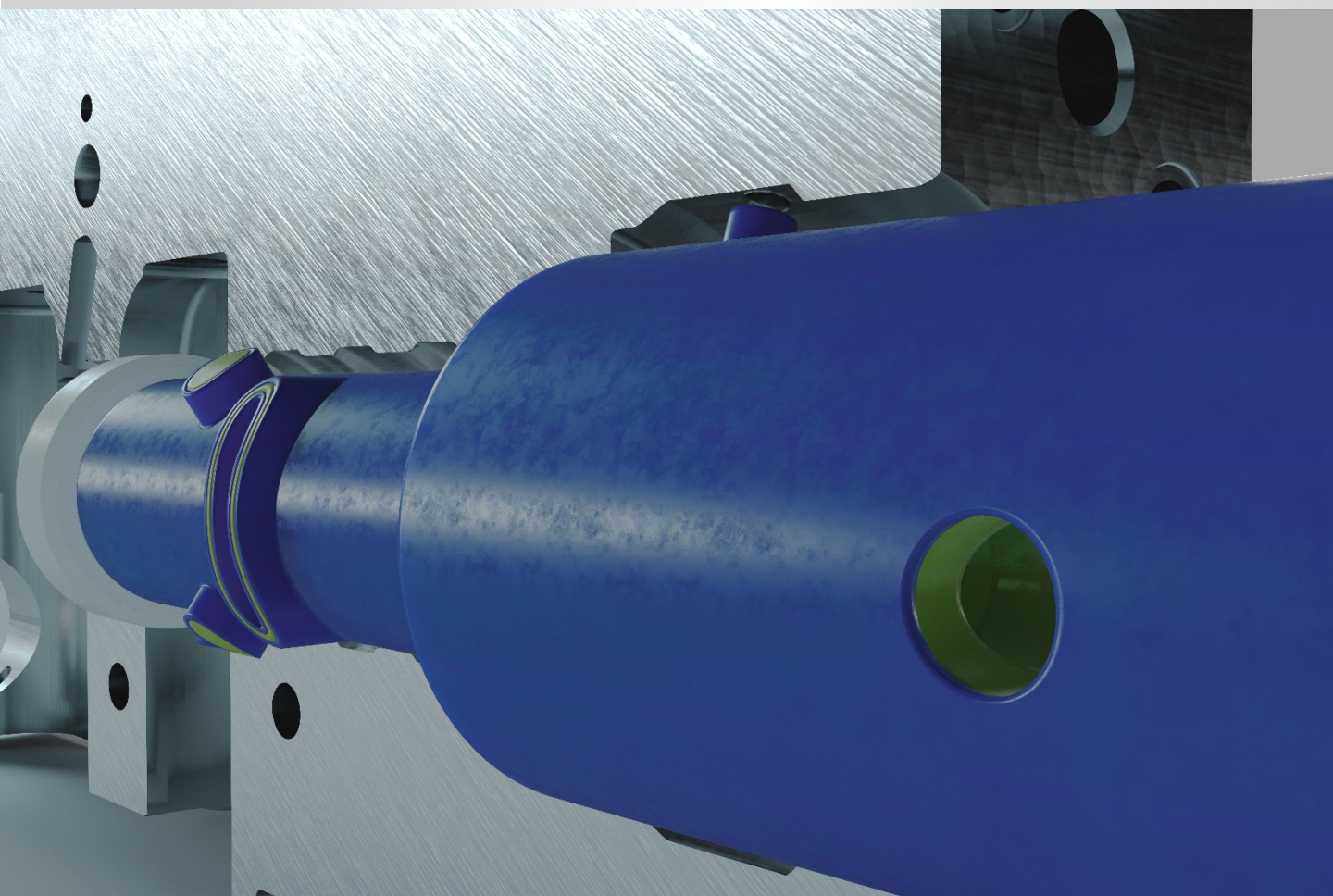




EXTRUDE  
HONE®

SHAPING YOUR FUTURE  
あなたの未来をかたち作る

Extrude Honeによる電解加工（ECM）アプリケーション



iStock



EXTRUDE  
HONE®

# Extrude Honeによる電解加工（ECM）アプリケーション

## 私達が開発したもの

Extrude Honeは、1960年代から事業を展開しており、独自の技術であるエクスツールドホンを基盤としています。その流れをくみ、電解加工（ECM）などの技術も提供しています。当社は加工機械と工具を設計製造し、世界中へお届けしています。

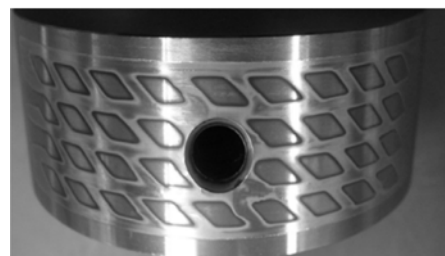
**当社は誇りをもって、バリ取りと面取りの発展に貢献しています。**

**電解加工（ECM）**は、電気化学プロセスを用いて金属を除去する手法です。素材を追加するのではなく除去するため、逆電気めっきとも呼ばれます。ECMは、従来の機械加工が困難だったり、高価になる場合の大量生産に適しています。届きにくい場所や加工が難しい素材のいずれであれ、ECMは数十年にわたり、様々な産業分野でそうした要件に応えてきました。

用途は導電性素材に限定されますが、ECMは比較的簡単かつ安価に、様々な加工が可能です。このため、今でもECMは広く用いられています。Extrude Honeは加工機械と工具を設計製造し、世界中へお届けしています。



提供:ZF





EXTRUDE  
HONE®

## 一言で言えばアプリケーション

電解加工は、素材を熔解することで、バリを取り、曲面や円などの形状を整えるプロセスです。

このプロセスは量産現場や、航空宇宙分野の油圧マニホールドなど、一度に複数の端を加工する困難な部分に適しています。

OEMは非常に高性能なシステムやコンポーネントを設計し、非常に高い圧力に晒されるものもあります。このため、手作業では加工が難しすぎたり、不可能な場合もあります。処理領域は手作業の工具が届かない場所にあるか、最高の熟練工であっても不可能な精密加工が要求されることがあります。ECMを使用すれば、複数の箇所を一度に処理できます。

