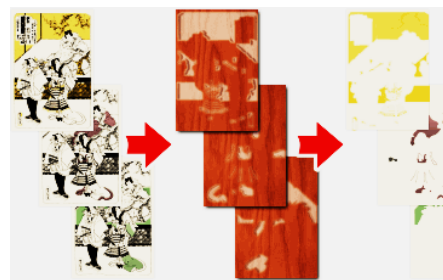


# 精密・微細加工



万年時計(万年自鳴鐘) / 1851年 - 田中久重



浮世絵版画 (浮世絵ぎやらしい)



# 精密加工の狙い

機械・設備の高性能化、高速化、軽量小型化等の社会ニーズに合わせて、部品加工の精密化、微細化が追求され、高品質な加工技術が進歩。現在では原子・分子のナノレベルを制御するレベルにきている

**精密加工**: 切削・ビーム等による**除去加工**、打ち抜き等の**切断加工**、溶射等の**付加加工**、プレス等の**変形加工**、**表面仕上げ加工**等がある

**部品の機能向上**—表面の滑らかさ向上によるレンズ等の光学的機能、HDDや磁気ヘッド表面の磁気特性機能、電子部品等の高集積化と加工変質層を残さない加工

**部品の信頼性向上**—軸と軸受など相対運動する要素部品の表面粗さを小さくして耐磨耗性の向上、表面加工変質層の緩和による耐食性向上、加工変質層内部の圧縮残留応力による疲労強度の向上

**部品の互換性向上**—許容公差内の加工により、部品の互換性が確保され、家電・自動車産業その他の量産品の規格化、標準化に貢献

**機械の運動精度の高度化**—回転運動、直線運動をする要素部品の精度向上で機械の運動精度が高まり、異常な振動の抑制に効果

**機械の高効率化**—ガタ、振動の軽減、潤滑特性の向上による摩擦損失の抑制、気密性確保／リーク防止などによる効率向上

**小型化、高集積化**—電子回路の高集積化、シリコンウェハの表面粗さ、半導体製造装置の作動精度向上などのために小型高精度加工が不可欠

**表面の美観**—高精度加工の表面は一般的に美観を備え商品価値を高める。塗装にも好影響

**超精密加工**: 単結晶ダイヤモンド工具を利用して数nm～数十nmの仕上げ面粗さのポリシング相当鏡面研削が、軍需産業、レーザ核融合、磁気ディスク基板、各種レーザミラー、X線反射ミラー、レンズ金型、人工衛星等の重要部分に導入されてきている



図57-1 チタンの薄肉加工  
(厚さ $0.5t \pm 0.01$ )  
(相埼電機製作所)

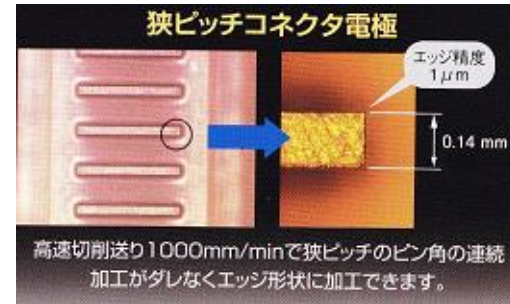


図57-2 狭ピッチコネクタ電極 (MHI)



図57-3 超精密加工部品例 (キメラ)

表57-1 超精密加工 JST/日本科学技術振興機

分類	精度レベル	対応材料	加工形状	事例
超精密切削加工	形状精度 100nm	軟質材料	加工形状自由	ポリゴンミラー、フレネルレンズ
超精密研削加工	100nm	硬脆材料 も可	比較的単純 な形状	非球面ガラスレンズ金型、 X線ミラー
超精密研磨加工	表面粗さ 1nmオーダー			ガラスレンズ、Siウェハ
微細加工	100nmオーダーの微細形状加工が実用化			LSI、加速度センサー



超精密光学ガラス素子用金型  
(東芝機械)

# 精度の向上

機械は一般的に運動や仕事をさせる装置であり、そのために部品と部品との相対距離を時間的に変化させる。この距離を安全に正しく変化させるためには部品の精度の高いことが重要で、時代の先端技術とそれを達成するためのコストとの兼ね合いとなる

精密・微細加工において工作機械主軸+工具ホルダー+切削工具トータルでの「**振れ精度**」は形状精度、仕上面粗さ、工具寿命に大きな影響をもたらす。工具の振れ精度を $\mu\text{m}$ に抑えるためには焼きばめホルダーなどが有効

超精密・微細切削は工具の微小径化によって適用可能な範囲が決まる。さらに保持方式、工具軌跡を含めた切削条件、工具非接触計測システム(機内計測)、CAD/CAM、MC(マシニングセンター)など工具を活かす周辺技術の開発・構築が必要

