

AMMC

マイクロマシン

1995・1 No.10

- 平成7年通商産業省機械情報産業局長年頭所感
- マイクロマシンとマイクロトライボロジー
- 平成6年度 マイクロマシン技術研究開発成果発表会
- 技術の系譜 (賛助会員の紹介)
 - ・富士電機株式会社
 - ・松下技研株式会社
- マイクロバッテリー開発の現状と将来について
- 入門講座 マイクロマシン技術
- トピックス
- イベントのお知らせ

平成7年 通商産業省機械情報産業局長年頭所感

通商産業省機械情報産業局長
渡 辺 修



平成7年の新春に当たり、謹んでお慶び申し上げます。

昨年の我が国経済を振り返りますと、五次にわたる総合経済対策を経て、昨年後半以降、ようやく個人消費が回復傾向に向かうなど、緩やかながら回復基調をたどりつつあります。

しかしながら、雇用情勢は依然厳しく、また、各産業間あるいは各企業間では景況に跛行性が見られております。特に、機械情報産業分野については、半導体がメモリーを中心に好調であること、自動車の販売台数にしっかりとした復調の傾向がみられることなどの明るい動きも見られますが、他方、急速に進展した円高を背景とした製造業の急速な海外展開等の構造的な課題に直面しており、いかに雇用面にも配慮しつつ産業の競争力を確保していくかが重要な課題となっております。

また、通商分野に関しましては、日米間で一昨年の7月に包括協議が開始されて以来、精力的な交渉の結果、昨年9月には一応の決着を見ることができました。その際、米国の管理貿易主義的な要求を退ける態度を貫徹したことは新たにスタートしたWTO体制のもとで果たすべき我が国の役割に照らして重要なことであると考えますが、米国が自動車の補修部品分野について、通商法301条に基づく調査の決定に至ったことは誠に遺憾であると考えております。我が国といたしましては、日米両国が世界経済運営において重要な役割を担っているということを自覚しつつ、今後とも国際ルールに則った対応を行ってまいりたいと考えております。

さて、このような中で、本年の機械情報産業の課題を展望するに当たりましては、特に次の点を念頭においてまいりたいと考えております。

第1の課題は、産業の競争力であります。米国製造業の力強い復権とASEANを始めとする東南アジア諸国の急速な経済成長と急速な円高を背景として、我が国の産業の競争力の比較優位は激しい動揺の中にあります。かつての我が国の「強い製造業」が過去のものとなった今、世界経済のフロントランナーの一員として宿命的な高コスト・低収益構造をいかに改善していくか、また、厳しい経営状況の中で将来への布石を各産業界が築き上げていくに当たって、いかにその環境を整えていくかが最大の課題であります。そのためには研究開発の促進、情報化による知的創造活動の強化、新規成長分野への物的・人的資源の投入などに積極的に取り組むことが引き続き肝要であります。当省といたしましては、機械情報産業の各分野の将来展望を見極めつつ、所要の施策を展開してまいりたいと考えております。

第2の課題は、情報化の推進であります。内需主導型の経済構造を実現し、本格的な高齢化社会の到来に備えて豊かで活力ある経済社会を構築していく上で、情報化が果たすべき役割には極めて大きなものがあると考えます。また、産業・雇用構造の円滑な転換という観点からも、情報化の推進は、生産性の向上や新規産業創出の基盤として重要なものであります。

このため、当省といたしましては、公的分野の先導的な情報化、産業分野の情報化、情報産業の基盤強化などに引き続き取り組んでまいりたいと考えております。また、内閣に設置されております「高度情報通信社会推進本部」において、副本部長として情報化推進の基本方針の策定に積極的に取り組むとともに、その基本方針に則って総合的・計画的に情報化の推進に取り組んでまいります。さらには、GII構想（世界情報インフラ構想）など、情報化に関する国際的な展開に対しても積極的に対応してまいりたいと考えております。

以上に申し上げました点をはじめとして、我が国経済の回復基調を本格的なものとしていくために、引き続き内外の経済動向を注意深く見守りつつ、適切かつ機動的な施策を講じてまいりたいと考えております。

最後になりましたが、皆様にとりまして新しい年がさらなる飛躍の礎となることを祈念いたしまして、私の新年の御挨拶とさせていただきます。

マイクロマシンとマイクロトライボロジー

大阪大学工学部精密工学科第4講座
助教授 大前伸夫

トライボロジーとは耳慣れない言葉かと思う。摩擦・摩耗・潤滑などという古くからある科学技術のことを総称しているが、“油をさしておけば大丈夫”という認識の段階から現在は、“いかに表面を設計・創成して表面損傷を防ぐか、あるいは制御するか”ということが議論される分野である。“むき出しの原子”が接触し合うようなマイクロマシン表面では当然のことながら“マイクロトライボロジー”が重要な役割を担っており、マイクロマシンの高精度かつ高信頼性のオペレーションのキーテクノロジーの1つと言っても過言ではないであろう。

マイクロトライボロジー

ハードディスクドライブ（HDD）においては、ヘッド／メディア間のトライボロジーをどう克服するかという課題が最後まで残された。結局、数分子層以下の極薄潤滑剤を磁気媒体表面に塗布することによってこの問題を解決したわけであるが、走査プローブ顕微鏡（SPM）やX線光電子分光法（XPS）などそれぞれあらゆる先端的表面分析法を総動員しての成果である。このようなトライボロジーをマイクロに探る研究はここ数年急速な進歩を遂げており、筆者らも電界イオン顕微鏡（FIM）等を用いてアトミックスケールのトライボロジー解析を行ってきた。HDDにも増してその解決策が急務となっているのがマイクロマシンのトライボロジーであろう。言うまでもなく、体積力より表面間の相互作用力の影響が多であることから、くっつきにくい表面、すなわち相性の良くない原子を両表面に配列させるとか、化学的にすこぶる安定な表面を作るとかを考えなくてはいけない。このように、マイクロマシンのトライボロジーに関してはいかに表面モディフィケーションを行うか、そしてその表面の極微の世界をいかにキャラクタライズするかが大きな焦点となっている。

マイクロマシン表面への水分子吸着

マイクロマシンを大気中で作動させる場合、い

くら表面のモディフィケーションを行っていても吸着する水分子は最も厄介な障害であろう。相対湿度50%の雰囲気では4～5分子層の水吸着が生ずると言われている。水分子が形成する小さなメニスカスがスティクションを生じさせ、この大きな抵抗のためマイクロマシンが作動しない事態が十分に想定される。このような考えから筆者らはLIGAプロセスで用いられているニッケル膜を対象として水分子吸着挙動の解析とそのトライボロジー特性に及ぼす影響について研究を行っている。水晶振動子（QCM）上にニッケル膜を電着し、その表面に吸着する水分子を単分子層から多分子層に至るまで解析する手法を確立するとともに、各吸着段階におけるニッケルチップとの表面間相互作用力を測定している。その結果、固体表面近傍においては吸着した水分子はあたかも固体のような振る舞いをし、非常に高い粘性を持つであろうことが示唆された。図1は固体表面に吸着する水分子のモデルで、表面近くには遠距離秩序をもった隣接水構造が存在し、無秩序領域を経て表面から離れるに従って近距離秩序をもったバ

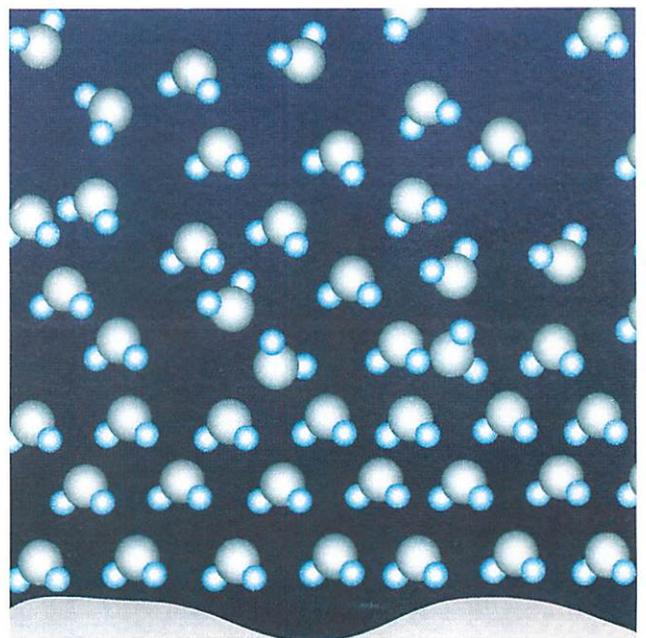


図1 水分子吸着のモデル

ルク水構造となることが判った。スティクションによる摩擦抵抗の増大はこのような水構造に依存するところが大きい。また、ここで示した10数原子層程度の薄い水分子の場合より、マイクロマシンにとっては格段に過酷な状態、すなわち原子力発電プラントの配管の中、人体中の体液などと言う環境が大きな問題である。こういった意味からも水分子吸着とトライボロジー特性の基礎的研究はマイクロマシンににとって有用な知見を与えるものと考えられる。