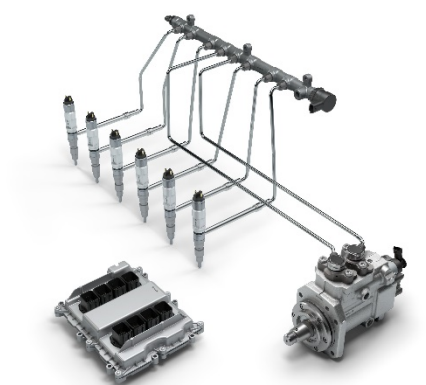
同じ部位で、簡単なバリ取りや複雑な端形状を組み合わせることもできます。また、ECMは作業の複雑さや加工物の寸法に応じて、1サイクルごとに複数の部品を加工できます。1サイクルの時間は、通常30秒~1分です。

ECMは最高レベルの品質を保ち、優れた生産性を実現し、100%の一貫性を誇ります

ECMの用途は、自動車、医療、航空宇宙、エネルギー/流体、一般加工など、様々な産業分野にわたっています。



提供:Dassault Aviation



提供:Bosch



提供:ZF



EXTRUDE  
HONE®

## 端と表面の処理、 ECM処理能力も提供します。

### Extrude HoneのECM仕上げ方法

仕上げの要件、コンポーネントの形状、材料、加工プロセスに応じて、ソリューションをご用意しています。

### ECMバリ取り（またの名をECD）

シンプルなバリ取りアプリケーション。

### ECM面取り

ECDと組み合わせられることが多く、丸い端、実円、面取りを扱うことができます。

### ECM空洞加工

単純なストレート穴から、加工物の奥で特定の形状を持つ空洞を形成します。凹部を簡単に加工でき、バリやストレスが生まれません。

### ECM穿孔

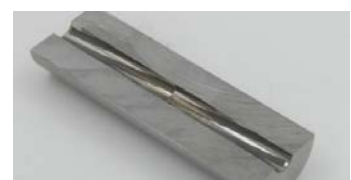
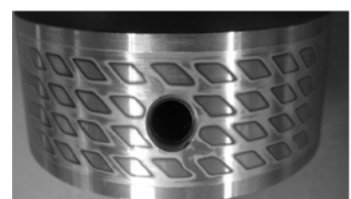
夢を実現できます。ECMを使用すれば、楕円形の穴でもたやすく加工できます。

### ECM表面構造形成

ECMを使用し、表面の構造を形成できます。例えば、ベアリングの表面でオイルの保持力を改善する場合などです。

### ECM旋条加工

ECM（静的または動的）を使用すれば旋条加工が容易になります。バリが発生せず、機械加工ストレスをかけないため、品質と精度が向上します。





EXTRUDE  
HONE®

## ECMの利点と欠点

### 利点

- 非常に正確な位置で素材を除去。
- 手の届きにくい場所の加工に最適。
- 工作が難しい金属でも同様に有効。
- 加工物に機械ストレスや熱ストレスを加えない。
- 一度の作業で荒加工と仕上げが可能。
- 高生産性。
- 1回のサイクルで複数のプロセスを実行。
- バリが発生しない。工具の摩耗が実質的にゼロ。
- プロセスの安定性と制御性が改善。
- 固定具（加工物の入力と出力を自動的に配置するためのカソードの一群）やフレキシカソード（手作業またはロボットを使用して配置）を使用可能。

### 欠点

- 導電性素材でのみ利用可能。
- 腐食性の塩分が原因で、プロセス後の処理が必要。カソードを対象の加工物に合致させる必要があるため、専用の工具が必要。



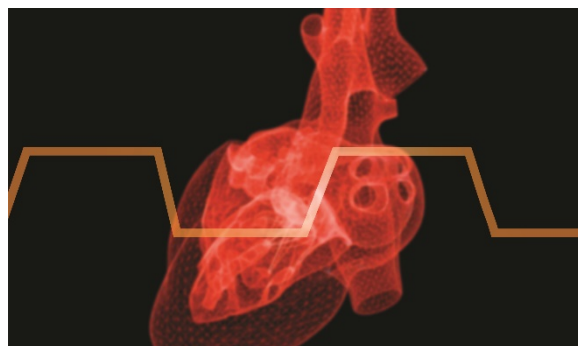


EXTRUDE  
HONE®

## ECMが従来の加工より優れている領域

ECMは、従来のプロセスが生産性と品質の要求を満たせない場合に使用されます。以下のような状況です。

- 生産量が多い
- 加工が困難な素材
- 加工する部位が届きにくい
- 従来の加工の方が高くつく
- 従来のプロセスでは最終的に高品質が安定して得られない



ECM本来の特性の一部は、希少素材、複雑な形状、生産性と品質に対する高い要件など、現代の製造業に適しています。

ECMの特性	ECMの付加価値
<ul style="list-style-type: none"><li>• ECMは素材を溶解することで除去します。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ECMは素材の物理特性に関係なく効果を発揮します。ECMは硬化された素材にも同様に有効です。</li><li>• 室温での加工。</li><li>• EC加工を経ると：<ul style="list-style-type: none"><li>• バリや鋭いエッジが無くなります。</li><li>• 熱的または機械的応力が掛かりません。</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• ECMでは、工具は加工物と接触せずに素材を除去します。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ツールマークや治具の破損がありません。</li><li>• 理論的には工具の寿命は無限です</li></ul>



EXTRUDE  
HONE®

## ECMの基礎を成す科学

ファラデーの電気分解法則が電解加工（ECM）の原理を成します。ここでは、熔解した金属の質量は、電極へ転送された電荷の数に比例することが示されています。

$$m \propto Q \qquad m \propto I \times t \qquad m = C \times I \times t$$

オームの法則（ $V = I \times R$ ）と組み合わせると、以下の方程式が得られます。

$$m = C \times (V / R) \times t$$

記号：

m = 熔解する金属の質量

Q = 放出される電荷量

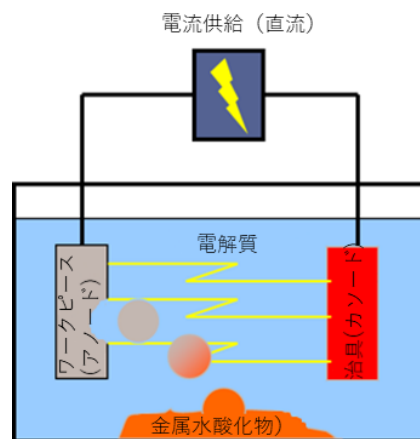
I = 電流

t = 時間

C = 比例定数

V = 印加電圧

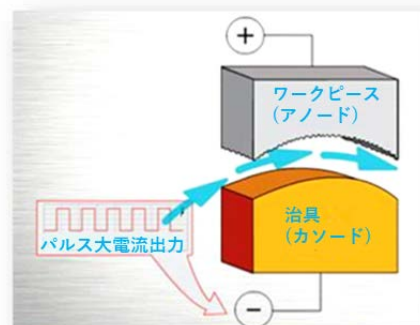
R = 抵抗



### ECMの基本要素

- 直流電流の電源。
- 電源のカソード（-）端子へ接続された工具。
- 電源のアノード（+）端子へ接続された加工物。
- 電極間を満たす電解液。

電極間に電圧が印加されると、電流が電解液を通じて流れ始め、ファラデーの法則に従いアノードの素材を熔解しはじめます。加工物へカソードの形状をマッピングすれば、縁や表面を正確に形成できます。熔解した素材は金属水酸化物を生成し、電解液へ流れ込みます。



