

微細加工を用いた情報機器・医療機器の創作的設計

東京大学工学部総合試験所 教授 中尾政之

私たちの研究室では、企業の設計者や異分野の研究者とチームを組んで、要求機能を抽出し、その機能を実現する新しい機構を設計しています。特に、情報機器や医療機器の分野をターゲットにして、多くの微細加工を駆使し、とにかく新しく創造的なプロトタイプをデッチあげることを目指し、挑戦しては失敗を繰り返しています。さらに、挑戦するときは思考展開図で上位概念を整理し、ナレッジマネジメントの形式知として蓄積し、また、失敗したらその時の状況を拾い上げて検討し、失敗学のケーススタディとして再利用しています。つまり、他人の真似をせず自分で創造的に設計すると、研究の成否に問わず、骨の髄まで研究内容をシャブリつくすことができます。

私たちの研究室では、いわゆるマイクロマシンの製作技術を、新しい技術と意識することなく、古い技術の切削や鋳造と同じように、当然のように選択可能な製作手段として用いています。日本ではマイクロマシン技術が普及するようになって、はや10余年になりますが、今後はマイクロマシンの専門家と従来の機械加工の専門家とが融合しあうことが大事だと思います。社会が欲しいのは、手段である製作技術ではなく、目的である設計製品です。要求機能が満足できれば、どんな方法で作っても構わないと思います。

ここでは、形状創成手段として、ほんのわずかの研究者しか挑戦していない組立と転写を紹介します。

図1の右図はテレビや新聞に何度も出した「マイクロハウス」です。私たちの研究室ではこの他にも多くの研究成果があるのですが、それらをマスコミの方に一生懸命に説明しても、結局、マイクロハウスしか掲載してくれません。たぶん、工学的で面倒な説明が必要なく、見ればわかるからでしょう。でもこれを作れるようになるために4年もかかり、左図に示すように電子顕微鏡下で、直径15 μm の静電気工具や出力1.6Wの半導体レーザーを、合計20自由度で動かして組立・接合します。

しかし、マイクロハウスはやろうと思えばできる

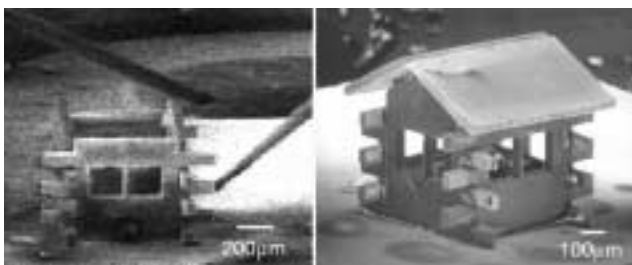


図1 マイクロハウスの作製

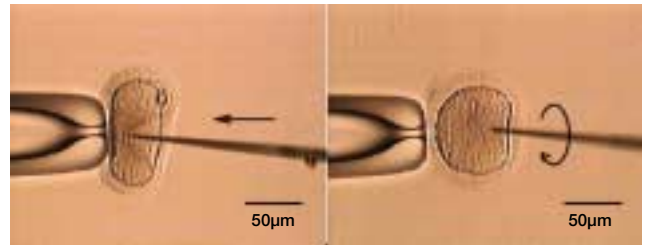


図2 回転を用いた顕微鏡授精(右)

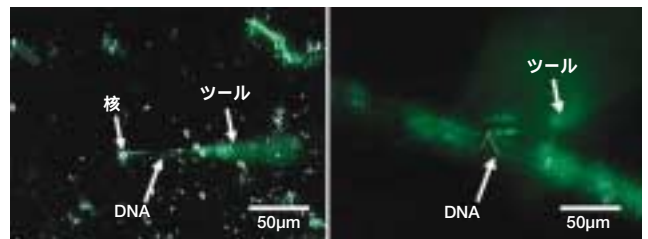


図3 DNAのハンドリング

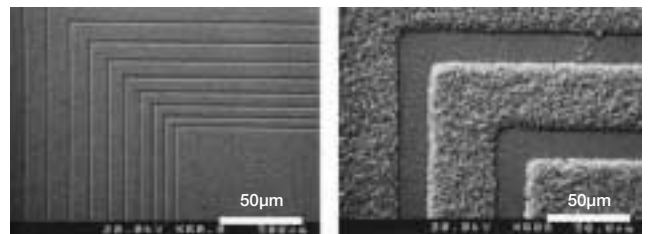


図4 ガラス基板上にプレス成形で転写したマイクロチャネル

という工学的な意味はあっても、それを作って儲かるかという工業的な意味はありません。実際は、携帯電話部品や磁気ヘッドの微細組立は1円以下の付加価値しかなく、当然のことながら中国の視力2.0の労働者にやってもらった方が得になります。