C₆₀

マイクロマシン表面の潤滑剤に有望なものの1つとしてバックミンスターフラーレンC₆₀が考えられている。何せ形状がサッカーボールに似ていて、しかも直径が7 Å程度であるので、非常に小さいボールベアリングとして働くかもしれないというのがその根拠である。しかしC₆₀が本当にそんな構造をしているのか実空間で確かめた例は今までない。図2はFIMを用いてC₆₀の分子構造をとらえたものである。白い点が炭素原子であるが、サッカーボールの上半分が撮し出されているのがご覧いただけると思う。フッ素やシリコンなどをC₆₀表面に結合させる技術の確立が必要であるが、C₆₀によるマイクロマシン表面の修飾は大いに期待される場所である。

エキソ電子で故障予知

マイクロマシンの故障や破壊をどうやって検出するかということも大きな課題である。壊れてしまったら次のマシンを送り込むという人海戦術もいいであろうが、できれば機能状態をモニタし、さらに故障を予知することができればと思う。固体表面に欠陥が入ったり、そこに気体等が吸着するとエキソ電子放射が生ずる。筆者らはマイクロポイントチップ表面から放射されるエキソ電子を検出し、そのサイトをアトミックスケールで解析

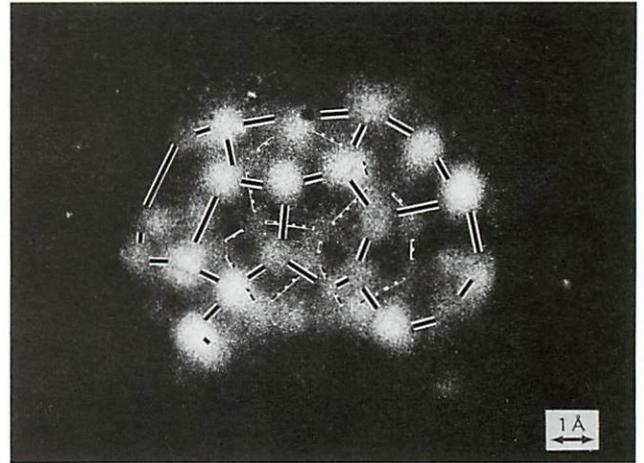


図2 C₆₀のサッカーボール構造

している。こういった知見もマイクロマシンの故障予知に活用できればと期待を膨らませている。

スペースステーションのマイクロマシン

宇宙、特にスペースステーションにおけるマイクロマシンに関しても構想が進んでいる。低地球軌道では水の吸着の影響はないかわりに、宇宙線、熱サイクル、そして原子状酸素が問題となる。このうち原子状酸素は猛烈な酸化を引き起こすので、マイクロマシン表面がボロボロになる危険性が高い。筆者らは2基の原子状酸素発生装置を開発し、原子状酸素照射下のスペーストライボロジーのみならず、材料表面と原子状酸素の反応の素過程について研究を続けており、近い将来スペースマイクロマシンにも対応しようと努力している。

“マイクロマシンは機械のルネッサンスである”

これは貴マイクロマシンセンターの平野隆之専務理事のお言葉である。トライボロジーの父もルネッサンスの巨人、レオナルド・ダ・ヴィンチである。マイクロマシン、マイクロトライボロジー、そしてルネッサンス、単なる偶然で片づけられない因縁を感じさせる。

平成6年度 マイクロマシン技術研究開発成果発表会

去る11月16日(水)、東京・北の丸の科学技術館サイエンスホールにて、平成6年度マイクロマシン技術研究開発成果発表会が、当センターおよび(財)日本産業技術振興協会の主催、通商産業省工業技術院および新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の後援で開催されました。

発表会は、当センターの稲葉清右衛門理事長による開会挨拶、通商産業省工業技術院深山英房審議官およびNEDO向井 保理事の来賓挨拶に続き、東京大学工学部の三浦宏文教授による「機械の歴史とマイクロマシン」と題する基調講演がありました。

また、笠井 浩研究開発官(当時)による「マイクロマシン技術研究開発プロジェクトの現状について」の講演および、機械技術研究所、電子技術総合研究所、計量研究所の研究結果が発表されました。このあと、当センターの田中英晴研究開発部会長、安宅龍明マイクロファクトリ分科会長による発表があり、午後から、当センターで実施している研究開発のうちの4テーマ(アクチュエータ技術、センサ技術、エネルギー供給技術、システム・制御技術)についての発表が行われました。

また、この発表会と並行して、研究賛助会員各社の研究成果のパネル展示が行われ、来場者と展



理事長挨拶

示説明員との熱心なやり取りが見られました。

産業科学技術研究開発プロジェクトが始まって4年が経過しようとし、研究成果が具体的で目に見える形で現れ、内容的にも充実したものでした。このため、参加者数は、当初の予想を上回り、一般参加者345名を含め400名近くの方々に本プロジェクトの成果を知って頂くことができ、当日実施した講演内容およびパネル展示についてのアンケート調査でも、80%以上の方々が大いに興味を持たたと回答頂き、成功裏に終了しました。



会場風景



ポスター展示風景

会員 8 社研究成果発表概要

SMAマイクロコイルアクチュエータ

三菱電線工業(株)

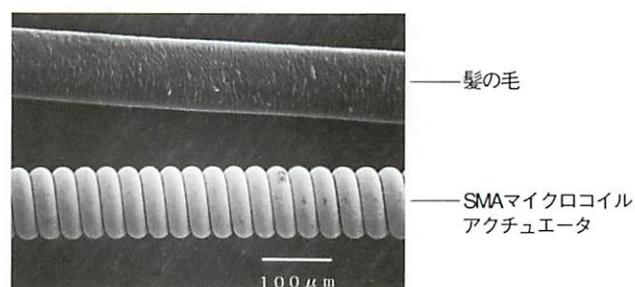
●山本 啓介

形状記憶合金 (SMA: Shape Memory Alloy) は、材料そのものが発生力の大きいアクチュエータであり、かつ温度センサであることから、構造の簡単なアクチュエータが作製できる特性を有しており、種々の形態 (線、板、薄膜、コイル等) での研究開発が行われている。しかし、より大きな変位と良好な制御性を必要とする場合 (例えば、内視鏡やカテーテルの首振り機構への応用)、コイルバネが最も優れている。そこで、このSMAコイルバネの特徴を生かしながら、マイクロ化の限界を追及し、マイクロマシン技術の一要素技術として確立することを目的とし、その作製技術及び評価技術の研究開発を行った。

両端を支持した外径 $30\mu\text{m}$ の高強度芯線の周囲にSMA線材を同一ピッチで巻付ける方式のコイルリングマシンを用い、芯線強度、Ti-Ni合金線材の巻付け張力、巻付けピッチ等のコイルリング条件、及び形状記憶のための熱処理条件を詳細に検討することで、Ti-Ni合金素線径 $30\mu\text{m}$ 、コイル外径 $92\mu\text{m}$ 、バネ指

数2、形状回復力 35mN (線材の剪断歪3%時)のSMAマイクロコイルの作製に成功した。また、通電加熱及びレーザー照射による応答速度を種々のサイズの試料で測定し、マイクロ化に伴い応答速度 (冷却速度) が向上するマイクロ化特有の寸法効果を確認した。

今後の課題として、素線径 $25\mu\text{m}$ 、コイル外径 $75\mu\text{m}$ のSMAマイクロコイル作製技術、カテーテル等との組立技術、光駆動・制御技術等を検討する予定である。



振動整流形静電リニアアクチュエータ

(株)富士電機総合研究所

●杉浦 賢

「配管検査用マイクロカプセル」のステアリング機構など、マイクロマシンシステムの機構部を駆動するためのマイクロアクチュエータの開発を目的として、軸出力を得られる静電リニアアクチュエータを検討した。

マイクロアクチュエータにおいて、機械的振動の実現は比較的容易であることから、それを整流して長ストロークのリニア出力を摩擦なしに取り出す方法を提案した。

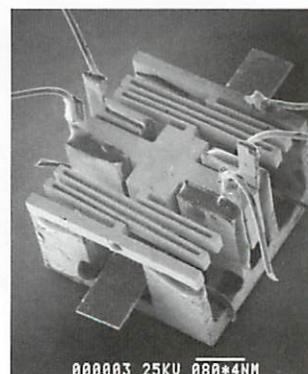
振動整流形静電リニアアクチュエータは、搬送子、固定子、可動子の3つの部品を主要部とし、機械的振動を発生する部分とそれを整流する部分を構成する。それぞれを静電力で駆動し、摺動摩擦を回避する構造である。

動作シミュレーションにより、その推力を制御でき、負荷に応じた駆動が可能であるとの結果を得た。

動作を実証するため、4mm角のモデルを製作し、動作実験を行った。その結果、駆動信号周波数の上昇とともに可動子の速度は上昇するが、170Hz以上では速度が低下する。これは4mmモデルの動作限界と考えられる。