このプロセスは、低電圧で、室温にて分子レベルで行われます。素材へ機械ストレスや熱ストレスを加えません。



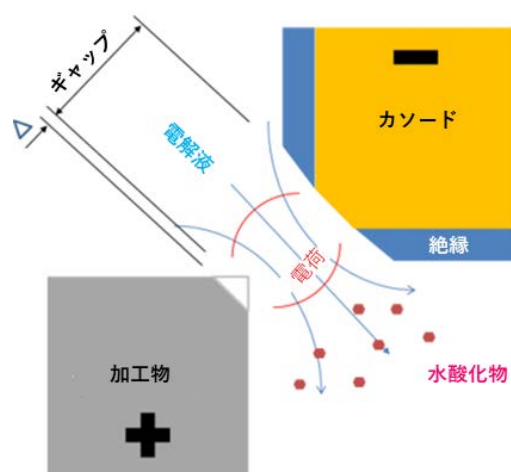
EXTRUDE  
HONE®

## 「ギャップ」とは

ECMプロセスは、そのすべてが2つの電極間の「ギャップ」で起こります。ギャップの条件は次のとおりです。

- 以下の条件を満たせる、十分な間隔を持つこと。
  - 電極が互いに接触して短絡しない。電解液が自由に流れる。
- 以下の事態を起こさないように間隔を狭めること。
  - 安全な動作電圧で電荷を流す。
  - コンポーネントの重要な部分を損傷する。

加工物の素材が溶解するにつれて、ギャップが広がります。ギャップを通じて流れる電解液が水酸化反応を起こし、電流が抵抗を通じて流れるにつれ熱が発生します。



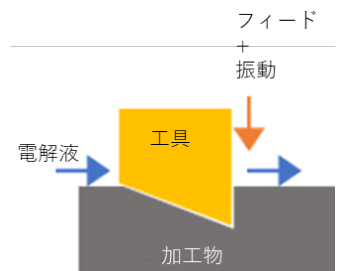
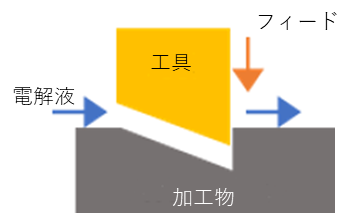
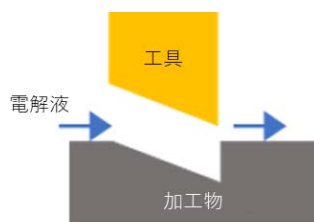




EXTRUDE  
HONE®

## 様々なECMの種類

	Static ECM	Dynamic ECM	Precise ECM
基本原理	静的ECMでは、工具（カソード）と加工物（アノード）が動きません。	動的ECMでは、1軸または2軸動作を組み合わせ、ECMの最中にカソードが動きます。	精密ECMでは、カソードとアノードのギャップが、静的ECMや動的ECMよりずっと小さくなります。この場合、ECMの最中にカソードが振動して移動します。
用途	<ul style="list-style-type: none"><li>バリ取り</li><li>縁の面取り</li><li>微細構造の形成</li><li>外形の加工</li><li>旋条加工</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>穿孔</li><li>成形</li><li>旋条加工</li><li>ブローチ加工</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>高精度で形成したり、仕上げることができます。</li></ul>



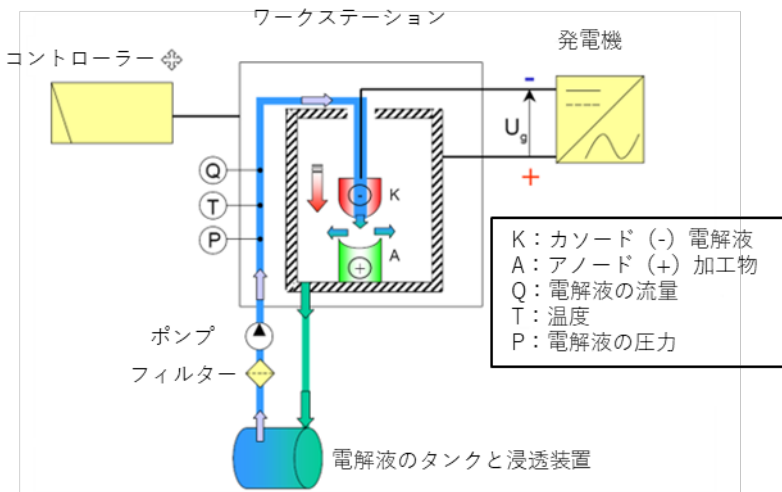


EXTRUDE  
HONE®

## ECMシステムの仕組み

ECM機器が機能するには、以下の要素が必要です。

- 電解液システム：
  - ECMプロセスの電解液を保管、調整、供給します。
- 発電機：
  - プロセスの要件に応じてDC電圧を供給します。
- 固定具：
  - 電気接点、コンポーネントの金具、電解液の流路を組み合わせたものです。
- 制御系：
  - ECMプロセスを司るすべての要素を監視して制御します。