でも、微細組立で付加価値が1万円以上になるような仕事もないわけではなく、たとえば微少精子の顕微受精や特定細胞の電気刺激、特定染色体の単離培養などのバイオの分野の仕事があげられます。図2の右図は工具を回転しながら卵子の細胞膜に精子を入れる作業です。同の左図は工具を押し込むだけの場合で、卵子は右に比べて大きく変形し、中のDNAの損傷が心配になります。図3は染色体からDNAを引っ張り出し、それを単離・伸長・切断する作業です。直径2nmのDNAを流しながら、特定部位に蛍光分子を付け、その蛍光を頼りにハンドリングを短時間で行います。このように微細組立は微細工具が揃えば、やろうと思えばできます。

次は転写です。図4はガラスにプレス転写した幅20 μm 深さ2 μm のカギ形の溝です。超硬の金型をシ

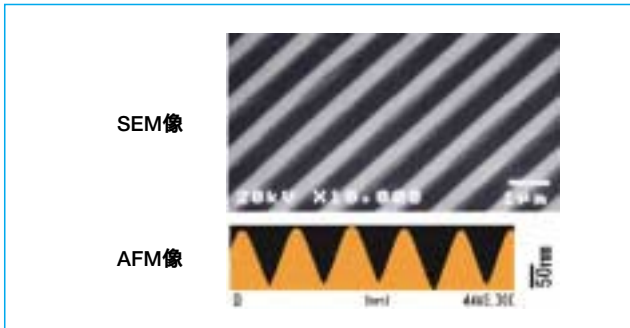


図5 ポリスチレンを射出成形で転写した三角溝

ートレジストでマスクした後にブラスト加工して作り、それを530 でガラスに転写しました。図5はプラスチックに射出成形した1 μmピッチの三角溝です。正確に転写するために、三角溝のコア部分だけピエゾで二度押ししました。このように、やろうと

思えばでき、たとえば、最小だと幅30nmの溝まで微細形状を正確に転写できます。

しかし、問題は数mm角以上の広い部分を撓ませずに転写することです。光学では波面収差が問題になり、たとえば2 mm角の回折格子では20nmの平面度や平行度が必要となります。この場合、金型の微細形状を作ることだけでなく、それを転写するときの物理現象を分析して、残留応力が入らないような冷却や圧力、変形の分布的な制御が必要になります。

一般に、形状創成方法には、組立や転写の他にも、除去・付加・変形があげられます。将来は再生医学のような“成長”という形状創成方法がナノテクから現れると思います。そのときは父なるDNAと母なる培地を用意すれば何でもできてしまって、それこそ従来の設計者は腰を抜かすのではないのでしょうか。

MMCの事業活動

第7回国際マイクロマシンシンポジウム開催される

2001年10月31日・11月1日の2日間、東京北の丸公園の科学技術館において、第7回国際マイクロマシンシンポジウムが開催されました。

初日のオープニングでは、当マイクロマシンセンター、下山敏郎理事長の開催挨拶に続き、経済産業省製造産業局 岡本 巖局長及び新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）青柳桂一理事からご挨拶と激励のお言葉を頂きました。

9月11日の米国でのテロの影響で海外の参加者は大巾に減少しましたが、2日間の登録者数は267名に上り、発表者・報道関係を含む全参加者数は380名で、会場は2日間ともほぼ満席となり、盛況の内に終了する事ができました。

初日の特別講演では、東京大学先端経済工学研究センターの児玉文雄教授に「マイクロマシンとビジネスモデル」と題した、産業界では最も関心の高い講演を行なって頂きました。

この他に、第1日目は、「マイクロマシン産業への途」、「海外の動き」、「革新研究紹介」、「マイクロマシンの10年と展望」の中で海外の4名を含む計16名の招待者に講演して頂きました。

第2日目は、NEDO産業技術開発室 畑 幸宏室長のご挨拶に続き、今年3月に終了した産業技術研究開発プロジェクト「マイクロマシン技術の研究開発」の総集編として、プロジェクトに参加した23企業・

団体の研究者にそれぞれ成果を発表して頂きました。

シンポジウム終了時に行ったアンケートでも、多くの参加者から、企画・講演内容について高い評価を頂きました。

次回開催の日程及び開催場所は次の通りです。

第8回国際マイクロマシンシンポジウム

- ・期日 2002年11月14日（木）
- ・会場 科学技術館サイエンスホール



シンポジウム会場風景