

# MEMS技術を用いたマイクロハンドリングシステムの開発研究

機械システム課 浦上 晃、杉森 博 電子技術課 浅田峯夫、横山義之  
中央研究所 小幡 勤、住岡淳司\*

## 1. 緒言

近年、細胞等のバイオ試料の操作、TEM・SEM 試料をはじめとする分析用試料・不純物の操作等、様々な分野で顕微鏡の映像を元に行う微細作業が増加している。この場合、把持対象物は $\mu\text{m}$ オーダーのものであり、人の手で直接操作することは容易ではないため、微細作業を行う際には一般的にマイクロマニピュレータが利用されている。しかしながら、操作者は顕微鏡の視覚情報のみで作業を行うため、マニピュレータが対象物を把持しているかいないかの判断が非常に困難であることが課題である。

そこで本研究では、把持したことを実際に触覚として感じることが出来るカフィードバック型マイクロマニピュレータの開発を目的とし、 $\mu\text{m}$ オーダーの対象物でも操作者の実感覚に近い環境で作業を行うことのできるシステムを構築する。

## 2. 実験方法

カフィードバック型マイクロマニピュレータの開発にあたり、まず本年度はマニピュレータ部分の設計、作製を行った。その駆動には静電引力（クーロン力）を利用し、デザインや噛み合わせの数、間隔等について最適化することで、できる限り小電圧で駆動可能なマニピュレータの作製を目指した。

マニピュレータの作製については、MEMS技術を用いてSOIウエハを微細加工することにより作製した。作製プロセスの概要を、以下と図1に示す。

- 1) SOIウエハ（活性層厚： $35\mu\text{m}$ ）を $25\text{mm}$ 角にダイシング
- 2) ウエハ裏面をフォトリソグラフィ（レジストコート→プリベーク→露光→現像・リンス→ポストベーク→エッチング→レジスト除去）によりパターン形成
- 3) ウエハ表面をフォトリソグラフィによりパターン形成
- 4) ウエハを $3\text{mm}$ 角（1サンプル毎）にダイシング
- 5) 酸化膜除去
- 6) ワイヤボンディング