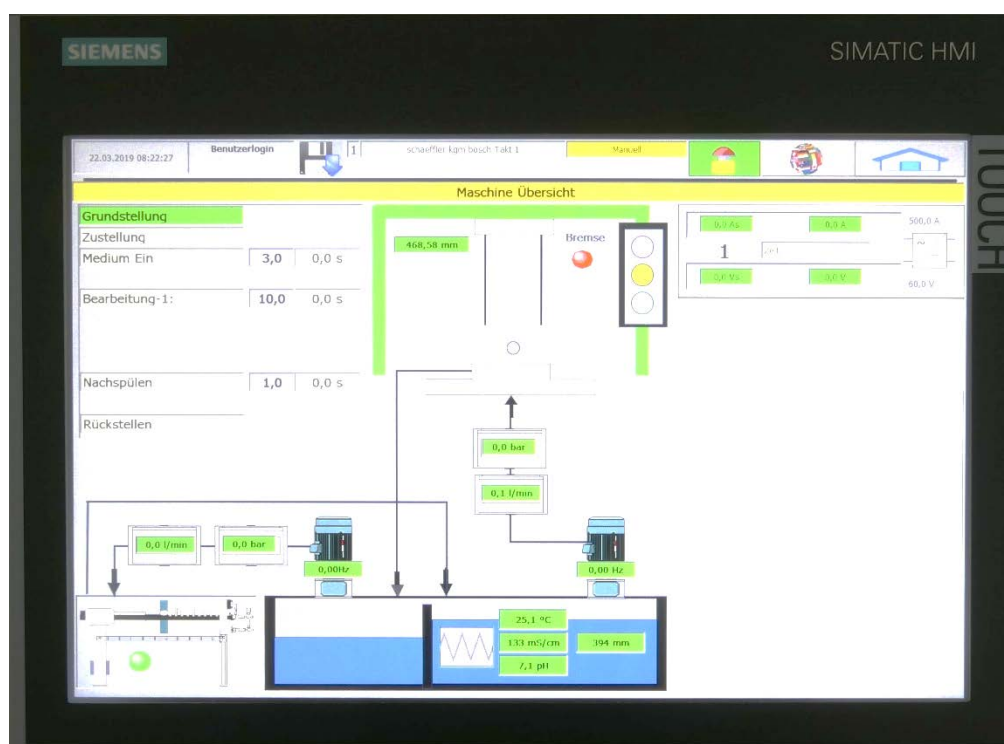


EXTRUDE  
HONE®

## ECMの動作パラメーター

ECM機器はすべて、以下のパラメーターを制御します。

- 電流：50A～4000Aの各種発電機。
- 電圧：1～59 V（例外として30V制限もあり）。
- プロセス時間：1～60秒。
- 電解液の圧力
- pH
- 導電性
- 浸透
- 機器のコンポーネント監視





EXTRUDE  
HONE®

## ECMでの一貫性実現

どのプロセスであれ、一貫性が目標とされます。年間を通じて日常的に数千ものコンポーネントを処理する場合、すべてが仕様に収まるようにすることが重要です。

ECMプロセスでは、一貫性を得るために複数の要素に依存します。これらの要素を正確に制御しない限り、出力の品質が損なわれます。

方程式に従い、 $I$ （電流）と $t$ （時間）を制御して、各サイクルでの素材除去を一貫させます。 $C$ （比例定数）は、加工対象の素材により決定されます。

$I$ は $V$ （電圧）と $R$ に依存します。印加電圧では、ギャップ間を流れる電流の量は抵抗に依存します。

ECM機器では、コントローラーで $V$ と $t$ を設定できます。

問題は $R$ （抵抗）です。これは他の要素と共に変動します。いずれが変動しても $I$ が変化し、つまりは $m$ （質量）に影響します。

$R$ を左右する最も重要な要素は次のとおりです。

1. 電解液の導電性:
  - 塩分
  - 温度
2. 電極間のギャップ

$$m = C \times I \times t$$

$$m = C \times (V / R) \times t$$

### 要素の相関性

塩分 ↗                  抵抗 ↘

温度 ↗                  抵抗 ↘

ギャップ ↗              抵抗 ↗



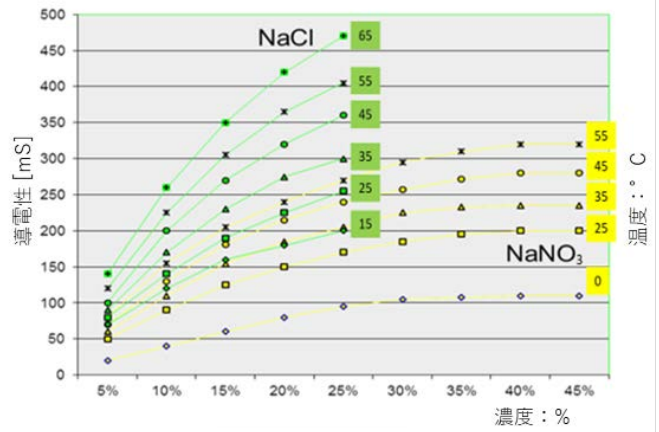
EXTRUDE  
HONE®

## 電解液の温度、塩分、導電性

使用する塩に応じて、塩分と電解液の温度が上昇すると電解液の導電性が高まります。

塩分と温度が高いほど、一定の電圧と時間内にプロセスで除去される質量が増えます。

しっかりと監視して制御しないと、温度と塩分はECMの一貫性を著しく損ないます。

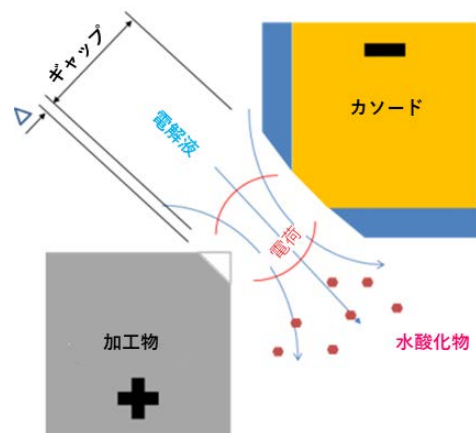


## 電極間のギャップ

フィクスチャ設計の初期段階と、試運転を行えるかが、電極間のギャップ決定に影響を与えます。また、入力されるコンポーネントと、最終加工物の要件にも依存します。

ECMでは、ギャップが小さい方が電流の流れに対する抵抗が減るため、好まれます。その場合、最小電圧でプロセスを実行できます。また、ECMの効果を対象領域に絞り込めます。