また、垂直に設置した場合も可動子を制御して上下に駆動できる。さらに、可動子をロックの状態にできること、フリーの状態にできる可能性について実験検討した。

実験の様子はビデオで紹介した。



マイクロジャイロ

(株)村田製作所

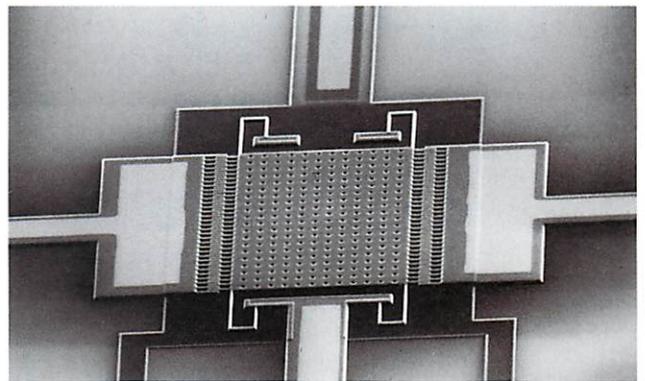
●田中 克彦

配管内などの狭所を移動して作業するマイクロカプセルやマイクロロボットには、その位置や姿勢を計測し、かつこれを制御するためにマイクロジャイロが必要である。Siの表面マイクロマシニング技術を用いて、振動部約 $W400\mu\text{m}\times L800\mu\text{m}\times T5\mu\text{m}$ の振動型マイクロジャイロを試作した。

素子の電子顕微鏡写真を図に示す。4本の梁が中央の振動体を基板から浮くように支持している。振動体の両側に設けた櫛歯に交流電界を印加することにより、静電力で振動体を基板水平方向に振動させ（駆動モード）、回転角速度が作用した時に生ずる基板垂直方向の微小振動変位（検出モード）を、振動体と基板の間の静電容量の変化で検出する。素子の設計には、有限要素法シミュレーションによる振動解析を利用した。素子の作製プロセスでは、反応性イオンエッチングによる梁の垂直加工、犠牲層エッチング、およびエッチング後の乾燥の技術が特に重要である。

振動子のメカニカルQは、空気のダンピングの影

響を受けるため、動作真空度に強く依存する。0.1Pa以下の高真空雰囲気下で、駆動モード、検出モードに対するQ値はともに飽和し、それぞれ2800、16000が得られた。真空度1Paに於いてマイクロジャイロの角速度-出力電圧特性を測定した。AC10Vp-p（DCバイアス5V）の正弦波電圧駆動の時、ノイズレベルから換算して7 deg/secの角速度分解能が得られた。



光学式医療用圧覚センサ

オリンパス光学工業(株)

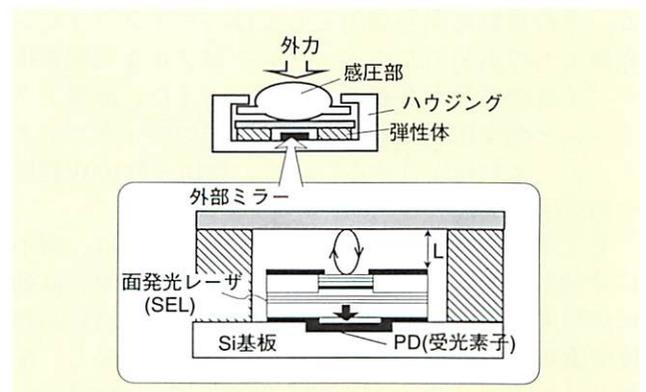
●山本英二

弾性体を介して面発光レーザーとミラー及びフォトダイオードを集積した構成により光学式圧覚センサを試作し、基本動作を確認した。外力は、弾性体の伸縮によりミラーが変位し、レーザー光強度がレーザー光の波長の半分の周期で強く変調され、フォトダイオードの出力変化により検出される。光の干渉を用いるため高感度でかつ電磁波障害に強いことが特長である。

面発光レーザーは、反射光の戻りによる発振波長の変動が小さく、また発振光の光学的な広がりも狭いので、センサモジュールとして、レンズ等光学部品を必要とせずマイクロ化が容易である。レーザー射出面と反射ミラーとの相対位置ずれに対する許容度も従来のストライプ型よりも数百倍広い。試作したレーザー素子は、室温で発振し、発振閾値電流16mA、波長 $0.98\mu\text{m}$ であった。大きさ $5\text{mm}\times 5\text{mm}\times 1\text{mm}$ の試作素子では、出力パルスをカウントすることにより、0.022gf/ppの高感度を得た。

今後、医療用高性能マイクロカテーテル先端に装着し、血管内壁からの押圧をセンシングしながらカテーテル操作を可能にするセンサ機能の実現を目指す。

図1 光学式圧覚センサの構成



弾性体は外径4.5mm、幅1mmのウレタンゴムリングを使用

マイクロ発電機

三菱電機(株)

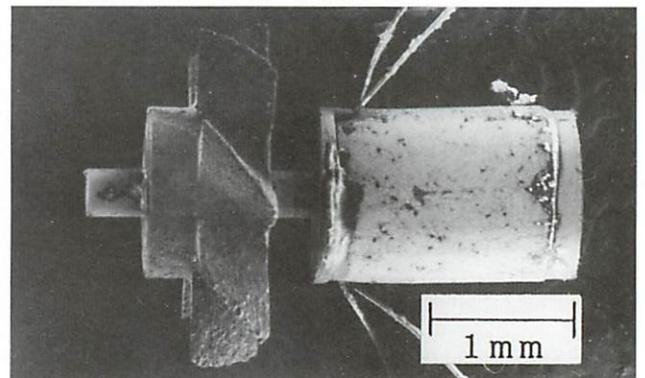
●森主 憲

ラジアルギャップ形マイクロ発電機(直径1mm目標)を可能にするために必要な要素技術は、磁束密度増大のための円筒形高エネルギー積薄膜磁石回転子技術、巻線数増大や効率向上のための円筒形高密度巻線固定子技術、低損失高速駆動のための高速マイクロ軸受技術などであり、これら技術の研究開発を進めている。以下に、代表的研究成果を示す。

- ① 円筒形高エネルギー積薄膜磁石回転子技術の基礎研究として、平らな基板上に形成するNd-Fe-B系の薄膜磁石を対象に、三元同時スパッタ法により組成やスパッタ条件の最適化、及びNdのTbへの一部置換などを検討した。その結果、2 μ m厚さで最大エネルギー積が210kJ/m³という非常に高性能な薄膜磁石の形成に成功した。
- ② 円筒形高密度巻線固定子技術として、半導体プロセス技術を応用・発展させて高密度巻線を形成し、この巻線を固定子コア型にセットしてパーマロイの電気メッキにより固定子を作製するプロセスを検討して、外径1mm、軸方向長さ0.5mmの固定子を作製した。巻線は、ポリイミドで2 μ m幅の絶縁層を先に形成して導体部の型を作り、電気銅メッキによ

り7 \times 15 μ mの断面の導体部を渦巻き状に10ターン作製し、これを2層にして20ターンにすることにより作製している。占積率は約70%である。

- ③ 前述の外径1mmの高密度巻線固定子を使って、写真に示す直径1.2mmのマイクロ発電機を試作した。回転子の磁石と軸受は、従来技術であるバルク磁石を加工したものとすべり軸受を使っており、性能や耐久性では低レベルのものであるが、この発電機にタービンをつけて高速気流で10万rpmまで回転させた結果、出力が取り出せることを確認した。



マイクロ光電変換デバイス

三洋電機(株)

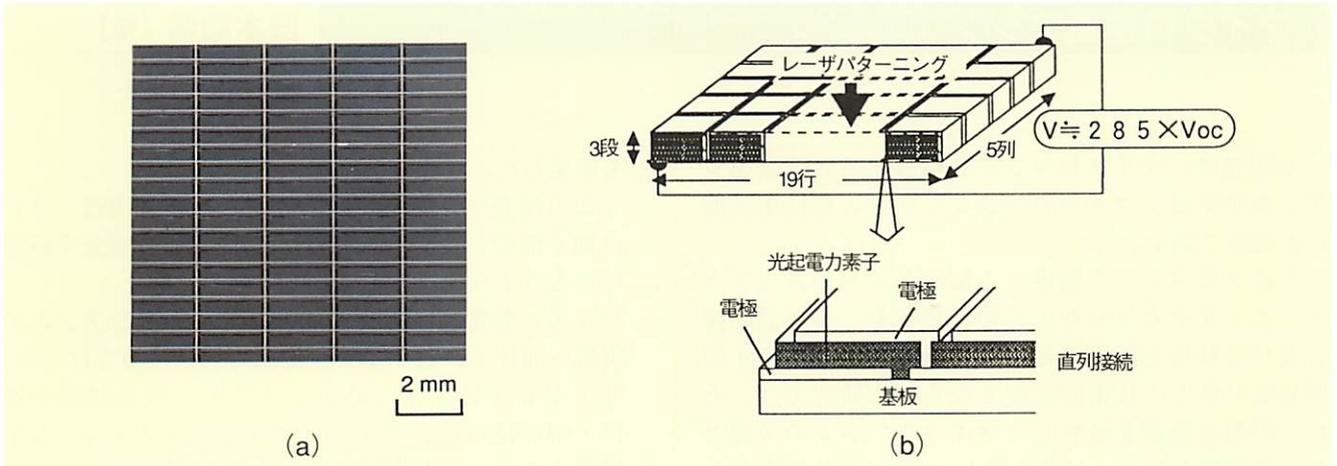
●木山 精一

マイクロマシンへのエネルギー供給技術として、ワイヤレスでしかも空気中・水中の両環境下でも適用が可能な光エネルギー供給技術の開発を行っている。その重要な開発課題としては、マイクロマシン表面上への実装のために、フレキシブルな光電変換デバイスの開発が必要であること、また、静電アクチュエータや圧電アクチュエータ等のマイクロアクチュエータを動作させるために、数10~数100V程度の高電圧を供給することがあげられる。