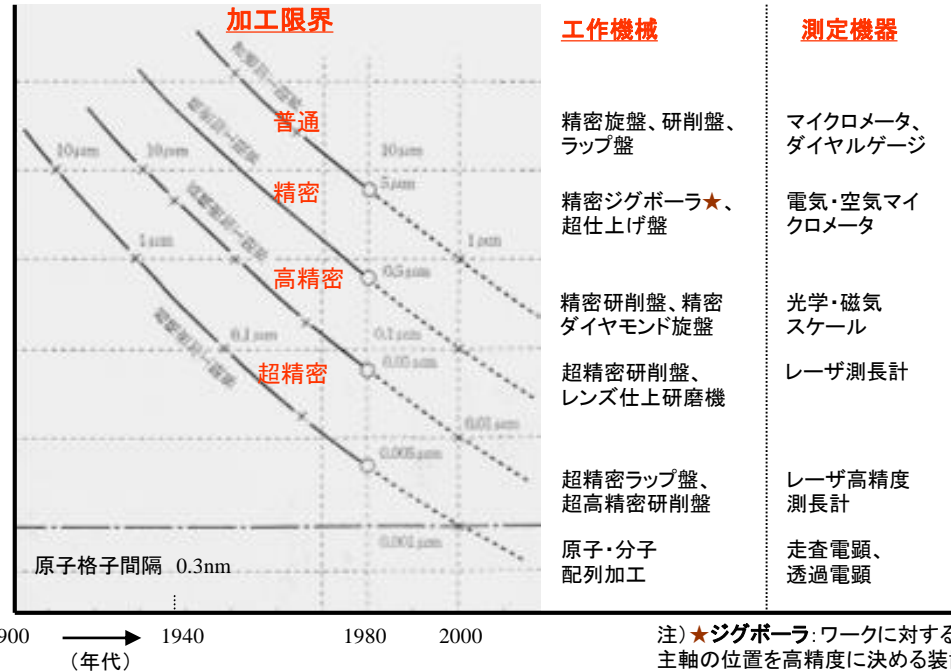


図57-4 総合加工精度と年代 ①

注)★ジグボアラ: ワークに対する主軸の位置を高精度に決める装置を備え、主としてジグの穴あけを行なう中ぐり盤。今はMCでジグボアラ級の精度が出せる



図57-6 超精密・微細切削技術に求められる要素例 ⑥2010.1

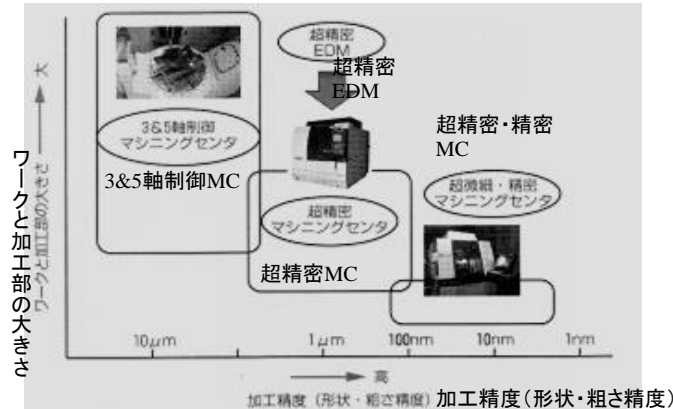


図57-5 超精密・微細切削技術と加工機の進展例 ⑥2010.1

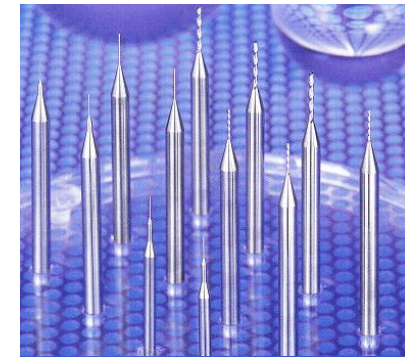


図57-7 微細加工用先細ドリル (住友電工)



# 基本特性

加工されたワーク(工作物)の精密さは、寸法精度、形状精度、仕上げ面粗さ、加工変質層等で評価され、最終的にはこれらの要素の最適な条件の組み合わせで高度の精密さを達成する

原理	特性	内容
ワーク (工作物)	加工単位、被削材の同質性	加工単位 * を最小にする。表面と内部の粗密の違いも確認が必要
	被削材の異方性	結晶方向によって加工特性が変わるので留意
	ワークの履歴と残留応力	精密加工前の粗加工は加工単位が大きく、加工変位層、残留応力が大きく、応力除去の焼きなましが必要
	ワークの形状と保持方法	ワークに弾性変形が生じないような保持方法が必要
工具	転写性と磨耗特性	工具には高温で硬く耐摩耗性に優れた材料を使う。加工面の表面粗さはセラミックス粉末の焼結、単結晶のダイヤモンドの工具が優れている。工具材料の結晶粒子の大きさが限界
	被削材との親和性	被削材と工具の融着のし易さは刃先端に溶着物を生成し加工面の平滑性、寸法精度を悪化させる
工作機械	運動精度	工具とワークの相対運動の周期性の回避、機械のガタ、慣性力の影響をできるだけ排除
	剛性と変位の方向性	工作機械のテーブル、主軸などの剛性の高い方向に力がかかるように注意
	熱変形	加工時の発熱、モータ等の熱源による工作機械の熱変形の影響しない構造材料を取り入れる
熱と力	力の方向と工具の系の変位	工具-ワーク系のもっとも剛性の高い方向に加工の力が加えられるようにする
	加工で発生する熱	工具-ワークの接触面で発生する熱は工具を摩耗させ、ワーク・工具に熱変形を起こさせる。強制切り込みの強さに注意
統合化	加工の複合化	機械的除去加工だけでは工具摩耗が激しく、精度維持ができない場合に電解で大きく除去加工した後機械加工で精度を確保する
	人の技能と知恵による最適化、統合化	コンピュータによる数値化した制御だけに頼らず、数値化できない要素は作業者の経験から得た技術を活かさねばならない

