

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

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 μm オーダのものであり、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できる力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、 μm オーダ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。

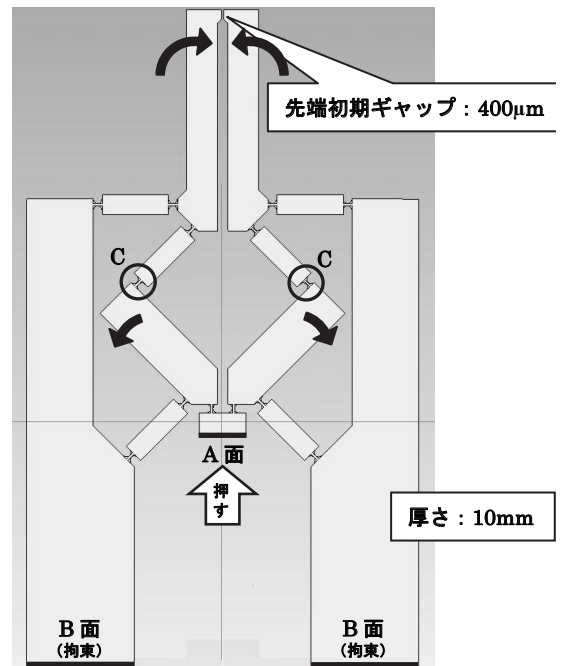


図1 マニピュレータ設計図面

2. 実験方法

力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、圧電素子を用いて開閉可能なマニピュレータ部分の設計、CAE解析、作製を行った。

図1に、マニピュレータの設計図面を示す。材料には、高強度で軽量な超々ジュラルミン A7075 を選択した。図中の B 面を拘束し、A 面を圧電素子により上方に押すことにより、この原理を用いることで図のように駆動変位が拡大し、マニピュレータの先端部分が閉じる増幅機構を考案した。

次に、設計したマニピュレータについて、CAE解析を行った。プリポスト処理には MSC 社の Patran を、解析には同社の Marc を用いた。図2に示す CAE 解析結果からわかるとおり、A 面を $25\mu\text{m}$ 押すことで、マニピュレータ先端部分が $195\mu\text{m}$ 駆動し、ほぼ全閉することがわかった。また、本機構にかかる最大応力は図1中の C の切欠き部であることもわかった。その大きさは A 面を $25\mu\text{m}$ 押した時で 102MPa であり、これは使用材料である超々ジュラルミンの耐力 490MPa を大きく下回り、強度的には問題がないことを確認した。

図3に、CNCワイヤカット放電加工機を用いて作製したマニピュレータを示す。



A面変位(μm)	先端変位(μm)	C点応力(MPa)
5	39	20
15	117	61
25	195	102

図2 CAE解析結果

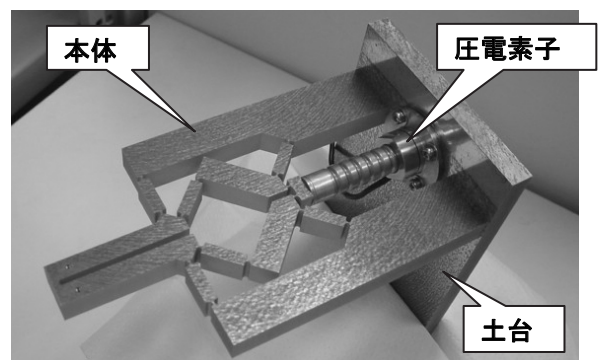


図3 作製したマニピュレータ

3. 結果及び考察

今回は、100V の入力電圧に対して 25 μm 変位する圧電素子を使用した。図 4 に、A 面変位に対するマニピュレータ先端変位を測定した結果を示す。

図中の●は、前項で解析したシミュレーション結果で、A 面変位と先端変位は比例関係となり、その拡大率は 7.8 倍であることがわかる。

次に、実際に圧電素子により駆動させた時の結果が◆である。A 面を押すことにより先端も変位するものの、その拡大率は約 2 倍であり、シミュレーション結果には遠く及ばない結果となった。その理由としては、ワイヤカット放電加工機の加工精度の影響、また、手作業での土台と本体のねじ止め具合の影響のため、初期時点で圧電素子と A 面が完全に接触していないこと、もしくは接触時に面で接触していないことが考えられる。この解決策として、圧電素子と土台の間にスペーサを挟むことにより、あらかじめ圧電素子と A 面を密着させることとした。厚み 25 μm のスペーサを挟んで駆動させた結果が■、厚み 50 μm のスペーサを挟んで駆動させた結果が▲である。図からわかるとおり、スペーサを挟むことにより、先端変位の拡大率が改善されていることがわかる。厚み 50 μm のスペーサを挟んだ場合の拡大率は約 5.8 倍程度であり、マニピュレータ駆動のためには十分の変位と判断した。

今後は、実際に手で操作するグリッパ（圧力センサ使用を想定）、グリッパとマニピュレータをつなぐ変換回路を作製する必要がある。力フィードバック機能に関しては、現在のところ、対象物に触れる部分を弾性変形する材料で作製し、それにひずみゲージを貼り、その電気抵抗の変化によりマニピュレータにかかる力を感知する方法を考えている。

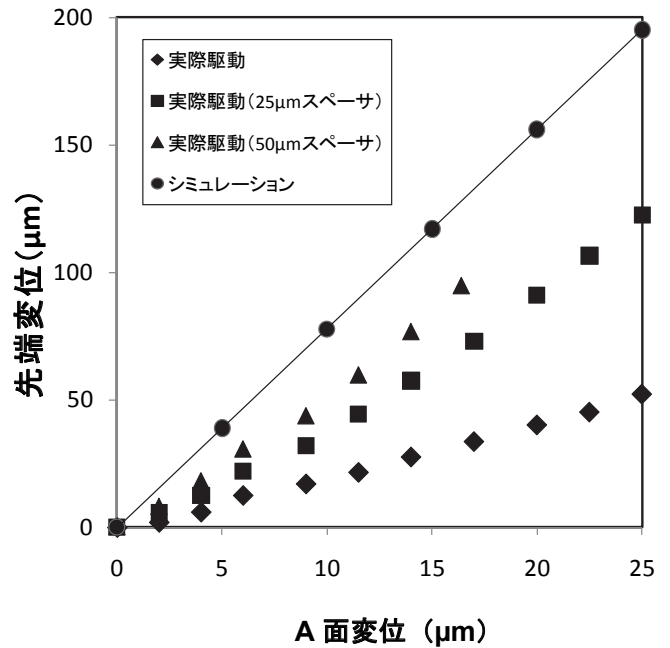


図 4 A 面変位に対する先端変位の変化

4. まとめ

本研究では、圧電素子を用いて開閉可能なマニピュレータの設計、CAE 解析、作製を行った。

今後は、マニピュレータ部分以外のシステムの作製、力フィードバック機能の検討、追加する予定である。

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

Development of Micro Handling System

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

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 μm order in an environment near actually feeling of the operator. At current year, I designed, analyzed CAE, and made the manipulator that was able to open and shut by using the piezoelectric element.