そこで、これらの課題を解決するためには、微小に分割した光電変換素子を配線を用いなく、直列に接続する必要があったが、われわれは独自に高精度で選択性の高いレーザ微細加工技術を開発し、配線レスで高集積な直列接続を実現した。その結果、フレキシブルな基板上でのデバイスの形成技術を確

立し、そのデバイスを1cm角程度の昆虫型アクチュエータに実装し、光を照射するだけでエネルギー供給が可能であることを示した。

さらに、1cm角で200V以上の高電圧を発生する光電変換デバイス(高電圧マイクロ光電変換デバイス)を開発した。本デバイスは、微小なエリア内で多くの光電変換素子を直列に接続していくため、厚さ方向と縦横方向への接続を同時に行い、285個の3次元的な接続を実現することで、太陽光下(AM1.5、100mW/cm²)において、最大電圧(開放電圧:Voc)207V、最大電流(短絡電流:Isc)36.6 μ A、曲線因子(F.F.)0.615、最大出力(Pmax)4.65mWが得られた。上記電圧は、1cm²で世界最高の値であり、圧電アクチュエータがこのデバイスで実際に動作することを世の中で初めて実証した。



高電圧マイクロ光電変換デバイスの (a) 外観と (b) 構造

マイクロマシンの行動制御 ISロボティクス

●Rajiv S. Desai

マイクロマシンのシステム化に必要な、複数のマイクロマシンを制御することが可能な行動制御の研究開発を行っている。

マイクロマシンの制御ではサイズと電力の制約があるため、制御回路も低消費電力を要求され、情報通信も非常に低帯域での簡単な通信方法を余儀なくされる。行動制御は少ない制御回路による自律制御を可能にするものである。

開発したロボットは高々10kバイトのメモリを持ったマイクロプロセッサと単純なセンサから構成されているにもかかわらず、複雑な自律動作とマニピュレーション作業を行うことが可能である。これまでの制御は、機能毎に制御回路を構成していたが、行動制御では、作業単位で制御を構成する。これに

より、各々の作業が単純な制御回路で実行できる。開発した行動制御システムは、100ゲート以下で構成され、マイクロマシンに搭載可能な小型化に有利な自律制御システムである。

行動制御の制御性を示すためにパイプ検査作業を行う写真に示すKAAと呼ばれるロボットを試作した。このロボットは12の自由度を持ち、3つの8ビットマイクロプロセッサ及び64kバイト以下のプログラムで制御されている。KAAは、形状のプログラムなしで、任意の物体を把持することが可能である。

プロトタイプの研究開発により、行動制御は、最小限の制御回路で複雑な動作をリアルタイムで制御することを可能にする方法であることが示された。また、マイクロマシンの制御に最適である。



●井戸垣孝治

本研究は、マイクロマシンを構成する各要素をシステム化する、マイクロマシンシステム化技術に関する発表である。

マイクロマシンを構成するには各デバイス（アクチュエータやセンサなど）の集積化や、各部品の接合及びそれらを保護する軽くて薄い強固なボディの開発など多くの技術が必要となる。本研究では、それらの要素技術を統合したマイクロマシンの一例として直径僅か5.5mm、重さ約1gのマイクロ検査マシンを開発した。

本マイクロマシンでは、直径2mmの渦電流式探傷センサや2mm×3mm×9mmの圧電アクチュエータを一体化した。この圧電素子（PZT）は、検査マシンの足を取り付けたアルミニウム腰部と異種材料直接接合技術で接合した。またマイクロマシンをシステム化していく際に必要となる放熱対策と電子回路搭載の両者を想定して、シリコンでできたマイクロ放熱フィンをアルミニウム腰部に同様の異種材料直接接合技術で接合した。さらに、マイクロマシンシステム化技術の一つとして重要であるパッケージング技術として、極薄3次元シェル（殻）構造のボディ加工技術

も開発した。

この検査マシンを使うことでこれまで困難とされた細く曲がった長い配管などの狭隘部の検査を容易に行えるようになる。

今後、発電施設用高機能メンテナンスシステムの実現へ向けて、各マイクロ部品の組立技術をはじめ、ワイヤレスにするためのエネルギー供給技術や通信・制御技術等、マイクロマシンをシステムとして構築するシステム化技術に取り組んでいく。



会員26社のポスターセッション

マイクロ発電機

●三菱電機(株)

高性能マイクロ発電機の構造、性能向上のための技術課題を紹介し、φ7mm、φ3.2mm及びφ1.2mmの試作発電機を展示して、前二者の出力特性や後者の構造・電圧特性、について紹介した。

マイクロ振動子の研究開発

●住友電工(株)

樹脂中に微細高アスペクト比のPZT柱列を埋め込んだ複合圧電材料を使用することで、振動子のマイクロ化を図っている。LIGAプロセスによる径20μm、高さ100μmのPZT柱列の加工方法及び試作した振動子の特性について発表した。

マイクロアクチュエータの研究

●(株)富士電機総合研究所

電磁、静電式マイクロアクチュエータを紹介した。マイクロ化を図るとともに、バッチプロセスによる一括大量製作技術の確立を目標にしている。

静電ウォブルモータ

●松下技研(株)

円筒面に対する膜形成加工技術により実現した、組立不要の静電ウォブルモータについて展示を行った。加工技術、特性評価結果を示し、ビデオによる動作状態のデモと開発したモータの展示を行った。

マイクロジャイロ

●(株)村田製作所

位置検出デバイスに用いる小型の振動ジャイロを、マイクロマシニング技術により作製した。小型化に有利な表面マイクロマシニングで作製する素子構造を検討し、基本的な特性を評価した。また、素子を実現する上での今後の技術課題を検討した。

シリコンへの微細加工

●王立メルボルン工科大学

KOHによるシリコンの異方性エッチング、シリコン上への銅パターンの形成により微細加工を検討した。また、形成した銅のスパイラルコイルのインダクタンスを計算した。

ドライブ機構の研究 (静電アクチュエータ)

●(株)安川電機

静電アクチュエータの試作事例を示した。ロータ径5mmと3mmにおける構造、寸法比較を図示、解説した。さらにマザーマシン走行モデル、減速機一体型アクチュエータの特徴、特性について示した。

集積型多次元走査機構

● オムロン(株)

シリコン基板上へ光走査機構(振動子)と受光素子とを一体化した光素子集積型マイクロメカニカルデバイスを試作した。シリコン微細加工技術により集積化したデバイスの製法、およびデバイス諸特性を報告した。

圧電駆動型3自由度能動ジョイント

● 川崎重工業(株)

本アクチュエータの駆動要素である圧電素子の良好な単層膜を作製し、圧電薄膜の変位特性について、検討した結果を報告した。また、摩擦駆動する回転3自由度小型アクチュエータとそのアクチュエータを高速制御する制御装置について説明した。

圧電式リニアアクチュエータ

● ファナック(株)

圧電素子により進行波を発生させて駆動を行う進行波型リニアアクチュエータと、圧電素子の微小変位を累積伝達するメカニズムにより駆動するグリップ型リニアアクチュエータの2方式について試作し、動作確認を行った。

ホロニックメカニズムと変態制御

● 三菱重工業(株)

現在進めているホロニックメカニズムの構成例を示すとともに、メカニズムが所要の関節のみを制御して、移動する際の形態変化を適切に行うための評価関数の設定についての検討例を示した。

マイクロバッテリー用電極の研究

● 三菱マテリアル(株)

マイクロマシンへのエネルギー供給源として、小型かつ高容量の二次電池として水素吸蔵合金を用いたマイクロバッテリーの研究を行っている。発表では、マイクロ成型法およびプラズマイオン蒸着法により作製したマイクロバッテリー用電極の電極特性について結果を示した。

マイクロマシンの行動制御

● ISロボティクス

小さな制御回路とセンサからなるマイクロマシン用自律制御システムを開発した。単純なシステムながら、複雑な自律動作とマニピュレーションが可能である。

人工筋肉用電歪ポリマー

● SRIインターナショナル

ハイパフォーマンスなマイクロアクチュエータを製作する上で重要な電歪ポリマーの歪率や駆動圧力に於いて非常に良い結果を得た(歪率:20%以上、駆動圧力:1.9MPa)ことについて発表した。

マイクロ検査マシン

● 日本電装(株)

マイクロ検査マシンを構成する各要素技術及びそのシステム化に関する発表を行った。異種材料直接接合技術や極薄構造体形成技術等の要素技術におけるブレークスルーとそれらをシステム化する際の問題点等について述べた。また、ビデオによる動作説明やデモも行った。

