

課題番号 : F-19-UT-0043  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : マイクロロボットに用いる静電モータの作製に関する試行利用  
Program Title (English) : Trial Use for Fabrication of Electrostatic Actuator for Microrobot  
利用者名(日本語) : 齊藤健<sup>1)</sup>, 長田元気<sup>2)</sup>, 水本明日也<sup>2)</sup>  
Username (English) : K. Saito<sup>1)</sup>, G. Osada<sup>2)</sup>, A. Mizumoto<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 日本大学理工学部, 2) 日本大学大学院理工学研究科  
Affiliation (English) : 1) College of Science and Technology, Nihon University, 2) Graduate School of Science and Technology, Nihon University  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、MEMS、アクチュエータ

## 1. 概要(Summary)

静電モータは最小加工精度が  $1\ \mu\text{m}$  であり、また稼働部のリリースが必要である。日本大学には描画装置および気相フッ酸エッチング装置が未導入であり、今回全てのプロセスを文部科学省 ナノテクノロジー・プラットフォーム 東大微細加工拠点にて実施できるように、レシピの調整やプロセスの最適化について検討を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ステルスダイサー、8 インチ汎用スパッタ装置、高速大面積電子線描画装置 F5112、高速シリコン深掘りエッチング装置 MUC-21。

### 【実験方法】

1. ステルスダイサーを用いて事前準備した6インチSOIウェハを2 cm 角にダイシング。2. 8 インチ汎用スパッタ装置を用いて Al 膜を製膜。3. レジスト液を塗布。4. 高速大面積電子線描画装置を用いてマスクパターンを露光。5. 現像液を用いて現像。6. 高速シリコン深掘りエッチング装置 MUC-21 を用いてエッチング。7. 気相フッ酸エッチング装置を用いて犠牲層のエッチング。8. ステルスダイサーを用いてサンプルごとにダイシング。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に高速シリコン深掘りエッチング装置 MUC-21 を用いてエッチングしたサンプルの断面図を示す。最小幅  $1\ \mu\text{m}$ 、深さ  $40\ \mu\text{m}$  の深掘りエッチングに成功した。

Fig. 2 に実験方法の全工程を完了した後のサンプルを示す。気相フッ酸エッチング装置での稼働部のリリースに成功し、その後サンプルが動作を確認した。しかし、サンプルの歩留まりが2割と低く、今後レシピ改善の必要がある。本サンプルによる成果の公表には間に合わなかったが、関連する研究を成果として紹介する。

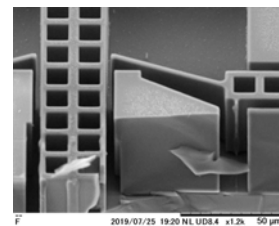


Figure 1. After deep RIE.

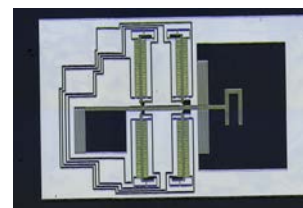


Figure 2. After All process.

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・謝辞

本課題は、三田吉郎東京大学拠点マネージャーを通じ、宇佐美尚人博士研究員の全面的な協力を受けた。ここに感謝の意を表す。

### ・競争的資金名

日本大学理工学研究所先導研究推進助成金  
JSPS 科研費 JP18K0406

### ・共同研究

カリフォルニア大学バークレー校

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

G, Osada. “Development of Electrostatic Linear Motor for Insect-Type Microrobot,” Proceedings of the EcoDesign2019, pp65-72.

水本明日也 (2019)「マイクロロボット用の静電モータの出力向上に対する検討」、『第 29 回マイクロエレクトロニクスシンポジウム』, pp.43-46.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。