注\*)加工単位:ワークから除去される切り屑の体積

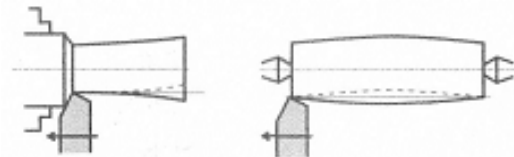


図57-8 切削抵抗による工作物の変形 ③

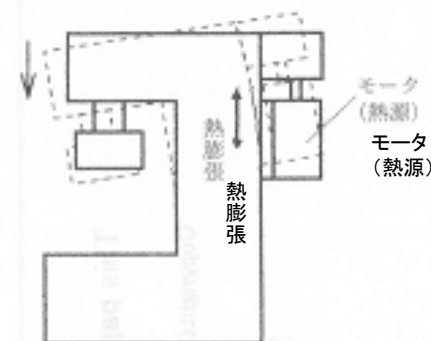


図57-9 モータ発熱によるフライス盤主軸の傾き ③

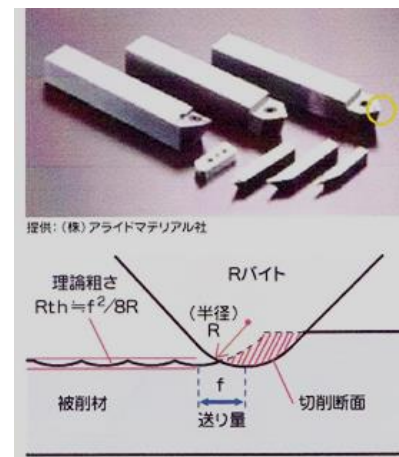


図57-10 単結晶ダイヤモンド工具と理論粗さ (アライドマテリアル)

## 切削加工

光学器械や電子機械部品等高性能精密機械では従来の除去加工(切削、穴あけ等)技術の延長では対応不可能。マクロからマイクロへの加工への新しい展開が求められる。ワークは鉄・非鉄の金属材料、セラミックス、シリコン、プラスチック、無機・有機材料、それらの複合材料などほとんどの固体材料が対象となる

**超精密工作機械**: 仕上げ面に微小な振動や熱の影響が及ばないような工夫が必要で、発熱膨張のあるモータの代わりにエアタービンが利用されたり、工作機械自体を恒温チャンバーに置き作業者は遠隔操作し、加工品の形状測定は工作機械内部で実施(機上測定)。情報化社会を支えるコンピュータ、光通信関連、パソコン、CD/DVD装置、デジカメ、液晶TV等の部品である磁器ディスク、ポリゴンミラー、非球面レンズ/ミラー、回析格子、導光板等超精密加工に必要な加工装置 ①

**複合加工機**: 従来のNC旋盤の機能とMCの機能の両方を持ち合わせた工作機械。この複合化により、1台の工作機械で全ての加工を終えることができる

**マイクロ工作機**: 日本のものづくりの差別化、環境・省エネ問題対応として小さいものを多品種少量生産するマイクロマシン、デスクトップファクトリ(DTF)が注目されている 産業技術総合研究所(AIST)

**超音波加工機**: 遊離砥粒方式と固定砥粒方式がある。工具に超音波振動を与えて砥粒のワークへの衝突により除去加工が行われる。前者では工具と同形状の穴・窪みの加工、後者では工具に回転を加えて真円度が向上し、高精度な微細加工が可能。超強化ガラス、高硬度脆性材料の精密加工に対応

**エッチング**: 化学薬品の腐食作用を利用した塑性、表面加工。素材表面の必要部分のみに防食処理を施し、腐食剤によって不要部分を溶解侵食、食刻することで目的の形状を得る。携帯電話等の電子機器用のプリント基板、ICのリードフレームなど厚さ数nm(ナノメートル)~数 $\mu\text{m}$ の金属板材の製造にも利用

**バリ取り**: 切削、研削、成形加工等は工作機械による加工自動化が行なわれているが、バリ取りは一般に手作業。バリ取りツールをMCににセットした「バリ取り自動化」により、手作業回避、エッジ品質の向上、コスト・加工時間の削減が達成される (ジーベックテクノロジー)

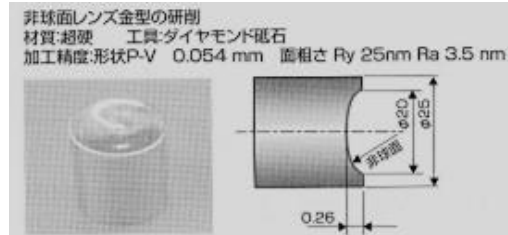


図57-11 超精密部品加工事例 ①

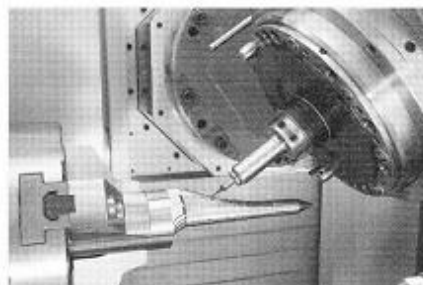


図57-12 複合加工機による人工骨の加工 (森精機)

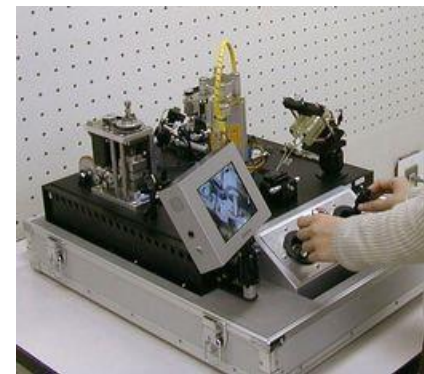


図57-13 マイクロファクトリー (AIST)

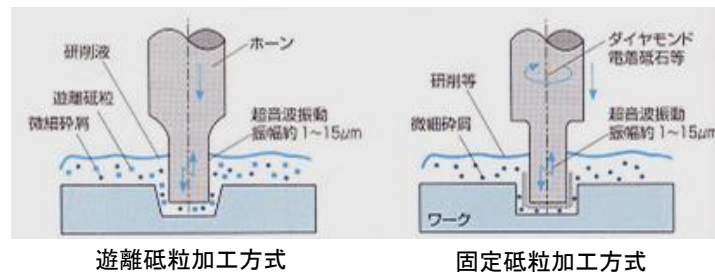


図57-14 超音波加工の原理 ①

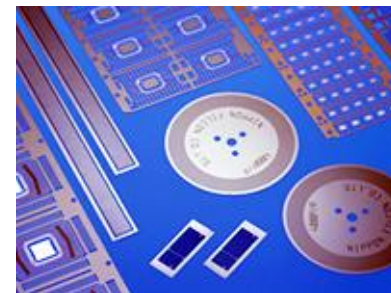


図57-15 メタルエッチング (日本フィルコン)