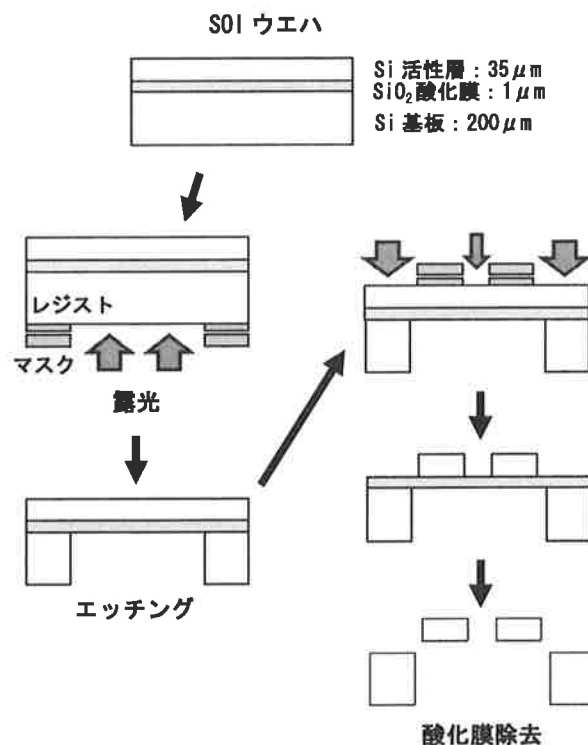


図1 MEMS技術による微細加工プロセス

## 3. 結果及び考察

図2に、マニピュレータの設計図面を示す。

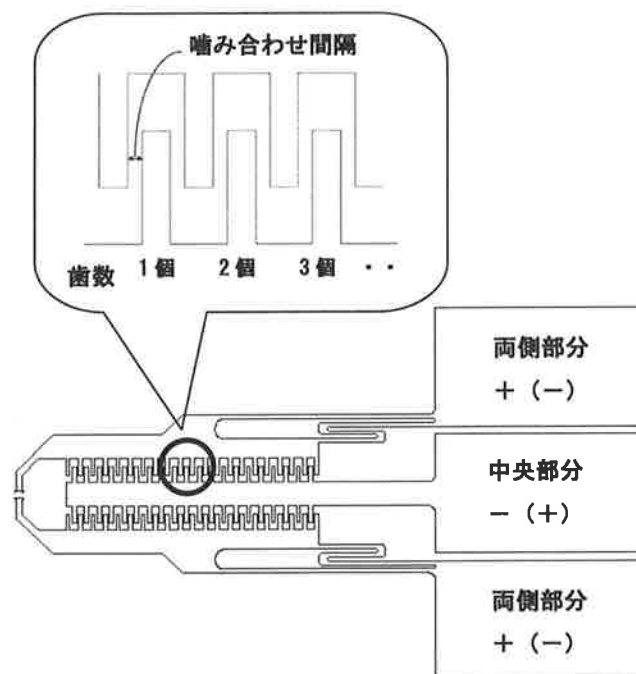


図2 マニピュレータ設計図面

図 2 の中央部分と両側部分に逆電圧を印加することで、双方が静電引力により引き合い、マニピュレータが開閉する（両側部分が内側に駆動する）。つまみ部分の間隔は  $18\mu\text{m}$  とした。また、表 1 に示すとおりサンプルは 3 種作製し、それぞれ①「噛み合わせ間隔が  $10\mu\text{m}$ 、中央部分の片側の歯数が 15 個のもの」、②「噛み合わせ間隔  $7\mu\text{m}$ 、歯数 18 個のもの」、③「噛み合わせ間隔  $5\mu\text{m}$ 、歯数 20 個のもの」である。図 2 はサンプル③の図面である。

表 1 作製したサンプルの概要

	サンプル①	サンプル②	サンプル③
噛み合わせ間隔 ( $\mu\text{m}$ )	10	7	5
中央部分片側の歯数	15	18	20
駆動電圧 (V)	120~150	110~150	100~140

図 3 に、作製したマニピュレータの SEM 画像（サンプル③）を示す。MEMS 技術により、設計どおりのものが作製できたことがわかる。

作製した 3 種のマニピュレータの駆動電圧を測定した。表 1 に示すとおり、より噛み合わせ間隔が狭く、歯数が多いほど駆動電圧が小さくなった（③<②<①）が、期待したほどの差は見られなかった。また、3 種とも駆動電圧が  $100\sim 150\text{V}$  であり、非常に大きい。これは、静電引力によるマニピュレータが閉じようとする力よりも、それに反発する構造的な弾性力の方が支配的であるためと考えられる。よって、さらに小電圧で駆動可能なマニピュレータの作製のためには、新たに別の設計を検討する必要がある。

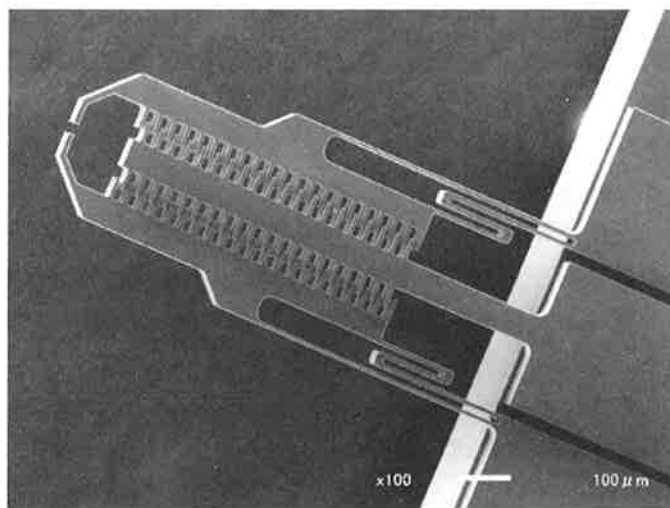


図 3 マニピュレータの SEM 画像

#### 4. まとめ

印加電圧  $100\sim 150\text{V}$  で駆動可能なマイクロマニピュレータを作製した。しかしながら、これでは電圧が高すぎるため、より小電圧で駆動可能なマニピュレータを設計、作製する必要がある。

さらにその後、実際に手で操作するグリッパ、グリッパとマニピュレータをつなぐ変換回路を作製し、最後に力フィードバック機能を付加する予定である。

キーワード : MEMS、micro manipulator、force feedback

## Development of Micro Handling System Using MEMS Technology

Akira URAKAMI, Hiroshi SUGIMORI, Mineo ASADA, Yoshiyuki YOKOYAMA,  
Tsutomu OBATA and Junji SUMIOKA

In this study, to develop the force feedback type micro manipulator that can actually feel the holding as a sense of touch, it aimed at the construction of the system that was able to work also with the object of the  $\mu\text{m}$  order in an environment near actually feeling of the operator. First of all, the micro manipulator that was able to drive by impressed voltage  $100\sim 150\text{V}$  was made.