

※課題番号 : F-12-UT-0141
※支援課題名 (日本語) : 集積化MEMSで創るエネルギー自立型水上走行素子
※Program Title (in English) : An Energy-Autonomous Pond-Skating Robot with CMOS-MEMS Technology
※利用者名 (日本語) : 森下賢志¹⁾、
アンソニー ウォルトン²⁾、スチュワート スミス²⁾、イファン リ²⁾
※Username (in English) : Satoshi Morishita¹⁾, Anthony Walton²⁾, Stewart Smith²⁾, Yifan Li²⁾
※所属名 (日本語) : ¹⁾東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻、²⁾エジンバラ大学
※Affiliation (in English) : ¹⁾Dept. of Elec. Eng., The Univ. of Tokyo., ²⁾The University of Edinburgh

※概要 (Summary) :

水上走行する小型の昆虫類に着想を得て、環境から電気エネルギーを収集する回路によって動力を得て水上を移動することができる、エネルギー自立型の超小型(1cm 以下)アクチュエータ素子を実現し、更に複数のチップによって整列、順序入れ替えなどの協調動作デモンストレーションを行なう。上記トップダウン研究により、自律分散マイクロシステムの研究分野に基本素子が自走し組み換えが可能という新規概念を提供し、実現の過程で集積化マイクロシステム(MEMS)向け集積回路(VLSI)ポストプロセス後加工技術の新たな展開に資する要素技術のボトムアップ的な革新的成果を得る。研究代表者の手により、低電圧駆動 EWOD によるバブルジェットと共鳴無線電送による初期的な駆動実験(一掻き)に成功しており(図参照。文献は[1])、本研究はそれを受け継いで連続動作(二掻き以上)を目指して研究を行っている。

※実験 (Experimental) :

平成 24 年 6 月から 25 年 2 月末まで合計 60 日、高速大面積電子線描画装置を用いたチップ直接描画ならびにフォトマスク作製、パターンニングした基板の反応性プラズマエッチング装置によるエッチング、シリコン深掘りエッチング装置による後加工、高真空蒸着装置による金属配線、ステルスダイサーによる素子のカット、ならびにドラフトチャンバー潤沢超純水付き等々、全ての公開装置を利用し、本素子に必要な三次元微細加工による高耐圧化 CMOS 集積回路技術の研究を行った。CMOS 基板は大規模集積システム設計教育研究センターで行ったフェニテックセミコンダクター社による相乗り試作で作製した基板を用いた。開発した技術の集大成として、平成 25 年 2 月 18 日から 3 月 2 日までの 2 週間共同研究先のエジンバラ大学に森下と森の学生 2 名が出張し EWOD デバイスの

CMOS ポストプロセスによる集積化実験を行った。



図 無線電送による EWOD 水上走行素子 [1]

※結果と考察 (Results and Discussion) :

二週間頑張ったがプロセスを行ったが、持参したフォトマスクと相手方のリソグラフィ装置の不整合や、相手先の装置故障等様々な障害により、CMOS 基板上に EWOD デバイスをポストプロセス加工できることの確認にとどまった。

※その他・特記事項 (Others) :

今後は博士課程進学が森功がプロジェクトを受け継ぎ、博士卒業までに何としても自立走行を実現させたい。
・参考文献

[1]Y. Mita, Y. Li, M. Kubota, S. Morishita, W. Parkes, L.I. Haworth, B.W. Flynn, J.G. Terry, T.-B. Tang, A.D. Ruthven, S. Smith and A.J. Walton, "Demonstration of a wireless driven MEMS pond skater that uses EWOD technology", *Journal of Solid-State Electronics*, Vol. 53, pp. 798-802 (2009.05.29) doi:10.1016/j.sse.2009.02.020

共同研究者等 (Coauthor) :

三田吉郎、森功 (東京大学大学院工学系研究科)

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

森下賢志、「水上走行マイクロロボットの実現に向けた標準 CMOS 回路の高耐圧化及びモノリシック MEMS 集積手法」東京大学博士論文、2012.12

関連特許 (Patent) :

なし