出力品質を一貫させるには、入力する加工物を一貫させることも重要です。





EXTRUDE  
HONE®

## ECMの一貫性に影響を与える他の要素。

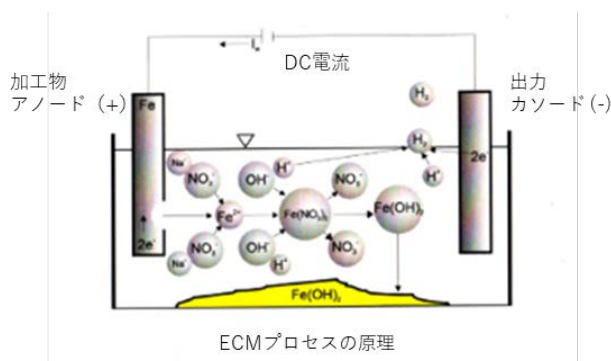
ECMの成果に影響を与える他の主要な要素は次のとおりです。

- 電解液のpH
- 電解液の流量
- 印加電圧のパターン
- 電解液の清浄度
- ECMの前処理と後処理
- 入力条件の一貫性

## 電解液のpH

ECMプロセスでは、水素が電極から放出され、電解液を基性にします。電解液のタンクへ適切な量の酸を加えれば、所望のpHが得られます。酸の追加量は、pHセンサーからのフィードバックとコントローラーで入力された設定ポイントに応じて決まります。

pHを中性近くに保ったほうが、操作者とシステムにとって扱いやすくなります。さらに、加工する素材に応じて、電解液が有効に浸透するには、pHを一定の範囲に収める必要があります。また、電解液を清浄に保つことが、特に表面仕上げと外観の点で、ECMの成果品質を大きく左右します。





EXTRUDE  
HONE®

## 電解液の流れ

ECMプロセスでは、電荷を流して素材を除去するために、電解液でギャップを埋めることが不可欠です。電解液を正確に制御して流すことで、次の効果が得られます。

- ECMで効果的に水酸化物を排出。
- ギャップで生成される熱を効果的に拡散。
- ECMで正確に縁を形成。
- ECMで実現できる表面仕上げ。

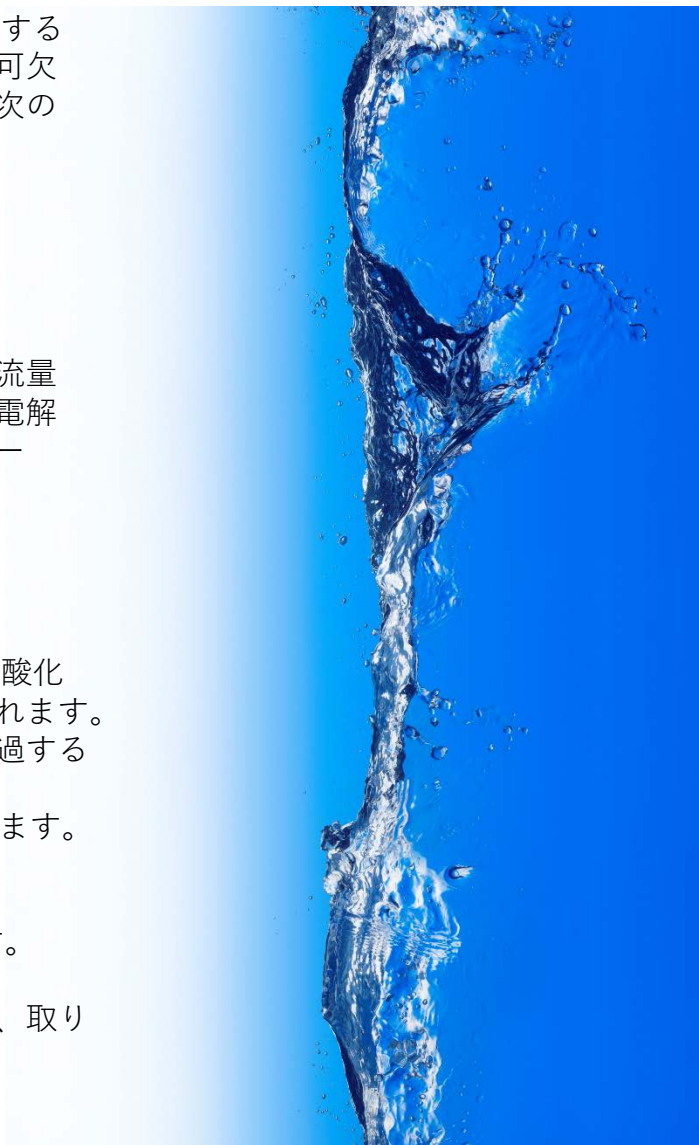
プロセスの一貫性を高めるために、電解液の流量を設定済みのレベルに保つ必要があります。電解液回路に設置された、圧力と流量のコントローラーを使用すれば可能です。

## 電解液の清浄度

ECMプロセスでは、除去される素材は金属水酸化物です。電解液の流れで加工部から取り除かれます。また、電解液を清浄に保つため、継続的に濾過する必要があります。

- 電解液が汚れていると、多くの悪影響が出ます。
- 流路が詰まります。
- 固定具に残留物が溜まります。
- ECMの表面仕上げと外観品質が劣化します。

効果的なろ過システムは、水酸化物をろ過し、取り扱いが簡単で使い捨て可能なケーキタイプの材料に変換します。





EXTRUDE  
HONE®

## 電圧パターン

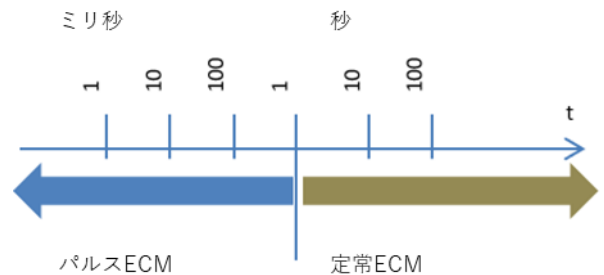
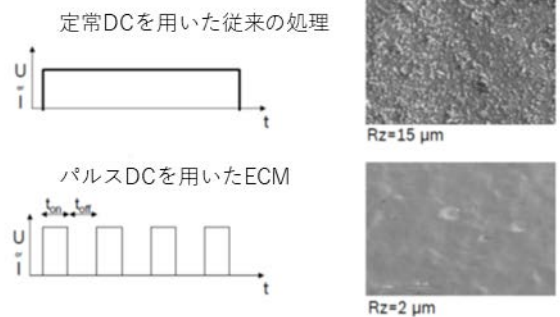
ECMプロセスでは、DC電圧を定常的に、またはパルス状に、あるいはその組み合わせで印加できます。

以前のECMでは、定常電圧が標準的に使用されてきました。これが時間が経つにつれ、パルス電圧に変化していきました。パルス電圧を用いることで水酸化物を確実に排出でき、ギャップ間の電解液を毎回、清浄に保てます。このため、ECMの制御精度が増し、表面仕上げが改善されました。

従来の機械加工に例えれば、定常電圧のECMは荒加工、パルス電圧は仕上げ加工のようになります。それらを最適に組み合わせることで、サイクル時間と品質で最高の結果が得られます。さらに、パルス形状も、ECM領域の表面仕上げに大きく貢献します。

