measurement of Photosynthetic Cell by using On-Chip Robotics  
利用者名 (日本語) : 垣尾 翼, 益田 泰輔  
Username (English) : T. Kakio, T. Masuda  
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内にマイクロ・ナノロボットを組み込み、光合成細胞であるラン藻の浸透圧変化に対するマルチパラメータ計測(機械的特性・弾性・粘性・大きさ・電気化学特性)を高速かつ連続的にを行い、ラン藻の浸透圧調整機構の機序を解明する。独自の磁気駆動技術をもとにマイクロ流体チップ内のラン藻の浸透圧変化を高速かつ連続的に計測するシステムの構築を目指す。

## 2. 実験 (Experimental)

光合成細胞の機能計測のために、「22. レーザー描画装置」を用いてオンチップロボティクスを作製した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

当研究室では、磁力を用いてマイクロ流体チップ内のプローブ(オンチッププローブ)を駆動させて、チップ内でのウシ卵子(150  $\mu\text{m}$ )の連続力計測に成功している。しかしながら、磁気駆動方式はウシ卵子のような大きさの細胞に対して高出力かつ高分解能な力印加が可能であったが、ラン藻のような2  $\mu\text{m}$ 程度の小さな対象を計測するには、サイズにあった薄いプローブとより高分解の外部アクチュエータによる計測システムが必要である。オンチップロボティクスは、SOI ウェハを用いて作製され、デバイス層-中間酸化膜層-支持層から構成される。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、厚いシリコン支持層に外部アクチュエータと直接接続された。

外部駆動源として1軸のピエゾアクチュエータを用いて、薄いデバイス層(プローブおよび力センサを含む)をたわませることなく、安定した計測が可能であることが観察された。力センサのキャリブレーション

は共振法を用いた。ピエゾアクチュエータにステップ波形の電圧を印加させ、このとき発生するデバイス層の加速度を利用して固有周波数を実測した。その結果、作製したオンチップロボティクスの固有周波数は580 Hz 付近にあることを確認し、これからばね定数が23.7 nN/ $\mu\text{m}$ と算出した。

作製したオンチップロボティクスの有効性を評価するために、ラン藻の代替として10  $\mu\text{m}$ の単一細胞(犬由来腎臓細胞株 MDCK)を用いて力計測実験を行った。その結果、細胞が変形した際に生じる反力を計測することができることを確認した。また、そのときの細胞のヤング率は440 Pa 付近であることをヘルツの接触応力モデルから算出した。

## 4. その他・特記事項 (Others)

本装置利用に際して名古屋大学大学院工学研究科、新井史人教授に、多くのご配慮とご支援を頂きました。

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

- (1) 垣尾翼, 佐久間臣耶, 杉田真邦, 新井史人, “オンチップ・インピーダンスアナライザ”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'13, 平成25年5月23日
- (2) 垣尾翼, B. Turan, 佐久間臣耶, 新井史人, “直接外部駆動メカニズムによるオンチップ細胞計測”, 第14回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 平成25年12月18日

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。