# 研削加工

切削加工は刃物(バイト)でワークを削り切り屑を出す加工であり、これに対して**研削加工**は高速回転の研削砥石を用いてその高硬度・微細な砥粒でわずかずつ削り取り、切屑も切削加工に比べてはるかに小さい精密加工法。硬脆材料、耐熱材料等の各種難削材料の高精度、高能率加工、切削加工後の仕上げ加工に利用

**内筒研削盤**:ワークをセンタで保持して回転させ高速回転させたホイールの砥石の外面で円筒外面を加工するもの。また円筒ワークの平面部分も加工できる。カム研削盤、クランクピン研削盤等の専用盤もある

**内面研削盤**:円筒内面(穴)を加工するもの。砥石はその穴より小さいものが用いられるため高速回転する

**平面研削盤**:平面を加工するもの。ワークの運動方法により、回転する立て軸回転テーブル形、往復する横軸角テーブル形、その他さまざまな種類があり、砥石形状との組み合わせは多岐にわたる

**心なし研削盤/センタレス研削盤**:円筒外面をセンタなしで加工するもの。研削砥石と送り砥石でワークをはさみ、それを下からブレードで支えて加工する。ワークは送り砥石に押し付けられその回転と逆方向につれて回る。複数のワークを連続して加工することができるので高能率

**歯車研削加工**:歯車加工を $\mu\text{m}$ の単位で精度管理をする。たとえば自動車のトランスミッションギヤは精密に研削することでギヤノイズを減らし静粛性を高め、燃費向上にも貢献

**工具研削盤**:特定の工具を研削する研削盤。研削する工具の種類によって、ドリル研削盤、ホブ研削盤、正面フライス研削盤、超硬バイト研削盤、ブローチ研削盤等がある。東京エンジニアリング

**微細成形**:デジタルCCDカメラによる機上測定、砥石先端Rのドレス加工、湿式研削(極薄加工対応)、2-スピンドル(粗+仕上げ砥石)等で通常研削を補強

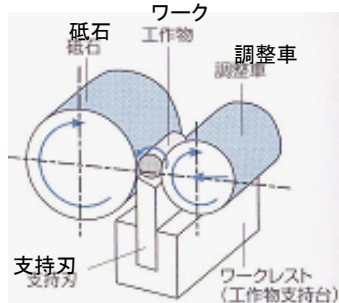


図57-17 センタレス研削の原理 ①



図57-18 歯車歯面研削 (長岡歯車製作所)

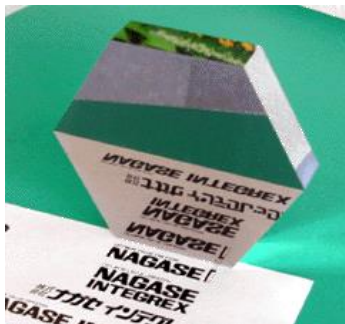


図57-19 超精密成形平面研削盤による鏡面加工 (ナガセインテグレックス)

平面度	0.53 $\mu\text{m}$	
面粗度	Ry	0.110 $\mu\text{m}$
	Ra	0.018 $\mu\text{m}$
材質	SKD11	

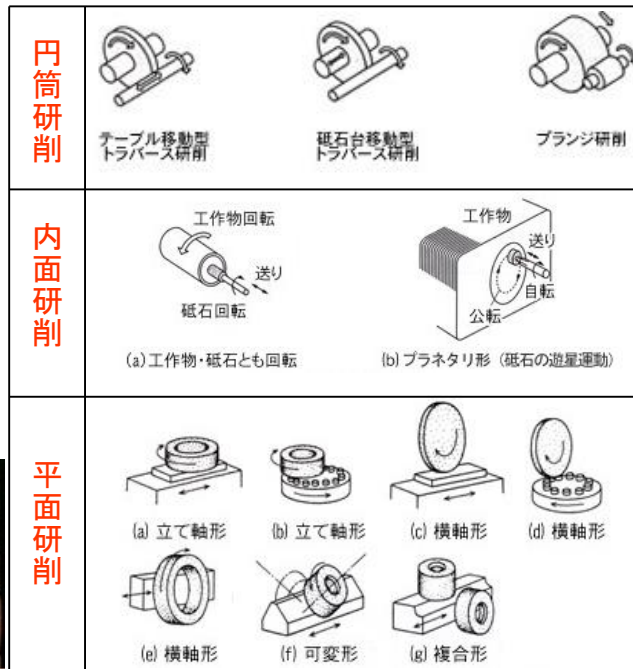


図57-16 各種の研削方法 (東京エンジニアリング)



図57-20 高精度CNC工具研削盤 (牧野フライス精機)



# 表面仕上げ

電子機器、光学機器等ハイテク機器ではマイクロ化、軽量化、高機能化の追及が続けられ、その精密部品の多くは切削加工・研削加工の一次・二次加工で製品に組み込まれるのではなく、最終仕上げの研磨加工が必要

**ラッピング**: 加工物とラップ工具の間に砥粒を介在させ擦り合わせることで、 $\mu$ /サブ $\mu$ 単位で面を仕上げる研磨加工法。セラミックス等高硬度材料から金属まで適用可能 (ニシカワ)

**ポリシング**: ラッピング加工で創成された梨子地面を平坦な鏡面に仕上げる研摩法。研磨工具は軟質なもの(ポリシャ)に代え、研磨剤も選練された微細粒子( $\mu$ ・サブ $\mu$ )を使用。加工法はラッピング加工にほぼ同じ (新興製作所)

