

## 多数の異種要素からなる分布型マイクロマシン

### Distributed Micromachines Composed of Many Different Kind Elements

(研究プロジェクト番号 : JSPS-RFTF 96P00802)

プロジェクト・リーダー

江刺 正喜 東北大学未来科学技術共同研究センター・教授

コアメンバー

小柳 光正 東北大学大学院工学研究科・教授

羽根 一博 東北大学大学院工学研究科・教授

内山 勝 東北大学大学院工学研究科・教授

下河辺 明 東京工業大学精密工学研究所・教授



#### 1. 研究目的

半導体微細加工技術を中心に材料・光・電気・機械などの多様な技術を融合し、センサやアクチュエータ、回路などの多数の異種要素からなる分布型マイクロマシンを開発した。研究テーマは以下に示す。

- (1) 能動カテーテル (江刺正喜)
  - (2) 分布型アクチュエータ (江刺正喜)
  - (3) 分布型マイクロマシンの微細加工技術 (江刺正喜)
  - (4) 分布型光電気機械システム (小柳光正、羽根一博)
  - (5) ソフトマシン (内山勝)
  - (6) 薄膜金属ガラスとマイクロ構造体 (下河辺明)
  - (7) マイクロ部品の位置決め機構 (下河辺明)
  - (8) マニピュレーションメカニズム (下河辺明)
  - (9) 微細形状計測加工システム (下河辺明)
- このうち以下では(1)(2)(6)を紹介する。

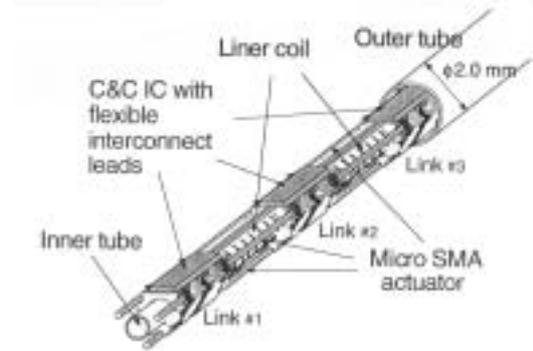


図1. 通信制御用集積回路を内蔵した能動カテーテル

#### 2. 研究成果概要

##### 2.1 能動カテーテル

能動カテーテルは小形の多関節マイクロロボットで、血管内を通して脳内などへ導入することを可能にし、血管内で検査や治療を行うものである。形状記憶合金(SMA)のコイルに通電して収縮させるマイクロアクチュエータが多数分布しており、柔らかく動く。能動カテーテルだけでなく、それに搭載する各種センサなども開発してきた<sup>1)</sup>。

各リンクに通信制御用の集積回路を分布させて3本の共通線によって電源供給や制御を行う、図1のような通信制御集積回路内蔵能動カテーテルを試作し、その動作を確認した。また外径が1.4 mmほどで、曲がるだけでなく延びたり捩れたりする機能を持った、図2のような能動カテーテルも製作した。これは電気めっきなどの方法により一括組み立てができ、安価に製作できるため実用性が高い。

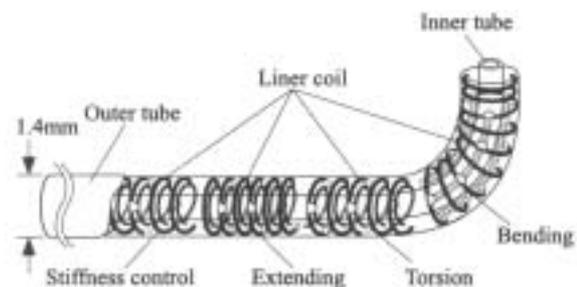


図2. 屈曲、ねじれ、伸張機能付能動カテーテル

各種のセンサを装着し能動カテーテルを多機能化する研究も行った。図3は能動カテーテル先端に取り付ける前方視用の血管内超音波イメージャで、超音波パルスの反射を用い超音波像を得ることができた。

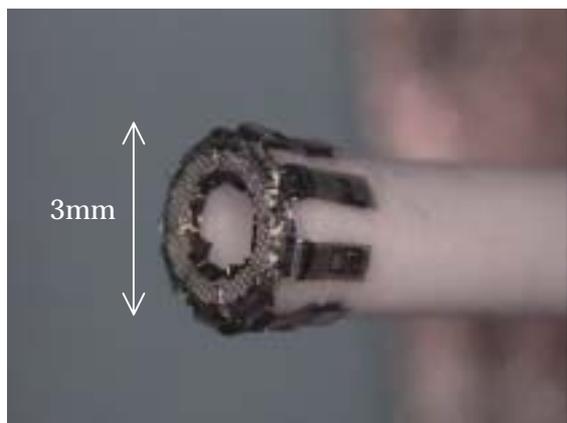


図3．カテーテル先端前方視超音波イメージャ

## 2.2 分布型アクチュエータ

筋肉が多数の筋繊維からできているように多数の要素からなる、分布型のマイクロアクチュエータを研究した<sup>2)</sup>。電極間隔を狭くして大きな力を発生できる静電アクチュエータを直列に接続した構造とすることにより、大きな変位が得られる。図4は螺旋構造の分布型静電マイクロアクチュエータで、ペロース構造の間隔が静電引力で変化して大きく動く。螺旋の外径は1mmほどで、薄いポリマー（パリレン）の膜で作られ、金属電極が膜に埋め込まれており、エキシマレーザを用いた立体的微細加工で製作しその動作を確認した。

