

# 理化学研究所 ニュース

No. 99

July 1988

## 鏡面研削

技術の高度化と共に、色々な材料の高精度加工が要求されるようになってきている。平面の高精度加工の代表例が鏡面加工である。鏡面加工というのは文字通り鏡のように平坦で反射率の高い面を意味する。表面の粗さが10分の1ミクロン以下となるとかなり反射が生じ100分の1ミクロンとなると立派な鏡面と言える。このような面は金属材料の一部には切削加工によって得られる例もあるが、多くの場合ラッピングやポリシングと称する砥粒加工に依っている。

これらの砥粒加工は、酸化クロム砥粒とラシャ張り回転板を用いたポリシングを思い浮かべていただければ理解できるように、微細寸法の研磨砥粒を弱い力で相手材に押しつけ、ほんの微量ずつ表面の凸部を選択的に除去して平坦な面に仕上げていく方法である。このように鏡面加工の条件は、極く微量の除去を繰り返す点にあり、そのため極めて長時間を要することとなる。

もう一方の砥粒加工に研削加工がある。研削加工は砥石に固定した砥粒を相手材に食込ませて除去するもので、加工された面は基本的には砥石表面が転写される。砥石表面に砥粒が突き出してな

ければ、母地が相手材に接触して焼付きを生ずるし、砥粒が突き出していれば砥石表面の粗さは粗くなる。そのため加工面も粗くなって研削加工では鏡面を得ることが困難である。研削加工はポリシングに比較すると一気に加工ができるので、加工時間は短かく能率的である。この能率的な研削加工で鏡面加工を行うのは長い間の夢であった。

研削加工で表面粗さを改善するには、使用する砥粒径を細かくしていけばよい。砥粒径を無限に細かくしていけば、それに応じて理論的には表面粗さは無限に向上する筈であり、鏡面に近い面は得られる筈である。しかし、そのような微細な砥粒を用いると、実際問題として焼付きを生じて研削加工が出来ないと言われている。つまり、例えば直径1ミクロンの砥粒を使った砥石を使う場合、目立てをして砥粒突出し量を0.2~0.3ミクロンに整えなければならない。加工前に行う目立て作業は通常は別のやや軟らかい砥石を使って主に結合材を除去するのであるが、かなり荒っぽい作業であるため、このような高精度な目立てを行うことができないのである。さらに砥石が磨滅した場合、時々目立てを繰返さねばならない。砥石の結合材

が加工中に自動的に崩れて自動目立てが出来る砥石も存在するが、砥石の磨耗は大きく、またこの砥石で鏡面を得るのは容易ではない。

もし、精密な目立てが可能であって、しかも継続的に目立てが可能であれば、微細砥粒をもつ砥石が使用できることとなり、一步鏡面研削へ近づくこととなる。今回の研究はこの精密目立て方法に挑戦したものであり、それが成功し鏡面研削が実現したものである。

まず目立て方法を従来の機械的方法から化学的方法に変えたのである。具体的には電気分解を利用して結合体を溶かす方法を採用した。そのため砥石結合材は、電解可能な金属結合材すなわちメタルボンド砥石を用いた。メタルボンド砥石は結合力が強い特長はあるものの、人為的に目立てを与えてやらねば使いにくいとされていたものである。このような電解目立て法は、かなり古くから考えられていたものの、加工液に電解液を使わなければならないため、それが“さび”を招くとされ敬遠されていたものである。さびを発生しない加工液を使ったと言えば分かり易いが、実際は現在広く使われている研削液をそのまま使用しても電気が流れ電解が進むことを見出し、それを利用

したものである。水溶性研削液にはさび止め剤をはじめ、色々な添加物が加えられているが、そのために通電性をもつのである。勿論電解効率は大幅に落ち、加工速度は遅い。しかし、本来目立てのための母地の除去量はわずかなものである。砥石直径で1時間に数ミクロンから100ミクロンといった量である。

図1に示すような装置を準備し、比較的良好な表面粗さが得られる図2のようなカップ砥石を使って鏡面研削を行った結果を以下に示そう。使用した砥石は鑄鉄ファイバーボンド砥石、砥粒はダイヤモンド、粒径は4ミクロンである。研削液は通常の水溶性研削液、電流は1アンペア以下、1回の切込みは数ミクロン以下、送りは毎分100ミリ程度である。

図3は半導体用シリコンウエハを研削した結果である。シリコンの加工工程が大幅に短縮されるものと期待されている。この表面粗さを図4に示すが、百分の4ミクロン程度である。この他フェライトなど種々の硬脆な電子材料も同様な結果が得られている。ガラスなども鏡面加工を要する代表的材料であるが、これも図5に示すように透明な鏡面となる。さらに、ファインセラミックスも、