**ホーニング**: 円柱状の砥石の主軸を円筒加工物の内面に押しつけ、面接触状態を保ちながら往復・回転運動し、内径を研磨する。シンプルな加工工程でエンジンシリンダ等量産部品に適し、研磨精度も高い Wikipedia

**超仕上げ**: 砥石をワーク表面に一定圧力で押し付けながら砥石に10~50Hzの短周期の微小振動(1~4mm)を与えながら砥石を移動させる仕上げ法 ③

**シェーピング加工**: 工具を回転させずにワークを動かして加工する方法で、リング溝、内歯歯車の歯等に適用。旋削加工のような引き目が加工面に形成される。加工面の粗さRzは $1\mu$ のレベル (MHI)

**鏡面仕上げ**: 研磨剤を用いて金属等の表面をnmレベルまで平滑に処理して鏡のような光沢のある面に仕上げる

**きさげ**: 超精密工作機械や超精密測定器のベッドなど機械の摺動面や、定盤のような金属平面の摩擦抵抗を減らす目的の仕上げ工程で、微小な窪みを付ける加工。きさげ加工には「きさげ」と呼ばれる刃先が鈍角の専用の「鑿」(のみ)が用いられる

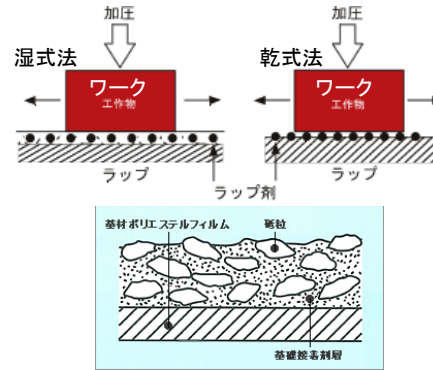


図57-21 ラッピング (東大 阪技術交流プラザ、三共理化学)

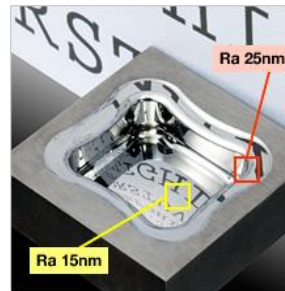


図57-25 超硬の深彫ポケット加工 (牧野フライス精機) 30x 30 x 10 mm、ポケット深さ7mm

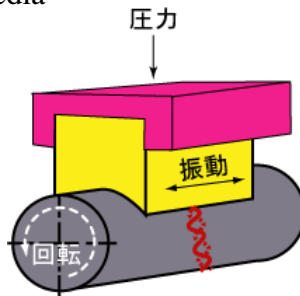


図57-24 超仕上げ (西部自動機器)

表57-2 ラッピングフィルムによる研磨加工例

ワーク形状		研磨対象部品
円筒		クランクシャフト、エアコン用ストレートシャフト、プリンタ樹脂ローラ
平面	ディスク	フロッピーディスク、シリコンウェハ
	平板	液晶ガラスフィルタ、ビデオテープ
曲面		磁気ヘッド、ビデオ映像ヘッド、光ファイバコネクタ、ガラスレンズ



図57-22 大型両面ポリシング機 (新興製作所)



図57-23 ホーニング加工機の超砥粒ダイヤモンド工具 (Wikipedia)



図57-27 きさげ加工作業 (ニシカワ、藤田製作所)

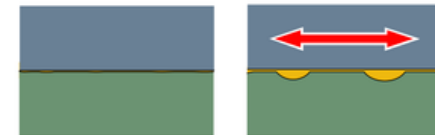


図57-26 平滑度の高い面ーきさげ加工無(左)と有(右) 平滑度の高い面では、潤滑油が入らないために固着や焼き付きが起きる (Wikipedia)

# ビーム加工

レーザや電子などのビームを収束させてエネルギーを一点に集中させることにより、被加工物を溶融させて、切削除去、溶接、切断などの加工を実行する。工具をワークに接触することがないので、工具摩耗・劣化がなく、高精度、微細の加工が達成されやすい

**レーザ加工:** レーザー光を利用することで、従来の刃物や切削器具を用いても不可能な切削や切断加工を行う。失明の危険がある不可視レーザーを使用するので、加工エリアと作業者の間に開閉ドアを装備、火災センサーアラーム付等の安全性の高いレーザー加工機が増加している

特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>○薄肉部品の切断にも適用できる</li> <li>○超硬金属、セラミックなどの機械加工の困難な材料の切断</li> <li>○微細、精密、複雑な形状の切断、狭あい部の表面処理が可能</li> <li>○セラミックなどの高融材料の溶接、異質金属の接合が可能</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>○装置価格の一層の低減</li> <li>○レーザ発振器の小型化、高出力化</li> <li>○レーザ発振器の運転状態の安定化、高寿命化</li> <li>○加工状態のインラインモニタリングによる加工品質の向上</li> </ul>

**電子ビーム加工:** 真空中で光の速度の半分くらいに加速しビーム状にした電子を、材料に衝突させて行う加工法。電子の運動エネルギーの大部分は熱エネルギーに変換され、加工物の温度はその融点・沸点を超え、材料が蒸発して加工を達成。電子ビームはその位置、大きさ、強さが正確に制御できるため、微細な加工が可能

**集束イオンビーム(FIB)加工:** イオンを加速・集束して被加工物に照射し、その衝突エネルギーを利用した加工方法。電子ビーム加工のように真空装置を必要としないなどの長所をもつ反面、イオン発生率の能率が低い、ビームの集束性が悪いなどの問題点がある (ことバンク)