ECMプロセスで一貫性を実現するには、電圧を正確に制御する必要があります。

- 定常DC電圧は素材の除去率が高まりますが、パルスDCの方が表面仕上げの質が向上します。
- 最高の生産性と品質を得るために、2段階のプログラムで両者が組み合わせられることが多くあります。







EXTRUDE  
HONE®

## ECMの前処理と後処理が重要

ECMの前処理	ECMの後処理
<ul style="list-style-type: none"><li>• ECMプロセスへコンポーネントを入力する前に、清潔に保ち、油、バリ、異物を取り除く必要があります。</li><li>• 導電性の低い油は、ECMプロセスを劣化させます。また、電解液と混じり、後続のコンポーネントに悪影響を与えます。</li><li>• バリをよく洗浄して取り除かないと、ECMプロセスで短絡が発生し、カソードとコンポーネントの両方が損傷します。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ECMは塩水が必要なため、プロセス後に残留した塩分を除去するために、清潔な水でECMを洗浄する必要があります。</li><li>• 鉄性のコンポーネントでは、さびが出ないように防錆剤を使用することが必須となります。</li><li>• また、水酸化物を徹底的に除去するには、時にはより強力な洗浄システムが必要となることもあります。浸漬および／または超音波による攪拌を用いて、洗浄するのが有効です。</li></ul>

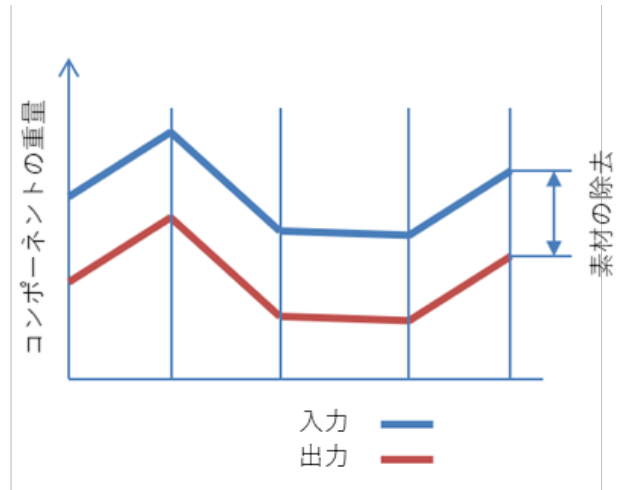


EXTRUDE  
HONE®

## 入力条件の一貫性

すべてを制御すれば、ECMプロセスは各サイクルで除去する素材の量を一貫させることができます。出力は入力コンポーネントと直接的に関係します。

バリ取りや面取りの静的ECMプロセスでは、入力時のバリ状態が出力品質に大きな影響を持ちます。そのため、出力時の縁の許容範囲が狭い場合、入力時の状態も均一に保つ必要があります。



	最高の状態	最も可能性の高いケース	最悪のケース
入力条件	 バリのない縁	 多少のバリ	 大きなバリ
出力条件	 最適な縁の面取り	 比較的少量の縁の面取り	 一部のバリが残留



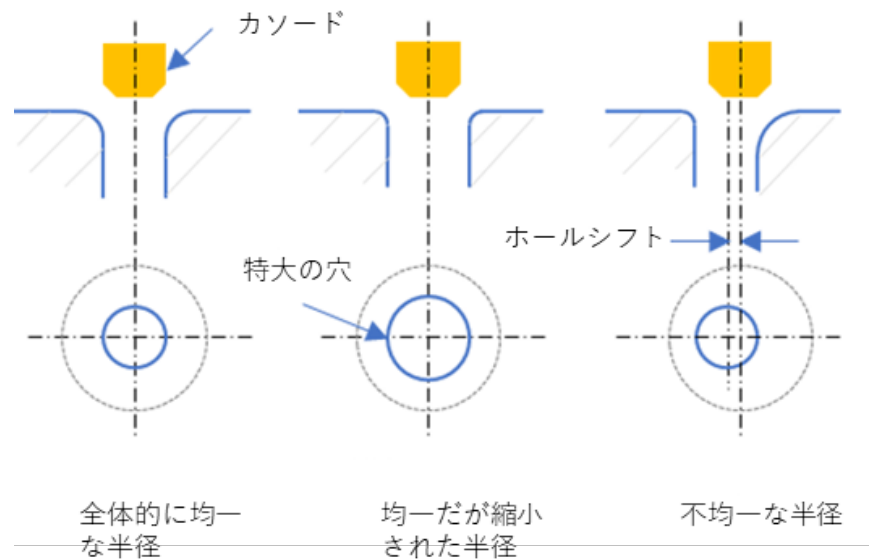
EXTRUDE  
HONE®

## 静的ECMでの穴径と位置の影響

ECMプロセスでは、カソード（工具）の設計と製造で最高の精度と正確性が要求されます。

これらがずれたり寸法が一貫しないと、出力にばらつきが生じます。

直交穴でブレーク面取りを完璧に行うには、穴径と位置を細かく正確に調整する必要があります。





EXTRUDE  
HONE®

## $\int I dt$ 制御 – ECMプロセスを一貫させる究極の目標

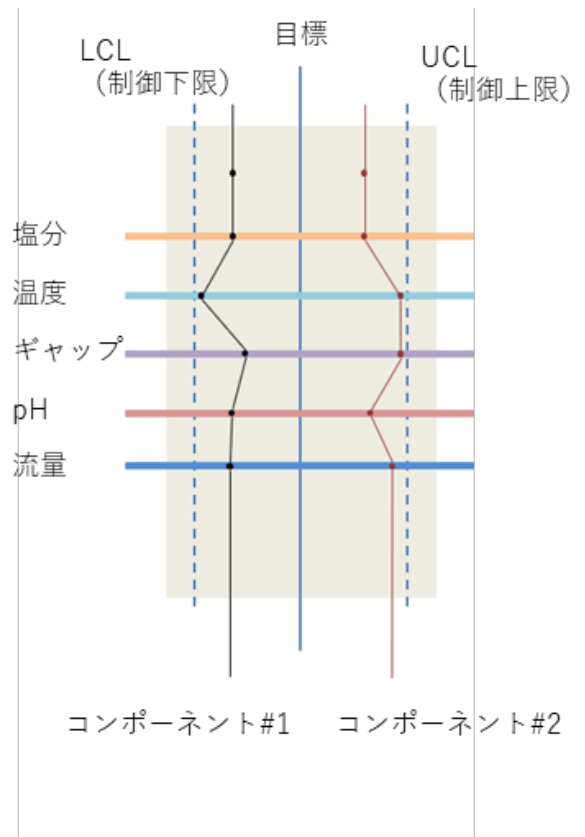
プロセスの動作パラメーターにはすべて、目標を設ける必要があります。実用上、上限と下限を設ける必要があります。