多数の要素を並列に接続することで大きな力を発生できる分布型静電マイクロアクチュエータも、磁気ディスクのトラッキング制御の目的で開発した。

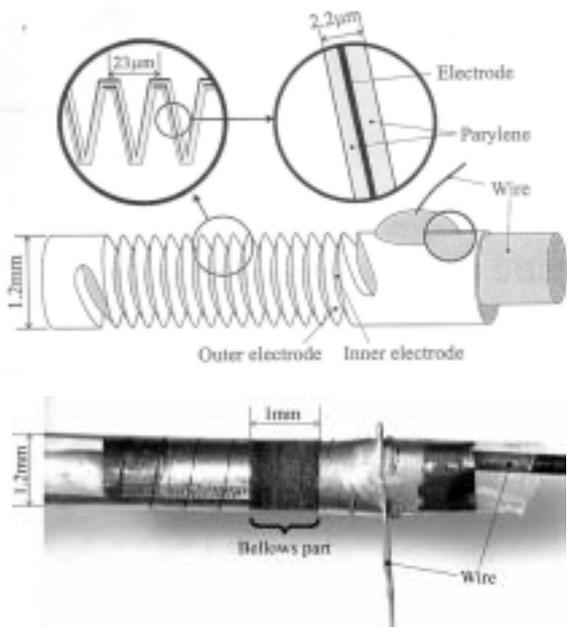


図4．螺旋構造分布型静電アクチュエータ

## 2.3 薄膜金属ガラスとマイクロ構造体

金属ガラスは、過冷却液体域とよばれる温度領域で、軟化し粘性流動を示すアモルファス合金である。この過冷却液体域を利用した焼なましや三次元微細成形、アモルファス構造に起因する小さい寸法効果などにより、多数の異なる

要素が分布するマイクロマシンや MEMS に適した材料であると期待される。

本研究では、まず高周波マグネトロンスパッタ法により薄膜状の金属ガラス（薄膜金属ガラス）の成膜と、その物性について調査した<sup>3)</sup>。次に薄膜金属ガラスによる真直な微細はりを製作し、その微細はりを過冷却液体域において、バimetal効果またはジグにより曲げ、図5のような微細曲りはりの製作にも成功した。さらに、薄膜金属ガラスで製作した平面的な渦巻はりを、過冷却液体域で三次元形状に微細成形することで、図6に示すステップ駆動が可能な円錐ばね静電アクチュエータを製作した。

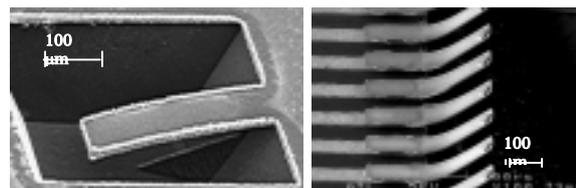


図5．薄膜金属ガラスの微細曲りはり

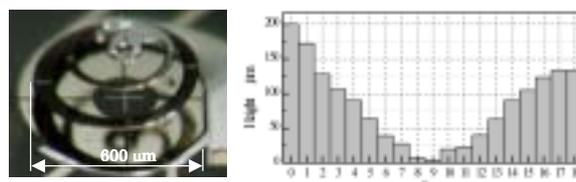


図6．円錐ばね静電アクチュエータ

## 3. 結論

生物では、筋肉に当たる運動要素が分布して柔らかく動く。このような生物類似の分布型マイクロマシンを実現した。

### 主な発表論文

- (1) Y.Haga, T.Mineta, T.Ono and M.Esashi : "Multi-functional Active Catheter", in "Sensors Update Vol.8 (H.Baltes et al. ed) (2000) Wiley-VCH, 147-186
- (2) K.Minami, H.Morishita and M.Esashi : "A Bellows-shape Electrostatic Microactuator", Sensors and Actuators, **72** (1999) 269-276
- (3) Y Liu, S. Hata, K. Wada and A. Shimokohbe: Thermal, Mechanical and Electrical Properties of Pd-based Thin Film Metallic Glass, Jpn. J. Appl. Phys., **40** (2001) 5382-5388