**放電加工(EDM):** 電極と被加工物との間に短い周期で繰り返されるアーク放電によって被加工物表面の一部を除去する加工方法。導電性材料であればどんな硬い材料でも加工可能。金型の製作に広く用いられる。高精度加工のためには放電加工機の電極もさらなる高精度・微細化が必要

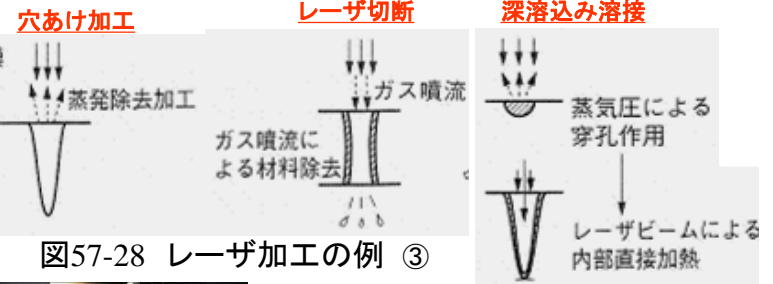


図57-28 レーザ加工の例 ③



図57-29 レーザ加工 (ヤマザキマザック)

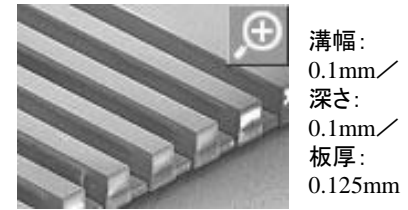


図57-30 ポリイミド溝加工/エキシマレーザ (東成エレクトロビーム)

## 応用例

1. 半導体関係: クーリングプレート、電極部品
2. 自動車関係: ギヤ、エンジン部品、ターボ部品
3. 精密機器関係: 圧力センサ、ベローズ
4. 電子・電気関係: 超電導線用ビレット、電極板
5. 真空機器関係: 真空チャンバ

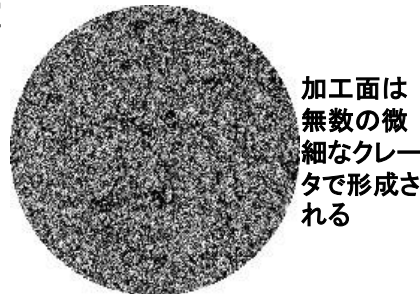


図57-32 EDMによる加工面 (KDソリューション)



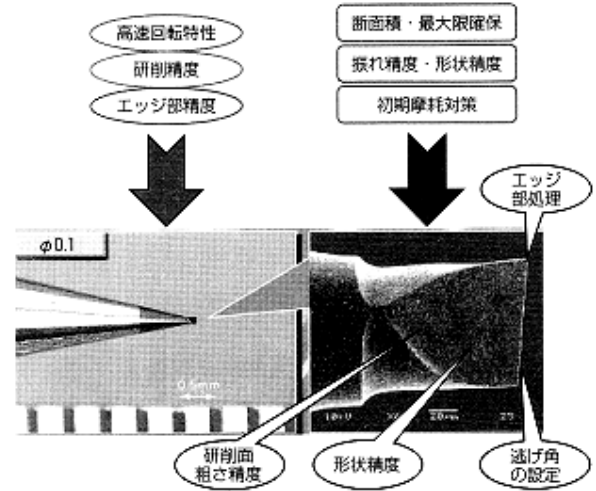
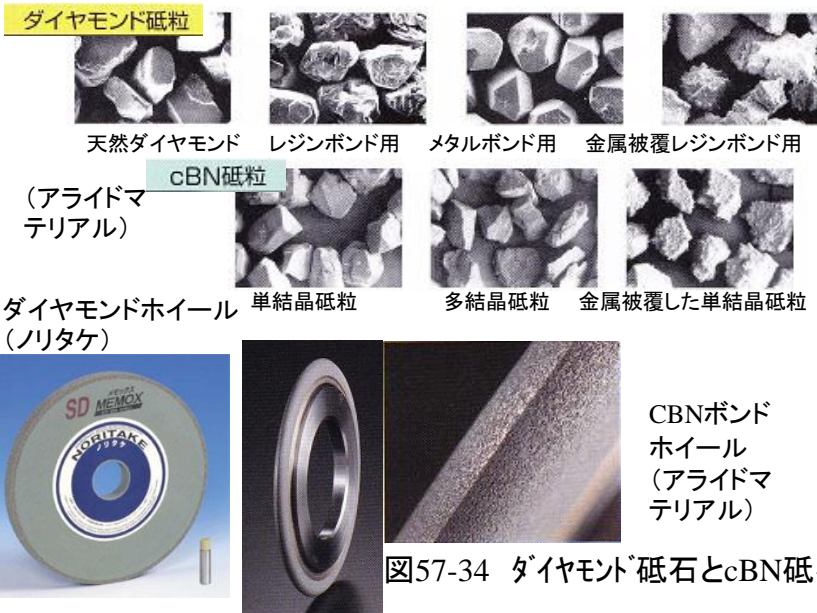
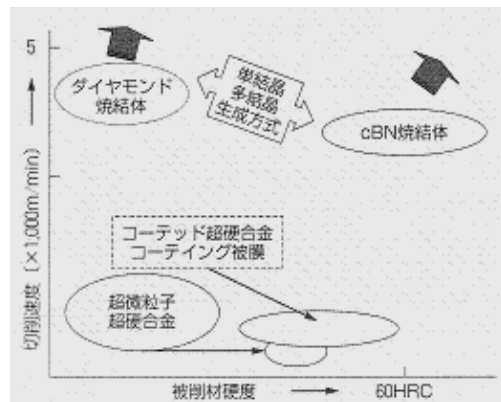
図57-31 FIB加工観察装置 (日本電子)