CCDマイクロカメラ

● (株)東芝

狹隘部点検用の超小型カメラに必要な要素技術を拡大モデルにより検証した。 $\phi 2\text{mm}$ のレンズは10mmから無限遠まで合焦し、近接検査と進行方向確認の両方に適用できる。

マイクロマシンの制御と駆動技術

● (株)メイテック

狭小領域で作業するマイクロロボット群を効率的に制御するために、ヒューマンインタフェースとして、操作者の意図を理解する機能を備えた遠隔制御システムを試作した。また、配管内を高速で移動可能な、圧電駆動モデルを試作した。

広帯域光検出器

● 横河電機(株)

光を電磁波として検出する新規電界型光検出素子のプロトタイプ試作に成功し、マイクロ波及び赤外レーザー光を検出した。発表では素子の検出原理と作製法と素子特性測定結果を示し議論を行った。また、試作素子の展示を行った。

マイクロ光電変換デバイスの開発

● 三洋電機(株)

マイクロマシンへの光エネルギー供給という観点から、レーザー微細加工及びデバイス技術を駆使することにより、 1cm^2 という微小なサイズで200V以上の高電圧を発生させるとともに、曲面実装を可能とするフレキシブルな光電変換デバイスを開発した。

レゴ型ブロック技術

● (株)フジクラ

レゴ型ブロック技術の研究開発を行っているが、高速微弱信号伝達を可能にし、しかもリークタイトな表裏貫通電極の開発に成功した。発表では電気特性、ガスリーク特性、耐圧特性等の測定結果を示したり、表裏貫通電極を赤外線センサに応用した例を示した。

光学式医療用圧覚センサ

● オリンパス光学工業(株)

生体の圧覚検出とマイクロ化に適した光学式圧覚センサを設計し、面発光レーザーを用いたセンサの原理確認を行って、押圧を高感度で検出することに成功した。発表では開発した面発光レーザーの構造と特性、及び圧覚センサとしての評価結果を紹介した。

光駆動型マイクロポンプ

● (株)アイシンコスモス研究所

熱膨張型の光アクチュエータを開発し、そのアクチュエータを複数個並べた蠕動運動型マイクロポンプを開発した。発表ではビデオによるマイクロポンプの動作状態のデモと光駆動型マイクロポンプの展示を行った。

移動運動機構の研究

● セイコー電子工業(株)

マイクロマシンの実現に不可欠な、微小な構造体を作製する加工技術として、電解加工をベースとした「湿式3次元加工技術」に取り組み、数ミクロン~数十ミクロンサイズのパターン形成に成功した。また、圧電型回転式モータの小型化として、新規な構造の追求をして、動作確認をした。

光電変換デバイス

● テルモ(株)

光電変換デバイスおよびアクチュエータデバイスのコンセプトが容易に理解できる原理・構造・加工法の解説とビデオ等による動作のデモ及び試作品の展示を行った。

静電駆動型バルブの動作特性

● (株)日立製作所

大ストロークが可能な大きさ $25\text{mm}\times 25\text{mm}\times 1.3\text{mm}$ の静電駆動型バルブを試作した。発表では、駆動電圧及びポート開口面積で決まるバルブの使用可能な圧力差範囲について報告した。また、試作したバルブの展示を行った。

SMAマイクロコイルアクチュエータ

● 三菱電線工業(株)

マイクロコイルバネの加工技術を詳細に検討し、コイル外径 $100\mu\text{m}$ 以下、形状回復力50mN以上の形状記憶合金マイクロコイルアクチュエータの作製に成功した。発表では、マイクロコイルアクチュエータ及びそれを応用した内視鏡首振り機構プロトタイプを展示した。

マイクロマシンサミットの開催

当センターでは、国際交流事業の一つとして、マイクロマシンの振興を図るために、各国のマイクロマシン関連の大学研究機関および産業界のトップクラスが一堂に会して、研究開発から実用化までのあらゆる課題について意見を交換し、さらに、開催すること自体をPRして内外におけるマイクロマシンに対する認識を高めることを目的として平成7年3月13日(月)～同15日(水)の3日間、京都で「マイクロマシンサミット」を当センター主催で開催する準備を進めています。

海外9カ国の3人からなる代表团とホスト国の日本を合わせ、10カ国のサミットです。海外9カ国および日本の首席代表として、次の方々が予定されています。

また、この会議を準備・運営するために、当センター内に、東大の中島尚正教授を委員長とし賛助会員からなる「マイクロマシンサミット

準備委員会」を設置しています。

サミットでは、次の10項目が討議される予定で、このような試みは初めてのものです。活発な議論と成果が期待され、会議の成果が注目されています。

- (1) マイクロマシン技術のスコープ
- (2) 効果的な研究開発
- (3) マルチディシプリナリな学問との融合
- (4) 知的財産権
- (5) 標準化
- (6) アプリケーションの開拓
- (7) 既存技術との共存と競合
- (8) 新産業創出の可能性
- (9) 国際的な側面
- (10) 政府の役割

このサミットには、賛助会員の方々にもオブザーバとして、参加して頂くことにしています。

国名	首席代表	所属
オーストラリア カナダ	Prof. D. Beanland Dr. G. Guild	王立メルボルン工科大学 副学長 Micromachine Technology Center Ltd. 社長 サイモンフレーザ大学
フランス	Prof. D. Hauden	Laboratoire de Physique et Metrologies des Oscillateurs, L' institut des Microtechniques 取締役
ドイツ	Dr. W. Menz	カールスルーエ原子核研究所
イタリア	Prof. P. Dario	ARTS研究所
オランダ	Prof. J.H.J. Fluitman	トウェンテ大学
スイス	Prof. N.F. de Rooij	ヌシャテル大学
英国	Prof. H. Dorey	UK Microengineering Common Interest Group 会長 インペリアル大学
米国 日本	Dr. R.S. Muller 中島 尚正教授	カリフォルニア大学 東京大学

富士電機株式会社

1. はじめに

富士電機は発電機、電動機など、電気機器の製造を目的として1923年に設立されましたが、現在では事業内容、規模とも大きく変化しエネルギー機器、プラント制御機器、半導体、情報機器、自動販売機など多くの電気製品を生産する企業として発展しています。

今日はこうした製品の研究、開発を担当している(株)富士電機総合研究所を訪問しました。富士電機の研究部門はおもに基礎研究の担当であった中央研究所を経て、研究開発の効率化と技術の総合力によるシナジー効果を期待して1980年に総合研究所として分離、独立したとのこと。研究所の本社は神奈川県横須賀市の相模湾に面した温暖な地にあり良好な環境の中で基礎技術から製品化までの幅広い研究が進められています。

2. 技術開発の特徴

富士電機の技術開発は「創造への挑戦」をモットーとしてエネルギーとエレクトロニクスを柱とする技術の高度化、特長ある固有技術による各種システムへの展開を進める一方で、将来に向けた基盤技術の強化にも努めています。

エネルギー分野では従来からの機器技術の向上の他にクリーンエネルギーの実用化に積極的に取り組んでおり、アモルファス太陽電池では大面積モジュールで世界のトップレベルの技術を開発しています。また富士電機は燃料電池の開発に日本で最も早く着手した企業であり実用化に最も近いリン酸型をはじめ動作温度が低く運転・管理の容易な固体高分子型、高い発電効率の期待できる固体電解質型の開発に力を注いでいます。

エレクトロニクス分野ではパワーエレクトロニクス、半導体、計測・制御、情報機器と多くの分野に注力しています。パワーエレクトロニクスは電力の有効利用と機器のインテリジェント化に有効な技術で、例えば電力の質を維持するため高調波や不平衡補償機能を持つ無効電力補償装置、交流モータの可変速度範囲を大幅に向上させる汎用インバータ、高精度の可変速、位置決め精度を持つデジタルサーボコントローラなどの新技術が開発されています。半導体分野はパワー素子に特長があり現在では、高速、高耐圧、大容量を実現し



たIGBTの開発を主体としています。またICでは液晶ドライブICやOA機器の電源制御用ICなどのカスタムICの分野に注力しています。計測・制御の分野では鉄鋼、化学、食品などのプラントの制御システムやAI、ファジィを応用した制御用ソフトウェアの開発を進めています。また温度、圧力、流量などの各種センサとこれを応用した計測機器も開発されています。情報機器では複写機用感光体、無停電電源装置、磁気ディスク媒体といった得意技術を生かした製品が開発されています。

3. マイクロマシン技術への取り組み

ダウンサイジングという言葉がどの分野でも一般的になり機器の設計にはより一層の小型化、軽量化、高効率化などが求められるようになってきました。マイクロマシン技術はこうした機器の革新的な改良を図る重要な技術として捕らえられていました。これまで富士電機では主としてセンサの分野でマイクロマシン技術が生かされてきました。例えばシリコンの微細加工技術を応用したものとして自動車のエアバッグ作動用加速度センサやプラントの計測用圧力センサ、微細な金属線をコイル状に成形したガス漏れセンサなどが製品化されています。また光学レンズと受光・信号処理用ICを高い寸法精度で一体化したオートフォーカスICは多くの小型カメラに搭載されています。これらの技術は先の通産省大型プロジェクト「極限作業ロボットの研究」でロボットハンドの指先に取り付ける触覚センサの開発を担当し放電加工やプラズマエッチングなどの微細加工技術が育成されたことが基礎となっています。