ECMもその例外ではありません。重要なパラメーターはすべて、制御範囲内に収まります。

機器は、パラメーターを継続的に測定するセンサーを備えている必要があります。最低限、どんな要素が範囲を逸脱しても警告するアラームが必要です。最高なのは、許容範囲に要素を収める自動制御です。

プロセスが範囲内で実行されていても、影響を与える変動パラメーターが原因となり、コンポーネントにばらつきが出ます。脇の画像でおわかりのとおり、同一の電圧と時間であっても、ECで加工した2つのコンポーネントに違いが出ます。

ここでは、プロセスの出力を正確に制御するため、 $\int I dt$ 制御が最も有効な手法です。





EXTRUDE  
HONE®

## ECM機器での重要な機能

機能	利点
操作者の安全確保	ほとんどの場合、人がECM機器を操作します。ECM機器は高電流を生成し、可動部のあるフィクスチャを持つことが多いため、すべて安全機能を備える必要があります。
周囲環境の安全確保	ECM機器は塩水を使用します。これは、霧状であっても腐食を起こします。ECM機器は塩水の蒸発を最小限にとどめる仕組みを備える必要があります。
短絡検出	<p>ECMはDC電源と両極の電極を備えます。これら電極が接触すると、短絡します。電極に流れる高電流は、恒久的な損傷を起こす原因となります。従って、機器に必要な電氣的保護を施す必要があります。</p> <p>最新のECM機器には短絡検出機能が装備されています。コンポーネントが固定具に設置されカソードが加工位置に到達すると、少量の設定済み電圧が印加され、短絡の有無を検出します。短絡している場合、サイクルが直ちに中止され、アラームが鳴ります。</p>
不良コンポーネントの識別	加工物の処理時、ECM機器のパラメーターが制御範囲を超えると、機器がアラームを発してコンポーネントに不良の可能性があることを知らさなければなりません。
六価クロムの低減	<p>クロム含有率の高い（5%以上）素材をEC加工する場合、ECM機器は発がん性の六価クロムを生成します。長い時間触れると、呼吸器系に取り返しのつかない損傷を負います。</p> <p>六価クロムを三価クロムへ減らすために、クロム低減器をECM機器に搭載する必要があります。</p>



EXTRUDE  
HONE®

## ECMプロセスの鍵を握る治具

ECMプロセスでは治具が多くの役割を負います。

- コンポーネントを設計仕様通りに正確に配置し、加工時に位置を固定します。
- 加工位置へ電解液を流し、また機器へ戻します。
- アノードとカソードを備え、電氣的に接続させます。

工具設計で最も重要な条件は次のとおりです。

- 設定の手間を最小限に抑えて、所望の加工領域すべてを管理できる。
- 生産量が多い場合は、複数のコンポーネントを同時に処理できる。

工具の設計はコンポーネントの取付と取外しの容易さを決定し、設計と製造を正確かつ精密に行えば、ECMの成果を正確に安定して保証できます。

製造する治具に使用する素材の選択が、寿命を決定します。

多くの場合、治具に互換性があり、素早く交換できるかが要求されます。

ECM治具で最も重要なのは、電解加工を行うカソードです。

カソードは電気と、時には電解液を、加工部へ流します。

この形状と製造精度がECMの結果を左右します。カソードは単純に見えるかもしれませんが。

カソード設計は科学に基づいており、寸法と粗さの点で狭い公差を満足させ、素材の溶解を制御します。

基材と絶縁材の選定が、最高の性能と長寿命を実現する上で重要です。





EXTRUDE  
HONE®

## 機械設備か委託加工かという選択

Extrude Honeは、様々な方法で様々な市場の顧客をサポートします。

### 試験ーテスト

さまざまなテクノロジーまたは組み合わせをテストして、ニーズに合った完璧なソリューションを見つけてください。

### 委託加工

投資する必要はありません。私たちには皆さんのために仕事をする事ができる委託加工工場があります。

### 機械設備

工程を秘密にしておきたい、お客様の工場に機械を設置下さい。

完全な機械ポートフォリオを販売しています。弊社は立ち上げ時に皆さんをサポートし、長期的にサービスと消耗品に関するお手伝いをします。





EXTRUDE  
HONE®

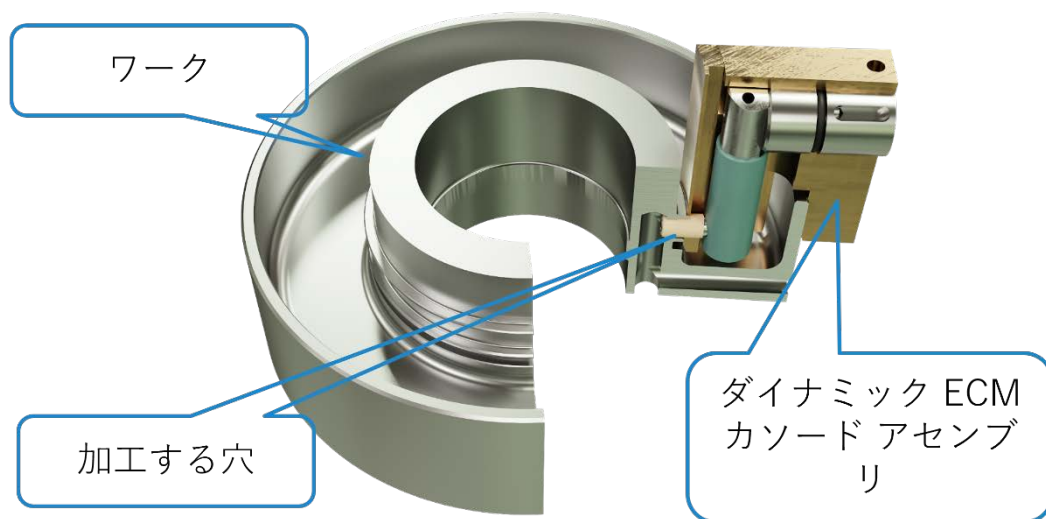
## ダイナミックECM加工

ダイナミック電解加工(D-ECM)で不可能を可能にしましょう。

従来の方ではアクセスできない領域でさまざまなモデルを加工する必要がありますか?高精度、高品質、生産性の高いソリューションを、部品あたりのコストで提供します。

イラストでは、従来の機械加工では実現できなかった穴を開けています。ECMカソードは下降し、部品の中心に向かって前進速度でスライドし、材料を溶解して穴を加工します。