# 工 具

微細形状切削は切削後の仕上げが難しく、刃先が変化しない「減らない工具」が必要。おもな工具材料は**cBN焼結体**、**ダイヤモンド焼結体/多結晶ダイヤモンド(PDC)**、**ハイス**(高速度工具鋼)、**超硬合金**(炭化タングステンを主成分とする焼結体)、**セラミックス**(酸化アルミニウム他)、**サーメット**(炭化チタン等と金属結合材のとの焼結体)等

PDCは、1.耐摩耗性に優れ長寿命、2.構成刃先が付きにくく高精度・高面粗度が得られる、3.靱性があり非鉄金属・非金属加工で天然ダイヤに比べ重切削が可能



精密スピンドル: 精密加工を実現するために必要不可欠

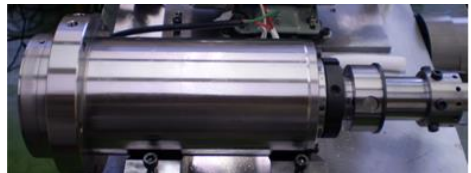


図57-36 工作機械精密スピンドル (アビコ技術研究所)

図57-37 超精密・微細切削用工具形状の条件例 ⑥

# 測定・評価

加工技術と計測技術は密接に関係している。より高精度の加工をするには、それ以上の精密測定精度が求められる。測定対象は長さ・寸法、角度、形状（真円度など）、表面粗さ等。加工機械上で接触式あるいは非接触式で測定する「**机上測定**」は生産性向上に有効

表57-3 マイクロメータとノギス(参考)の総合誤差

最大測定長 mm	誤差 μm	ノギス誤差 μm
<50	±4	
100-150	±6	±50
200-250	±8	
250-300	±9	±60
350-400	±11	
450-500	±13	

**ブロックゲージ**: 測定面が平行な立体構造で、他のブロックゲージとよく密着する特性を持つ

- 特徴
- 寸法は他に例がないほど正確
  - 複数のゲージを重ねて任意の寸法基準を作る
  - 硬く耐摩耗性に優れる
  - 経年変化が少なく、錆びにくい

精度-K(最高級)、0、1、2級の4等級が規定されている



図57-38 ブロックゲージ (黒田精工)

**マイクロメータ**: ねじの送り量を回転角度で読取って微小単位で測長する。デジタル表示のものもある

**標準尺**: 目盛線間の距離で寸法を表す。光学測長機の倍率校正や送りテーブルの精度校正等に使用。鋼に近い熱膨張係数の50%Ni鋼あるいはガラス製

**基準ゲージ**: 軸、穴径の測定に使用

**限界ゲージ**: 軸、穴が許容される最大寸法と最小寸法の範囲内にあることを検査する

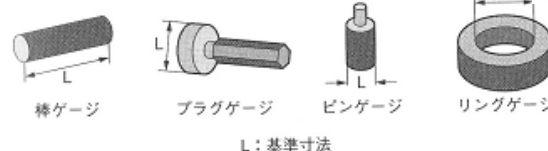


図57-39 限界ゲージと基準ゲージ(左) (④, gauging co)



図57-40 マイクロメータ (ミツトヨ)

**三次元測定装置**: 互いに直交するXYZ軸の位置を所定の接触圧で接触させて空間上の3D座標を測定。**非接触式**はCCDカメラを使用してその空間位置を測定

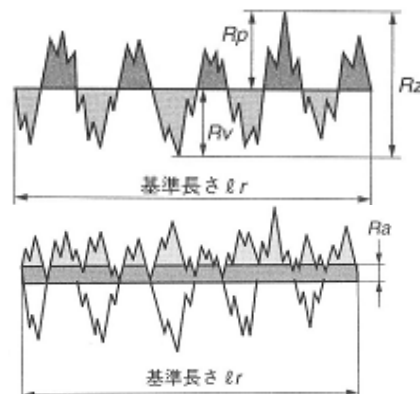


図57-42 最大高さRz(上)と算術平均粗さRa(下) ④

表57-4 仕上げ記号と表面粗さ

仕上げ記号	表面粗さの標準数値		
	Ra	R <sub>max</sub>	Rz
▽▽▽▽	0.2 a	0.8 S	0.8 Z
▽▽▽	1.6 a	6.3 S	6.3 Z
▽▽	6.3 a	25 S	25 Z
▽	25 a	100 S	100 Z
~	特に規定しない		



図57-41 CNC三次元測定機 (ミツトヨ)

- 最大駆動速度 519mm/s  
最大駆動加速度は 2309mm/s<sup>2</sup>で総測定時間を短縮  
\*機種により異なります
- 16~26℃の環境下における測定機本体の精度保証を実現



## 適用分野

デジタルデータによる製品設計、CNC(コンピュータ制御)工作機械の導入で、生産拠点の世界的な拡がり、生産技術の平準化が加速しているが、国内製造業のモノづくり生き残り戦略として超微細、高精度、高速の加工技術の進展が必須

**情報家電機器:** 製品のコンパクト・高性能・高密度化などデジタルデバイスの開発競争が激化。半導体基板では表面均質性、形状、寸法に最高度の加工精度が、またLEDでは脆弱な難削材にナノインプリント、レーザ加工、放電加工などの超精密研磨加工が要求される ⑥

**高速機械:** 航空機、自動車等の高速回転エンジン、鉄道車両の駆動装置・車輪、高速作動の産業用ロボット等の高速可動部分は、滑らかな作動、振動抑制、迅速な始動・停止を実現するために加工寸法の高精度を保ち、精細なバランス、静止部分との隙間管理が必要

**工作機械:** モノづくり高度化の要求で、その製造母体である工作機械の製作には各種製品より高い精度が求められる。とくに近年では被加工物は金属材料のほか、セラミックス、CFRP等の複合材料など多様化が進み、難削材の高精度加工への対応が迫られている