図1 電解インプロセスドレッシング研削法の概略

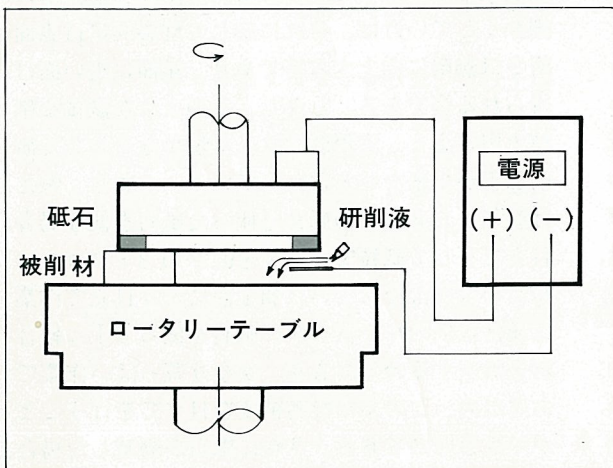


図2 微細砥粒ダイヤモンド

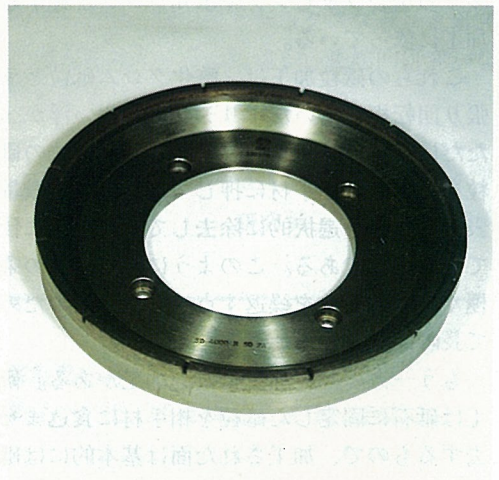


図3 シリコンウェハ(通常研削と鏡面研削加工例)



図4 粗さ曲線(シリコンウェハ鏡面研削面)

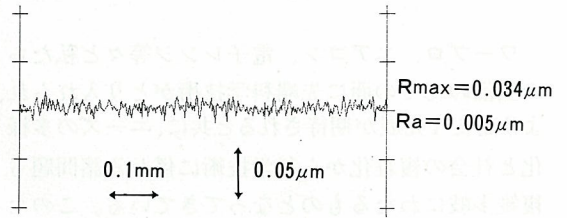


図5 石英ガラス(通常研削と鏡面研削加工例)

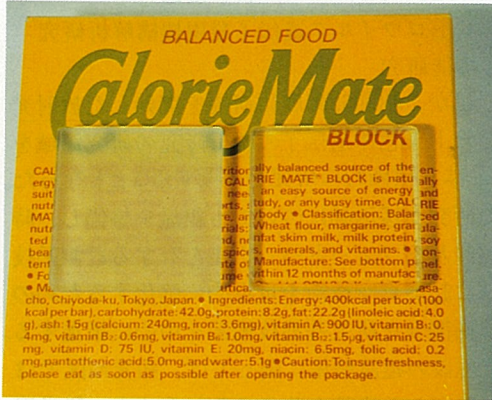


図6 炭化ケイ素セラミックス(鏡面研削加工例)

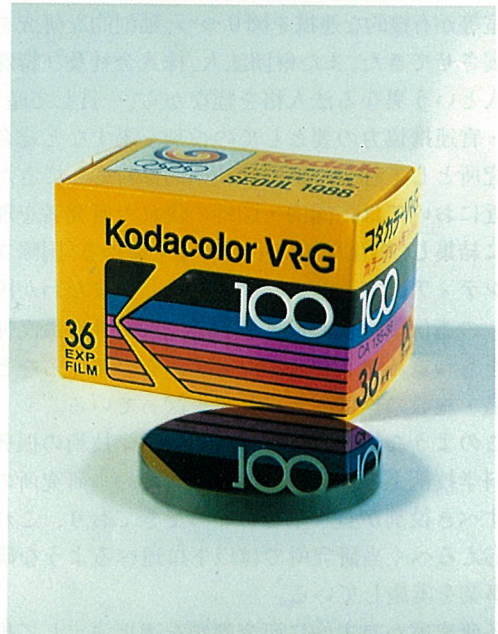


図7 粗さ曲線(炭化ケイ素セラミックス鏡面研削面)

