

課題番号 : F-12-AT-0069
*支援課題名(日本語) : 化学的エネルギーの直接変換により自律運動するナノロボットの開発
*Program Title(in English) : Development of autonomously movable nanorobots using direct energy conversion of chemical energy
*利用者名(日本語) : 横川雅俊
*Username(in English) : Masatoshi Yokokawa
*所属名(日本語) : 筑波大学大学院数理物質科学研究科
*Affiliation(in English) : Graduate School of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba

※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。開発したモータは、今後、医療分野や工業分野において様々な応用が期待される。

※実験(Experimental):

利用装置: 電子ビーム蒸着装置(産総研 NPF)、真空蒸着装置(産総研 NPF)、低真空走査電子顕微鏡(産総研 NPF)、スパッタリング装置(筑波大 NPF)

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、外側に金属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: $5\ \mu\text{m}$, $500\ \text{nm}$, $200\ \text{nm}$)に対し、スパッタ装置あるいは(電子ビーム)蒸着装置を用いて白金($20\ \text{nm}$)、金($20\ \text{nm}$)の順でそれぞれ金属層を成膜した。その後、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。

※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図1に示す。構造の形状に関しては、2つの成膜方法を駆使することで、自在にコントロール出来ることが出来た。続いて、作製したモータに3%過酸化水素を加え、蛍光顕微鏡下で運動を観察したところ、溶液中において、自立運動するモータの様子が繰り返し観察された。

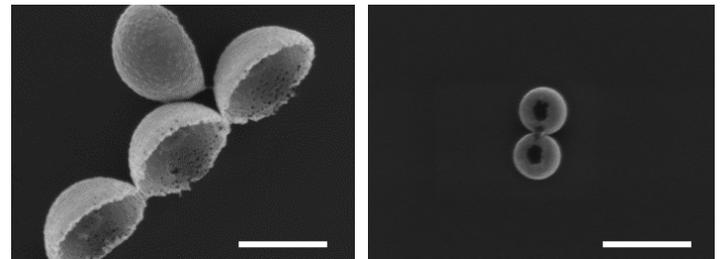


図 1. 作製した金属ナノモータの電子顕微鏡写真。(左) 電子ビーム蒸着装置を用いて成膜したモータ。(右) スパッタ装置を用いて成膜したモータ。スケールバー: $500\ \text{nm}$ 。

※その他・特記事項(Others):

今後の課題: 構造のさらなる微細化および量産化

共同研究者等(Coauthor):

日本大学大学院生産工学研究科 國府田悦男

筑波大学数理物質系 鈴木博章、吉積義隆

論文・学会発表(Publication/Presentation):

○吉積義隆、大久保喬平、横川雅俊、鈴木博章 「第29回センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム(北九州、2012)

○Yoshizumi, Y. Date, Y. Ohkubo, K. Yokokawa, M. Suzuki, H., The 26th IEEE International conference on Micro Electrode Mechanical Systems (Taipei, 2013)

○吉積義隆、伊達雄亮、大久保喬平、横川雅俊、鈴木博章 電気化学会第80回大会(仙台、2013)