現在のマイクロマシン研究ではセンサの高度化とともにアクチュエータの実用化をひとつの目標としているとのことで、薄膜コイルを使った直径1ミリのモータや長いストロークの取れる振動整流型静電アクチュエータの成果を見ることができました。実用例の多いセンサに続いてアクチュエータについても新しい応用への期待を持つことができました。

松下技研株式会社

1. はじめに

新宿から小田急線で多摩川を渡ると電車は丘陵地帯に入っていきます。今日は、その多摩川に近い丘の頂上の見晴らしの良い場所に建っている松下技研(株)を訪問しました。同社は松下電器産業(株)の創業者である松下幸之助氏が「工業の源は研究開発にある。その研究開発で事業を行う」という主旨で、松下電器の100%出資の下、昭和38年に設立された研究開発を事業とする会社だそうです。その後、首都圏の研究開発拠点としてユニークな研究活動を続け、超音波診断装置や炭酸ガスレーザ、車載用電話などの松下グループにおける新規ビジネスを生み出してきてきたそうです。

現在は松下電器グループの中で東の中央研究所として位置づけられ、当地に4研究所(新素材、画像情報、ヒューマンインタフェース、超機構の各研究所)、さらにボストンにも研究所を設置し、幅広い研究開発をグローバルに展開されています。同社は従業員数243名(内研究者197名)、資本金8億円、主として松下電器グループからの各種の委託研究や国家プロ受託などで年間約50億円の事業を行っているそうです。

2. マイクロマシン関連研究

マイクロマシン関連の取り組みは主として超機構研究所が担当し、特に微細放電加工機については80年代から研究開発と一部事業化を行っているそうです。以来、精密加工技術研究は同社の重要な研究テーマになっています。この微細放電加工機を用いると直径5 μ mの軸の加工や、この軸を使って最小5 μ mの穴を加工することができ、極めて小さい歯車や複雑で精密な形状の部品加工に有効で、マイクロマシンの研究開発に一役貢献しています。超機構研究所ではその他にもエキシマレーザなどを用いた微細加工や半導体プロセスを用いたシリコン加工技術も研究しています。

その他にSTM(走査型トンネル顕微鏡)の装置研究やこれを用いた表面分析、操作の研究開発



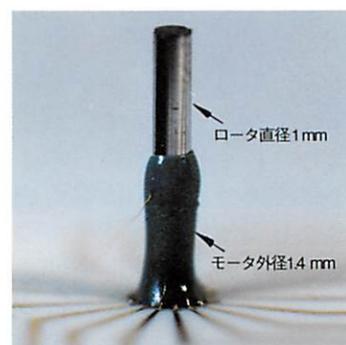
が新素材研究所で行われています。

3. マイクロマシン委託研究テーマ

マイクロマシンセンターから委託された研究内容はマイクロカプセル分科会に属し、超音波探傷技術の研究を担当しています。このテーマの中では①静電ウォブルモータ、②超音波探傷センサ、③微細加工技術に取り組んでいるそうです。静電ウォブルモータは外形直径1.4ミリの超小型モータであり、製造方法も半導体プロセスを応用して、円筒状の回転軸の上に各種の薄膜と電極を積層し、最後に不要部分を除去するというアSEMBルレス工法を開発しています。この微小なモータは超音波ビームの回転走査に使われる予定だそうです。

超音波探傷センサは同社で長年研究開発している医用超音波技術を展開したもので、より小型、高分解能化を図るため高分子圧電型の積層化フィルムセンサとセンシングアルゴリズムを研究しています。微細加工技術は先に紹介した微細放電加工機をベースに3次元加工や他の加工技術との複合加工技術を開発し、より微小で精密な加工、特に表面粗さの向上をめざして取り組んでいます。

同社では当分野をさらに充実強化させるべく、国内外の大学との共同研究や松下グループの他の研究所との協力関係も活発であり、マイクロマシンが夢物語から、現実の商品に組み込まれるように活動していきたいとのことでした。



試作した静電ウォブルモータ

マイクロバッテリー開発の現状と将来について

米国オークリッジ国立研究所のJ.B.Bates博士が第5回MHS '94に出席するため10月2日に来日された際、リチャージャブル・マイクロバッテリー開発の状況についてお話を伺いました。

Dr.J.B.Batesはオークリッジ国立研究所固体物理研究科研究員兼主任であり、米国物理学会の特別会員でもあります。



Dr. J.B. Bates

Q. オークリッジ国立研究所はどのような研究所ですか、またあなたが研究されているセラミック薄膜と電解質部門について日本の皆さんに簡単にご紹介下さい。

A. オークリッジ国立研究所には5000人の従業員がいて、その多くは研究所のサポート関係に従事しています。研究員は多分その内1000人程度です。私は1987年から現在のセラミック薄膜電池の研究を開始しました。その中でもバッテリーの研究で最も重要な電解質材料を見つけ出すことから始めました。

Q. あなたの研究部門ではどのような研究内容で何人ぐらいの研究者が研究を進めていますか。

A. 私の研究グループは10人程度で固体物理部門では80人程度の研究員がいます。オークリッジでは最も小さな部門ですが、半導体の表面物理、成膜、電子ビームエピタキシー、太陽電池などの研究を行っています。またイオン注入装置やラザフォードバックスキャタリング装置があり、理論解析グループも居て分析関係の研究も行っています。

Q. 日本の国立研究所に来られたことはありますか。

A. いいえ。私は今回始めて日本に来ましたが、他の部門では日本の国立研究所から多くの研究者が来ていますし、共同研究も実施しています。

Q. それでは、あなたが研究されているリチャージャブル薄膜リチウムマイクロバッテリーについてお伺いしたいのですが、マイクロバッテリーに最も適した材料は何ですか。

A. 我々が研究しているリチウム薄膜バッテリーはLiMnO結晶、アモルファスLiVOなどのリチウム層間化合物製の陰極、アモルファスリチウム電解質およびリチウム陰極で構成されており、電解質の材料が最も重要です。現在はセラミックの薄膜リチウム・リン・オキシナイトライドを、使用しています。10 μ Ah/cm²のLi-LiMnOセルを使用して4.5Vから3.8Vまで数mA/cm²の放電電流密度で陰極の60%以上が利用できます。

Q. マイクロバッテリーの将来の応用についてどのようなイメージをお持ちですか。現在、産技プロでは多くのアクチュエータやセンサーを研究中で、これらを駆動するには数十～数百ミリワットの電力が必要になると考えているのですが、このような用途にもリチウムバッテリーは使えそうですか。

A. 我々も小型のリチウムバッテリーの開発を目指

しています。しかし現在のところ限度があります。数十～数百ミリワットの電力を供給するには膨大な面積の電解質が必要になり、マイクロマシンの駆動用電源としてはリチウムバッテリーは実用的とは思えません。

そのほかの応用として、我々は現在マイクロバッテリーを使った製品の開発を数社の企業と開発中です。その製品はハザードカードと呼ばれています。危険なガスを検知するセンサーやLEDディスプレイを内蔵したクレジットカードサイズの製品で、バッテリーは裏側にマウントされています。センサーは用途によって選ぶことができ、検知されたガスの濃度はLEDで表示されます。

また将来はパーソナルコンピュータの電源として使用されるかもしれません。しかし、現時点では十分な電流の供給ができません。

Q. このような用途のマイクロバッテリーの開発を成功させる上で最も大きな障害となるものは何ですか。

A. 電流密度を制限してしいるものが何かは明らかではありません。我々はまだ限界に達したとは思っていませんが、いずれ飽和してくると思います。これに対するひとつの戦略はマイクロバッテリーを並列にたくさん並べる方法がありますが、現時点では加工方法の困難さやコストの上昇を考えるとあまり良い方法とは言えません。

いずれにしてもマイクロバッテリーをもっと小さく作らなければなりません。

Q. それでは最後に日本のマイクロマシン研究についてどのような印象を持たれていますか。

A. 大変深い感銘を受けています。とくにMITIの研究コンセプトは良いアイデアだと思います。またより創造的なアイデアを実現していくには、概念設計を行っていく必要があると思います。私の印象では日本のマイクロマシン研究プロジェクトはこのような研究を推進していける最高のリソースを持っていると思います。そして第2期の研究においては、マーケットの特定仕様に基づいて開発がスタートするものと思っています。

残念ながらアメリカにおいては日本のプロジェクトのような進め方は充分に行われていません。

加工技術 (その3)

前回までに、Siプロセス、LIGAプロセス、及び微細放電加工法について解説しました。今回はそれ以外の加工法を紹介します。

1. 光造形法

光を当てると固化する性質を持った液体の樹脂(光硬化ポリマ)を原料とし、これにレーザービームや集束光を当てて構造体を作る方法を光造形法と呼んでいます。この加工法では、図1(1)に示すように光硬化ポリマの薄い層を形成させ、これに光ビームを当て、固化させる面を走査して薄い層構造を造ります。この操作を繰り返して固化した層を積み上げ、図1(2)に示すような任意形状の3次元構造を形成させます。図2はこの光造形法による製作例を示しています。

