

利用課題番号 : F-13-AT-0175
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : バブル型ナノロボットを利用したバイオセンシングシステムの開発
Program Title (English) : Development of a novel biosensing system utilizing bubble-propulsion type of nanorobots
利用者名 (日本語) : 横川 雅俊
Username (English) : Masatoshi Yokokawa
所属名 (日本語) : 筑波大学 数理物質系
Affiliation (English) : Tsukuba University, Faculty of Pure and Applied Sciences

1. 概要 (Summary)

人工マイクロ・ナノロボット実現の第一歩として、化学エネルギーの運動エネルギーへの直接変換により自律運動するマイクロモータの研究に関心がよせられている。そのような中、金属触媒反応あるいは電気化学反応(金属腐食反応)により、構造表面に形成される不均一な化学物質の分布を推進力に変換する金属モータの開発がなされてきている。しかしながら、従来の金属モータにおいては、複雑な作製プロセスをとることから構造の微細化が困難であり、マイクロメートル以下の大きさを持つモータの作製には至っていない。

本研究では、より微細な金属モータの開発を目的に、単純化した作製プロセスに基づく金属触媒型ナノモータの開発を行った。更に、その応用として、ナノモータを利用したバイオセンサの開発を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 真空蒸着装置、小型蒸着装置

本研究では、白金により触媒される過酸化水素の酸化還元反応を利用して推進する金属触媒型ナノモータの開発を行った。作製するモータの構造としては、内側に白金層、外側に金層を持つ半球中空構造を計画した。このモータでは、構造内壁の白金の触媒作用によって、過酸化水素が酸化され酸素ガスが発生する($2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$)。この酸素ガスの噴出力を利用して推進する。

まず、ガラス基板上に固定したポリスチレンビーズ(直径 400 nm, 1 μm)に対し、真空蒸着装置を用いて白金(20 nm)、金(20 nm)の順でそれぞれ金属層を成膜した。その後、酸素プラズマによるアッシングにより鋳型であるポリスチレンビーズを除去し、構造を作製した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製したモータの構造を走査型電子顕微鏡によって観察した結果を Fig.1(a)に示す。続いて、蛍光顕微鏡下におけるナノモータの運動観察から、3%過酸化水素中において、直径 400 nm モータが 5.0 $\mu\text{m}/\text{s}$ で自立運動している様子が確認された(Fig.1(b))。最後に、ナノモータを用いた DNA 検出実験を行った。マイクロウェル中に分散している標的 DNA (4.0 μM)をナノモータが運動しながら回収し、DNA ハイブリダイゼーションによる DNA-ナノモータ複合体の壁面への吸着を指標とした洗浄不要のセンサーシステムを実現した(Fig.1(c))。今後の課題として、構造のさらなる微細化および量産化を検討している。

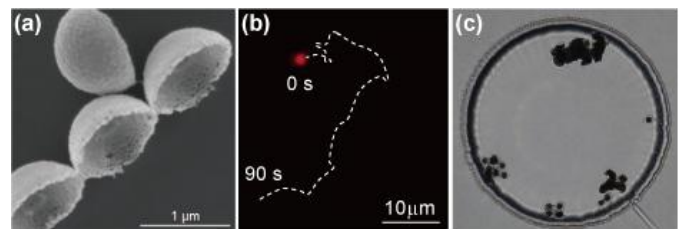


Fig. 1. Nanomotor. (a) SEM image of nanomotors. (b) Trajectory of motion of a nanomotor. (c) DNA sensing using nanomotors.

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) ○伊達雄亮、吉積義隆、大久保喬平、横川雅俊、鈴木博章「第 30 回センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム(仙台、2013)。

6. 関連特許 (Patent)

該当なし。