**測定装置:** 高度化製品の寸法、加工形状、表面粗さ等の加工精度を確認するには工作機械の加工と同等レベルの精度の測定装置が必要。加工部品単体を測定する三次元測定器、工作機械での機上測定装置などがある

**金型:** CNC成形研削盤の市場投入により金型構成部品の高精度化、微細化が進み、加工の自動化も実現。また、製品ワークの加工終了後に自動計測による製品精度の確認を実行 ⑦

**光学機器:** カメラ、DVD、光通信などデジタルデバイス用のAV機器、表示機器、情報機器、記録機器に軸対象マイクロ非球面レンズ型成形と大量生産の要求が強まり、また車載用光学デバイス、半導体検査用デバイス、ウェアレベルカメラ、照明用LED等では微細で複雑形状の大型金型のニーズが増大し、超精密研磨の技術が必要となっている ⑦

**医療機器:** 医療における手術・検査の機器はますます微細・高精度が要求され、義歯・人工骨・人工関節・血管に挿入するステント等の生産には個人にフィットするよう個別の微細加工が必要。最近では単孔式内視鏡手術用機器、人工関節手術用機械、インプラント用に骨を削る工具等が開発されている。人工の生体材料には難削材ではあるが生体適合性の良いチタン、セラミックスが多く使われる

### 関連工業会:

日本工作機械工業会(日工会/JMTBA)  
日本工作機器工業会 JMAA  
日本精密機械工業会 JAPMA  
日本精密測定機器工業会 JMA

日本光学測定機工業会 JOMA  
日本工具工業会 JSCTA  
研削砥石工業会



670×200×65 mm

被削材:Ti-6Al-4V

図57-43 航空機のフレームコンポーネント (牧野フライス製作所)



図57-44 自動車部品の金型彫り (碌々産業)

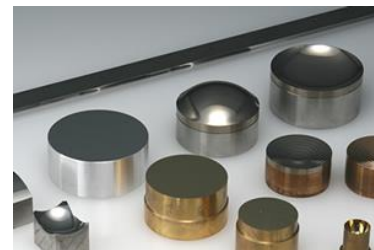


図57-45 光学駒(レンズ金型) (日東光学)  
—最も重要な点は形状精度と面粗さ

機械加工



研磨



図57-46 人工関節の加工/チタン材 (ナカシマメディカル)



## 課題

<b>超微細形状切削</b>	<p>1. 超微細精密切削用MCの超高速主軸、高加速度の追及と自動化対応、2. 微小径、高精度高性能化工具のデザイン・政策技術の開発と多様化する被切削材対応技術、3. 0.05mm径以下のツールの工具長、径の計測装置、機内自動計測システム等の追及、4. 超精密加工形状対応の工具、切削条件ソフトの開発、5. 全自動化運転の実現、6. 加工監視に最適なセンサ、シミュレーションシステムの開発 (©2010年1月号)</p>
<b>中小企業ものづくり高度化法</b> 注★	<p>同法では基盤技術の高度化に関する22項目の指針を策定しており、#14「切削加工」では日本の製造業の国際競争力維持のために、高精度化、難削材等対応の小型化、軽量化、低コスト化、短納期化等が課題。同法では切削加工のほか、#2「金型」、#11「鋳造」、#12「鍛造プレス加工」、#13「位置決め」等も高度化対象としている</p>
<b>工作機械産業ビジョン2020</b>	<p>日本工作機械の業界が工作機械産業の未来を視野に入れ、ビジョン策定検討会議を経て2012年6月に発表。産官学・ユーザーで工作機械の特質・重要性についての共通認識、自社製品の付加価値の「見える化」、ユーザーニーズの的確な把握と迅速対応、新加工技術・CAM技術等の補強、人材育成等の重要10項目を挙げている</p>

注★：正式名称は「中小企業ものづくり基盤技術の高度化に関する法律－2006年」 SFI-18 参照

## キーワード

<b>難削材</b>	<p>工業製品の高度化に伴い、各種新材料の採用が進んでいるが、従来の金属材料にない加工困難材料(難削材)が導入されている。金属材料(超耐熱鋼、チタン等)、非金属材料(セラミックス、ガラス等)、異種混合材料(GFRP、カーボン＋金属等)等で、脆性材料も多い。超音波振動加工、ワークのチャッキング、工具、切削量等の加工条件、加工中のクラック対策が必要となっている ©2011.8</p>
<b>マシーニングセンタ/MC</b>	<p>自動工具交換機能をもち、フライス削り、中ぐり、穴あけ、ねじ立てなどの異種の加工を加エプログラムに従って自動的に行う。NC旋盤が「ワークを回転させて削る」のに対し、MC(フライス盤)は「刃物を回転させてワークを削る」。NCフライス盤との違いは、ATC(工具自動交換装置)の有無である。5軸制御MCは直交するX軸、Y軸、Z軸の他に、2軸の旋回軸をもつMCで、これら5軸を同時に制御できるもの</p>
<b>cBN焼結体</b>	<p>サブマイクロメートル以下の超精密切削精度は工具摩耗限界が数<math>\mu\text{m}</math>以下のため、超硬合金か耐摩耗性が高いcBN焼結体などが適用される。cBNはダイヤモンドに次いで硬い材料で、ダイヤモンドが鉄系材料と比較的低い温度で反応するのに比べて、耐熱性、高熱伝導率のバランスがよく、高切削速度条件に有効 ©</p>
<b>砥粒加工</b>	<p>砥粒はモノを削ったり、磨いたりするために利用する粒で、ワークに比べて硬度の高い材料。高硬度材料のワークを高効率、高精度で加工する基盤技術でシリコンウエハなどの超精密加工のナノテクノロジーとしてニーズが高まっている</p>

注) cBN: 立法晶窒化ホウ素(cubic Boron Nitride)。静的高温高圧法で合成