光造形法で製作できる最小寸法や精度には、光ビームの直径や固化層の厚さなどが影響しますが、最近では100 μm 以下の大きさの構造や、可動部を持った構造なども作られるようになってきました。また、液状のポリマにセラミックスや金

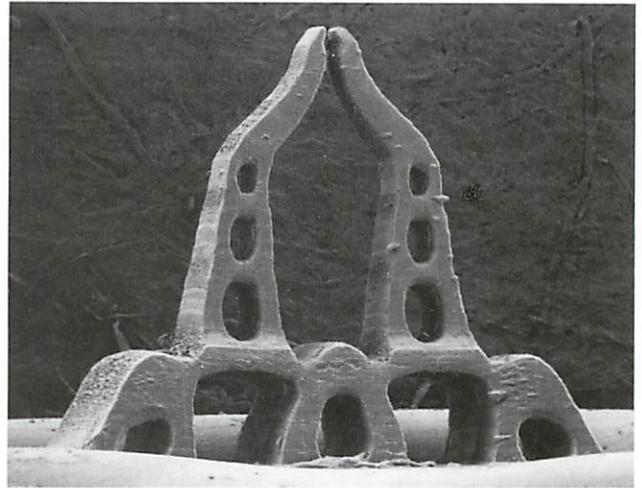


図2 可視光硬化性樹脂とアルゴンイオンレーザを用いる高分解能光造形法で作られたグリッパ。垂直方向の加工分解能を約10 μm にまで高め、複雑な形状を忠実に加工することができた。基板内に圧電アクチュエータが組み込まれており、アーム先端を開閉させることができる。写真中の20mmが実際の500 μm に相当。

属の粉末を入れることによって、材質の多様化を図る研究も行われています。光造形法は基本的に単品生産なので、この方法で造った樹脂の構造体から金型をおこし、この金型で量産する方法も研究されています。

2. ビーム加工法

光、電子、イオンなどの細いエネルギービームを材料表面に照射し、局所的に加工する方法をビーム加工法と呼んでいます。したがって、広義には放電加工法や光造形法もこの加工法に含まれることになります。またこれらはビームの種類による分類のほかに、その加工原理から、エネルギービームにより固体表面やその近傍で化学的反応を促進させる方法とビームのエネルギーにより表面を機械的あるいは熱的に除去する方法とに分けることもできます。

光ビームを用いる微細加工法には、上述の光造形のほかに、反応ガス(SiH_4)雰囲気中にSiウエハを置き、その表面にレーザービームを照射して局所的にシリコンの結晶を成長させ、微小構造体を作る研究などが行われています。

電子ビームによる加工法では、微細加工法で極めて小さな電子銃を製作し(図3)、この電子銃で発生させた電子ビームで3次元の微細構造体を

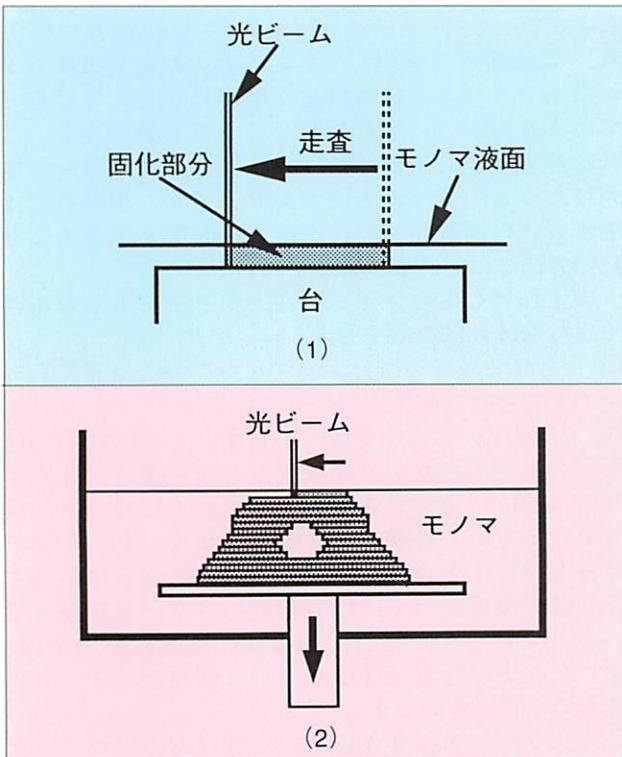


図1 光造形法のプロセス

加工する研究などが進められています。

イオンビームによる加工では、FIB（集束イオンビーム）が多く利用されています。図4はダイヤモンド圧子の表面に、FIBで微細な文字を刻み、これをポンチとして金属板に転写加工した例です。この方法により量産が可能になります。

種々の原子のイオンビームを照射し、材料の局所的な改質を行う研究も進められています。さらにFAB (Fast Atom Beam) やクラスタービームなどを利用したビーム加工法も研究されています。

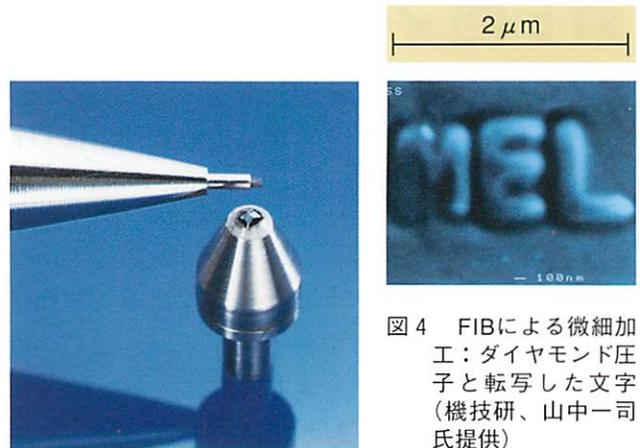


図4 FIBによる微細加工：ダイヤモンド圧子と転写した文字（機技研、山中一司氏提供）

ディプロセスなど、多種類の微細加工法の研究開発が進められています。

4. 微細加工法の今後

マイクロマシン技術として研究されているいくつかの微細加工法を紹介しました。このほかにも多数の有望な加工法があり、また今後生まれる可能性があることをつけ加えて置きます。これらも含めて、どのような加工法にも長所と短所があります。とりわけマイクロ機構部品の場合には、3次元的な形状に加えて、機械的強度や耐久性などが要求されるので、その製作には種々の加工法の長所を組み合わせる加工が必要になります。したがって今後も、それぞれの微細加工法の高度化、新加工法の発掘と育成、及びその複合化は、マイクロマシン技術として重要な課題であり続けるでしょう。

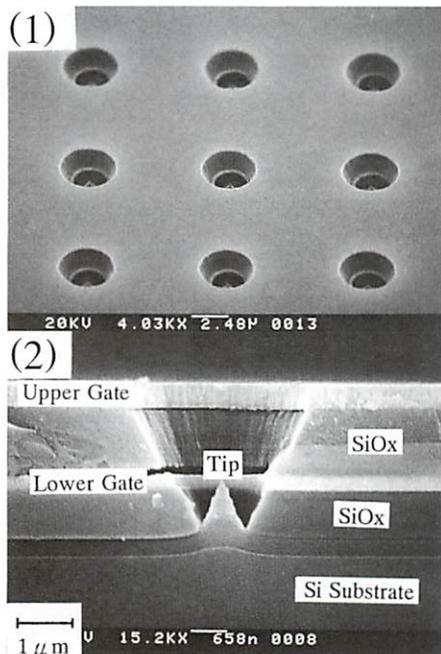


図3 電子ビーム加工ツールの開発：マイクロ電子銃のアレイと断面（電総研、伊藤順司氏提供）

3. その他

旋削や研削のような機械加工には加工抵抗が伴い、被加工物が小さくなるとその影響が相対的に大きくなり、形状精度を低下させるなどの欠点を持っています。その反面、どんな材料でも加工でき、また3次元形状加工ができるなどの長所もあることから、種々の機械的加工法が微細加工法として研究されています。図5は研削加工によるマイクロ歯車の製作例を示しています。

通商産業省の産業科学技術開発制度「マイクロマシン技術」においても、円筒積層プロセス、マイクロインジェクションモールド、シェルボ

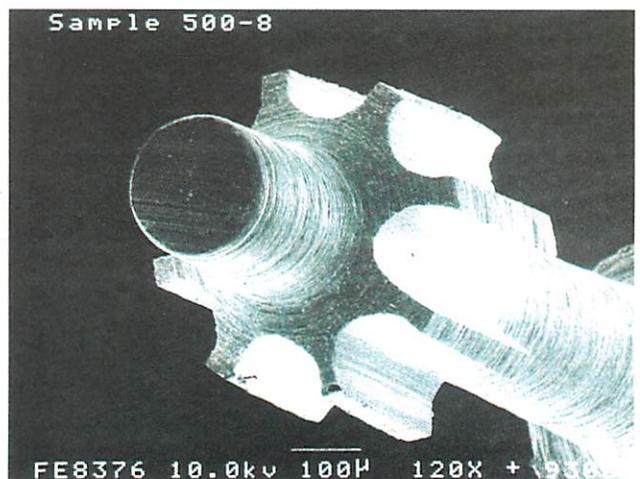


図5 研削による微細加工：マイクロ歯車（機技研、岡野啓作氏提供）

第5回マイクロマシン国際シンポジウム開催

第5回国際シンポジウムが、去る10月2日(日)～4日(火)の3日間、名古屋国際会議場で「マイクロマシンとヒューマンサイエンス」のテーマに基づき、当センター、名古屋市、財団法人中部産業活性化センター、マイクロマシン連合等14団体の主催、通商産業省中部通商産業局、愛知県等9団体の後援で開催されました。