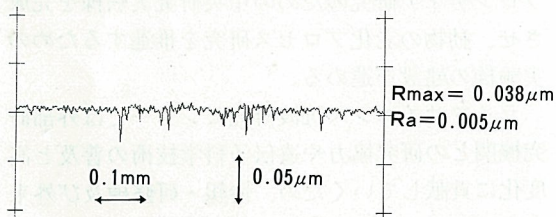


図6のように鏡面加工が可能である。その粗さは図7のようにシリコンの例と同じオーダである。

この他にも特に延展性の高い金属材料は別として鉄鋼材料を含む多くの材料の鏡面研削が可能となっている。実は、電解インプロセスドレッシング法は鏡面研削以外にも広く一般の研削に応用できる可能性がある。つまり、ダイヤモンドやCBNを砥粒に使った高強度超砥粒砥石はこれまで切れ味の持続に困難を来していたが、この砥石がイ

ンプロセスドレッシングの併用により大幅に使い易くなる。このことは加工の砥石の長寿命化、加工の無人化、さらに生産の効率を上げ加工のコストダウンを導く可能性がある。この面での展開も同時に進めていきたいと思っている。

素形材工学研究室

主任研究員 中川威雄  
研修生 大森 整

## 昭和63年度当研究所における主要事業の概要

ワープロ、エアコン、電子レンジ等々と私たちの生活の総ての面に先端科学技術がとり入れられ、より高度な発展が期待されると共に、ニーズの多様化と社会の複雑化から科学技術に係わる諸問題も複雑多岐にわたるものとなってきている。このため基礎研究に基づく独創的な科学技術の発掘と多分野の優れた研究者及び高度技術者が協力して総合的に研究を進めることが重要になってきている。

当研究所は49の研究室及び2研究グループの研究組織と研究に密着した研究支援組織を持ち、各研究室等が有機的な連携を図りつつ、独創的な研究を進展させてきた。また財団法人、株式会社及び特殊法人という異なる法人格を経ながら、一貫して産・学・官連携協力の要としての役割を果たすなど総合研究所として社会の要請に積極的に対応してきた。最近においては、国内・国外の優れた研究者を理研に結集し、相互交流の中で研究を進める「国際フロンティア研究システム」を設置し、またわが国唯一の遺伝子組換え最高度実験施設や世界最高性能をもつ重イオン加速器システムを整備するなど組織・施設の整備の充実強化を図っている。

このような状況から、わが国の科学技術の振興と科学技術上の諸問題を解決するため当研究所の果たすべき役割が益々重要になってきており、これに応えるべく当研究所では以下に述べるような研究事業を実施している。

- 各研究室が自主的に研究課題を選択決定して推進する一般研究
- 専門分野が異なる研究者がグループを組織して総合的に研究を進めているレーザー科学研究及び太陽光エネルギー科学研究
- 社会のニーズに対応し一般研究の成果を進展させ重点的に研究を推進している重イオン科学総合研究、新反応場化学研究、新微生物利用技術研究、ヒトガン遺伝子に関する研究等

さらに昭和63年度からは大幅に新規事業を展開する。新規に開始する研究課題は次のとおりである。

- 臨界領域レーザー科学研究
- 原子力用短波長レーザーの開発研究
- 原子力プラント内保全作業用ロボットシステムの研究開発
- 新超電導材料研究
- 新生物制御科学研究
- 同位体選択的なシリコン膜の製造
- ヒトレトロウイルス遺伝子発現機構解析研究
- 思考機能研究

このほか、昭和62年度に研究を開始した放射光研究とヒト染色体遺伝子の解析研究の研究領域を拡大し、より積極的に研究を展開することとなった。

また研究支援活動についても組織を整備し、時間分解能及びフィードバック能を有する計測系技術並びに超高真空技術を重点的に強化するための基盤技術開発を研究基盤技術部を中心に推進する。

研究施設の建設整備に関しては、和光地区では昭和55年度から建設を進めてきた重イオン科学用加速器及び同用建物をほぼ完成する。また、国際フロンティア研究のための中央研究実験棟を完成させ、動物の老化プロセス研究を推進するための実験棟の建設を進める。

ライフサイエンス筑波研究センターでは外部研究機関との研究協力や遺伝子科学技術の普及と高度化に貢献していくため、情報・研修棟及び外来者宿泊施設の建設に着手する。

以上のとおり厳しい財政状況の中で当研究所の事業は拡充が図られてきているが、実施にあたっては、研究成果をあげ、積極的に社会に還元することが何よりも重要な責務と認識している。