プログラムは、1日目にメイズコンテスト、2日目に基調講演・特別講演、3日目にテクニカルセッションで、この3日間の参加者は、展示会来場者を含め、1,040名に上り、このうち、海外からは、米国、ドイツ、スイスを始めとする7カ国の35名でした。

2日目の基調講演および特別講演は次の通りです。
基調講演

- (1) 平井 淳生 通商産業省機械情報産業局
産業機械課 係長
- (2) R.T. ハウエ カリフォルニア大学バーク
レー校教授

特別講演

- (1) W. メンツ カールスルーエ原子力研究
所教授
- (2) 藤正 巖 東京大学先端科学技術研究
センター教授
- (3) M.G. アレン ジョージア工科大学教授
- (4) 藤田 博之 東京大学生産技術研究所教授
- (5) J.B. ベイツ オークリッジ国立研究所主任
研究員
- (6) M.エルウィンスポーク トウエンテ大学教授



第5回マイクロマシン国際シンポジウム風景

3日目のテクニカルセッションでは、国内外の招待講師および公募による29件の研究発表が行われました。その内訳は次の通りです。

- | | |
|----------------------|----|
| (1) マイクロロボット関連 | 5件 |
| (2) マイクロデバイス関連 | 5件 |
| (3) マイクロシステム関連 | 4件 |
| (4) マイクロアクチュエータ関連 | 5件 |
| (5) マイクロファブ리케이션と材料関連 | 5件 |
| (6) アプリケーション関連 | 5件 |

1日目に行われた第3回国際マイクロロボットメイズコンテストには、スイスからの1チームを含めた9チームが参加し、日本電装(株)基礎研究所チームのマイクロロボット「研研ver 2.1」が優勝し、準優勝は東芝生産技術研究チーム、3位はメイテックチームでした。

マイクロマシン連合運営協議会報告

第3回マイクロマシン連合運営協議会が10月3日(月)に、代表幹事藤田博之東大教授始め16名の委員が出席し、名古屋国際会議場で開催されました。この協議会では、マイクロマシン連合加盟の32団体の名簿と、それぞれの年間スケジュールが配布されるとともに、第6回マイクロマシン展

(平成7年10月31日から11月2日で開催予定)、平成6年度マイクロマシン技術研究開発成果発表会、第2回「マイクロマシン技術に関する研究助成課題の募集」(平成6年度)等について審議が行われました。

オランダ・シンポジウム

“マイクロ化とマイクロシステムテクノロジー”で講演

平成6年9月19日、20日オランダVeldhovenに於いてマイクロマシン技術に関するシンポジウムが開催されました。

本シンポジウムの背景としては、STT（オランダの調査機関）が政府の支援のもとにMSTの調査研究を2年間実施し、その成果の発表が主たる趣旨でした。同時にオランダ国外から、EU、ドイツ、アメリカ、日本の講演者が招待され、各国の活動を紹介しました。

約30件の講演のほとんどがオランダ国内の研究成果に関するものでしたが、その内容は、

- ・ Medical systems
- ・ Industrial systems
- ・ Production technology
- ・ Agriculture
- ・ Consumer products
- ・ Miniaturization
- ・ worldwide activities

と幅広い分野をカバーしており、有意義なものでした。

日本からは、マイクロマシンセンターの平野専務理事がActivities in Japanと題して、当センターの事業概要と、産業科学技術研究開発プロジェクトの研究内容について講演を行いました。本シンポジウムで紹介されたマイクロマシン技術の研究開発の多くが、Siを中心としたものであったのに対して、日本では、メカニズムを中心とした技術振興が総合的に行われていることに、少なからず驚きを与えたようです。

一般賛助会員への入会のおすすめ

平成4年1月24日通商産業大臣の許可を得て財団法人マイクロマシンセンターは設立されました。当財団の事業目的や事業にご賛同、ご理解をいただき、ご入会をご案内申し上げます。なお、入会会員は次の諸事業へ参加し、また利用いただけます。

- ① 財団が自主的に行う調査・研究への参加、成果の利用
- ② 受託等調査・研究開発の成果の利用（守秘義務を課せられているものを除く）
- ③ 研究会その他事業活動への参加
- ④ データバンクの利用
- ⑤ 刊行物の配布

お申し込み手続き：所定の申込書に必要事項記入のうえ事務局にお申し込み下さい。

会費等：入会金（入会時）400万円
年会費200万円

お問合せ先：(財)マイクロマシンセンター事務局
総務部

編集後記

新年とともにマイクロマシンセンターは設立3周年を迎え、事業活動も更なる拡大を目指しています。本広報誌も内容の一層の充実を図り、当センターの事業活動・研究成果を皆様に適切にお伝えするよう努力して参ります。

本号では年頭に当たり、通商産業省機械情報産業局渡辺局長のご挨拶を戴きました。

マイクロマシンの研究開発は順調に進展しており、産業科学技術研究開発プロジェクトにおいては、既に多くの研究成果が生まれております。平成5年度の成果については昨年11月16日に開催された研究開発成果発表会にて発表され、大きな反響がありました。

更に本年3月には新しい試みとして、マイクロマシンサミットが日本（京都）で開催されます。これは日・米・欧等の10カ国からトップクラスの研究者が集まり、マイクロマシンの振興に関する討論・意見交換を行うもので、その成果が期待されます。

イベントのお知らせ

第5回建設ロボットシンポジウム (The 5th SCR) 論文募集のご案内

主催 (財)先端建設技術センター、(社)日本建築学会、(社)日本建設機械化協会、
(社)日本ロボット工業会、(社)土木学会、(社)日本ロボット学会

1. 開催日：1995年7月18日(火)～19日(水)
2. 会場：東京・経団連会館ホール (東京都千代田区大手町1-9-4 TEL 03-3279-1411)
3. 論文募集内容：

論文募集内容については、最近の建設、電力・ガス、通信等の各分野における自動化、ロボット化に関する研究開発及び導入事例並びに要素技術等を含めた以下のテーマ内容を対象とします。

(1) 建設ロボットの展望

- | | |
|--------------------|-------------------|
| ①建設現場におけるロボットのニーズ | ⑤作業者とロボットのインタフェース |
| ②建設ロボット開発をめぐる社会的課題 | ⑥ロボットをめぐる研究・開発動向 |
| ③設計・施工情報のフィードバック | ⑦その他 |
| ④ロボット化施工のための設計問題 | |

(2) ロボット化施工における計画・管理技術

- | | |
|---|------------------|
| ①建設ロボットの経済性分析 | ④情報化施工 |
| ②工事計画・管理手法 | ⑤知識工学、エキスパートシステム |
| ③コンピュータ利用技術、グラフィックス、
CAD/CAMシミュレーション | ⑥ロジスティクス |
| | ⑦その他 |

(3) 建設ロボットの要素技術

- | | |
|--------------|-----------------|
| ①センサ、走行、作動特性 | ⑤ロボットの機構 |
| ②エンドエフェクタ | ⑥ロボット化施工の品質と生産性 |
| ③教示方法 | ⑦その他 |
| ④情報伝達、遠隔制御 | |

(4) 工事現場における建設ロボットの適用事例

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| ①掘削、加工・組立、仕上、ハンドリングロボット | ④検査(計測・探査・診断)ロボット |
| ②搬送ロボット | ⑤解体ロボット |
| ③無人車輜システム(AVS) | ⑥その他 |

4. 論文募集要領：

論文審査は論文アブストラクトによる審査と本論文審査の2段階とします。

- (1) 応募者は、論文要旨(アブストラクト)A4判用紙2枚(和文で1000字程度)以内に下記事項を記入の上、郵送して下さい。

- ①テーマ内容番号(例：建設現場におけるロボットのニーズ(1)-①)
- ②論文題目
- ③発表者名(連名の場合は、発表者に○印)
- ④勤務先、所属、役職、勤務先住所、TEL、FAX

- (2) 本論文提出締切日：1995年3月31日(金)(事務局必着厳守)

- (3) 論文発表時間：20分/編(予定)

- (4) 本論文提出前のアブストラクト提出については、下記宛ご連絡下さい。

5. 送付先・問合せ先：〒105 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館内 (社)日本ロボット工業会 気付
第5回建設ロボットシンポジウム運営委員会事務局
TEL 03-3434-2919 FAX 03-3578-1404

発行 財団法人マイクロマシンセンター

発行人 平野 隆之

〒108 東京都港区三田3-12-16 山光ビル3階

TEL. 03-5443-2971 FAX. 03-5443-2975