## 「21世紀へ翔くサイエンス・テクノロジー——RIKEN」 をスローガンとして「'88さいたま博覧会」に出展

標記博覧会は、下記要領で開催されました。  
 テーマ：自由——躍動する未来の創造  
 スローガン：EXCITING SAITAMA '88  
 会場：埼玉県熊谷市  
 会期：昭和63年3月19日(土)～5月29日(日)72日間  
 入場者数：約250万人

当研究所も県からの要請により、パビリオンの一つである「豊かなくらし館」に約50㎡の展示場の提供を受け、当研究所の概要、歴史、最近の研究成果等のパネル類、美しい準結晶構造のモデル、サイクロデキストリンを使用した製品類、表面鏡面研削等の比較的理解し易い研究成果の展示を行いました。

また、土・日・祝日等には、「遺伝子を見る」、「易しいヨーグルトの作り方」、「微生物電池による時計、プロペラの作動」等のデモンストレーションを行い、入場者に好評を博しました。

これらの展示・デモンストレーション等が、日頃、「科学技術」を敬遠気味の一般の方々の、当研究所に対する理解と関心を深めさせる一助となったものと考えています。

博覧会は成功裡に幕を閉じましたが、当研究所にご関心のあります方は、いつでも気楽にお立ち寄りください。

連絡先：開発調査室  
 (内線 2742-4)

当所の展示コーナー



「ヨーグルトの作り方」の実演に見入る入場者



「微生物電池」の実演を行う当所の田中和子研究員



顕微鏡で遺伝子を見る入場者



## 植物病原菌の 偉大な貢献

1986年7月より、私はドイツ学術交流会 (DAAD) の日独交換研究員として西ドイツのケルン市にあるマックスプランク研究所植物育種学研究所で1年間の研究生活を送る機会を得た(写真)。マックスプランク研究所は現在約50研究所があり、西ドイツの各主要都市に分散して存在する。植物育種学研究所はそれら研究所の中の一つであり、設立当初(1957年)は作物の品種改良が研究の中心であったが、10年前にシェル博士が所長に赴任して以来、植物の遺伝子工学的研究を積極的に推進し、今日では世界における植物遺伝子工学研究の先導的役割を果たす研究所の一つである。

植物遺伝子工学の発展に大きな貢献をもたらしたのが、植物病原菌アグロバクテリウム・ツメファシエンスの研究であった。私も西ドイツへの留学を機会にこの植物病原菌との付き合いが始まることになった。20年間以上も植物病理学分野の研究に携わってきたにもかかわらず、それまで一度もこの植物病原菌に手を触れたことがなかったのは、作物栽培上の被害の面から見ると、それほど重要な病原菌ではなかったからである。10年前まで、この些細な植物病原菌が植物の分子生物学に大きな貢献をもたらすとは誰も想像しなかったであろう。

アグロバクテリウム・ツメファシエンスは土壌棲息性細菌で、エンドウやタバコのような双子葉植物の根に感染し、根の先端の周りを腫瘍状にふくらます病気(根頭がんしゅ病)をひき起す病原菌である。それ故植物病理学では根頭がんしゅ病



菌と呼ばれる。根頭がんしゅ病が他の植物細菌病と根本的に異なる点は、感染によって植物細胞が腫瘍細胞に転換し、病原細菌の存在なしに独立して増殖を開始する点にある。これは根頭がんしゅ病菌の細胞質遺伝因子あるプラスミド(Tiプラスミド)上の小さな部分(T-DNA)が植物細胞の染色体DNAに移行し、細胞が腫瘍化することによる。この点を利用して、TiプラスミドのT-DNA部分に存在する腫瘍誘導部分を取り除き、その部分に目的とする遺伝子DNAを挿入し、元の根頭がんしゅ病菌に戻して植物に感染させると、植物に病気をひき起すことなく目的遺伝子を植物細胞内に導入することができる。この新しい発見は、植物への外来遺伝子の導入法の確立、さらに植物における遺伝子の発現・制御に関する基礎的研究にも大きな発展をもたらした。

我々も同様の手段で殺菌剤や除草剤に対する抵抗性遺伝子をタバコやキュウリに導入したり、またイネ、ムギのようなイネ科植物に対してもアグロ感染による遺伝子導入を試みており、本菌が作物保護分野の研究においても益々重要な道具となっている。

最後に、理化学研究所とマックスプランク研究所との協力研究をさらに強化し、先端的研究がなお一層推進されることを期待したい。

微生物制御研究室

研究員

米山勝美

理化学研究所ニュース No. 99, July 1988

発行日・昭和63年7月31日

編集発行・理化学研究所

〒351-01 埼玉県和光市広沢2番1号

電話 (0484) 62-1111 (代表)

編集責任者・佐田 登志夫

問合せ先・開発調査室(内線 2743)