ダイナミックECMは、カソードがワークピース内を一定の速度で移動する修正ECMプロセスです。従来の加工方法では実現が困難または不可能な複雑な形状の部品の仕上げ結果を可能にします。







EXTRUDE  
HONE®

## ダイナミックECM加工

### 動的電気化学加工プロセスの仕組み:

動的電気化学加工は、駆動軸とカスタム(ワークピース固有の)ツーリングで構成されています。

治具(カソード)は、ツールの上にあるドライブユニット(軸)に接続されています。

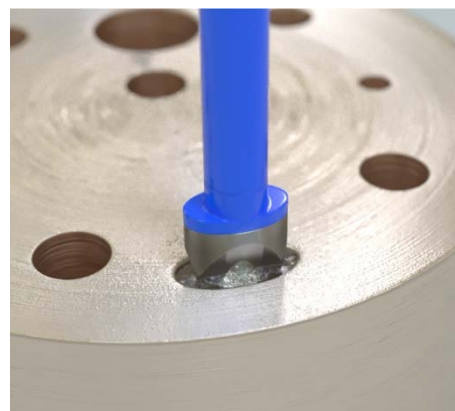
パラメータ入力はオペレーターインターフェースによって制御され、再現性を確保するためにワークピース固有のファイルに保存されます。

ドライブユニットは、カソードを一定の制御速度でワークピース内を移動します。

プロセス制御(パラメータおよび短絡制御)により、寸法精度が保証されます。

### 弊社のダイナミックECM治具は、私たちに有利なスタートを切らせてくれます。

治具(カソード)は、その特性と形状によって部品から材料が除去される場所と量が決まるため、ダイナミックECMプロセスの重要な部分です。ツーリングの摩耗は、カソードがワークピースに出会うことはないため、プロセスとは関係ありません。





EXTRUDE  
HONE®

## ECライフリングの原理

ECライフリングは、従来のライフリング方法に代わる優れた方法です。

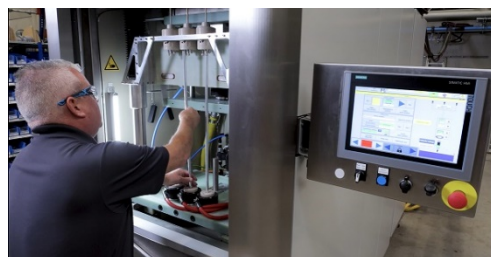
ECライフリングは、従来のライフリング方法に代わる優れた方法です。エクストрудホーンは、80年代後半にECライフリングを発売し、当時はCATIONライフリングという名前で発売しました。これらの機械は現在も生産されており、スターリングハイツの請負加工工場ですべて稼働しています。2024年には、そのノウハウを最新のECM技術に応用しました。その結果、最新世代のECライフリングシステムが誕生しました。

ECライフリングは通常、垂直位置で施されます。同時に、バレル（陽極）は固定位置にあり、陰極は部品内を垂直方向と回転方向の複合運動（=TWIST）で移動します。

正極の設計には「ひねり」が必要になります。「露出した金属エリア（=アクティブ・エリア）が溝を生み出し、絶縁エリアがランド・プロファイルをプロセスの影響から保護します。

ECライフリング・ソリューションを見るとき、まず頭に浮かぶのは、カソードとバレルの間の非接触機能が、従来の方法と比較して本当にゲーム・チェンジャーのように聞こえるということです。

これを明確に言うと、従来のライフリングとは、切削や変形に基づくテコの方法を意味します。フックライフリング、ブローチライフリング、ボタンライフリング、ハンマー鍛造とも呼ばれるカットライフリングについて考えてみましょう。





EXTRUDE  
HONE®

## ECライフリングの利点

### #その1: 冷間ストレスフリー加工:

ECMは、部品にストレスを与えないコールドプロセスです。バレルのライフリングにECMを使用することで、ストレスリリーフのためのすべての作業が不要になり、工程が少なくなります。

### #その2: 最高の柔軟性:

ECMは材料の硬度とは無関係に作用するため、材料を切断したり変形させたりすることはありません。

標準的なライフリングとプログレッシブライフリング & プロGRESSIVE DEPTH ライフリングは、パラメータ設定を変更することによって迅速に行うことができます。

### #その3: 生産性:

ECMは高い生産性と送り速度（50～300mm/分）を提供する。また、通常1サイクルで複数の部品を同時に加工します。1つのタイプから次のタイプへの素早い切り替え時間。

### #その4: 精度とプロセスの安定性

このプロセスはファラデーの法則に従い、部品ごとに一貫した結果を保証するために容易に制御することができる。厳しい公差に対応（溝幅100 $\mu$ m、溝深さ50 $\mu$ m）。ECMは、材料除去と表面仕上げをワンステップで行います。ECM後の表面粗さは、通常Ra 0.4 $\mu$ mより良好です。





EXTRUDE  
HONE®

## ECM マイクロ・ストラクチャリング

### 従来の機械加工を超える

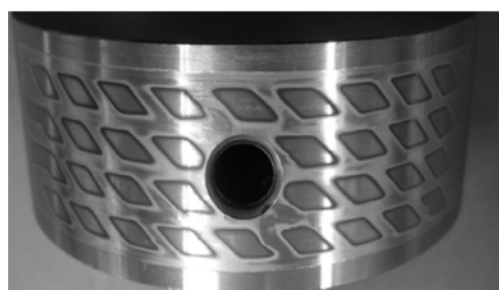
電解加工(ECM)による微細構造加工。

放射状構造、軸状構造、内部構造、外部構造など、さまざまなパターンを加工する必要があります。

しかも、高い精度と再現性が必要です。

コンプレッサー、ヒートポンプ、冷凍機、エアベアリング、クリーンガス用途など。

私たちは、生産性の向上と魅力的な部品単価を実現するソリューションを提供します。





EXTRUDE  
HONE®

## 業界の実績 顧客がECMを活用する方法を理解





EXTRUDE  
HONE®

## 業界の実績

### 性能と安全性に加え生産性を達成

快適さ、安全性、テクノロジーでビジネスジェット機での旅行を一新すれば、最高の体験が得られます。

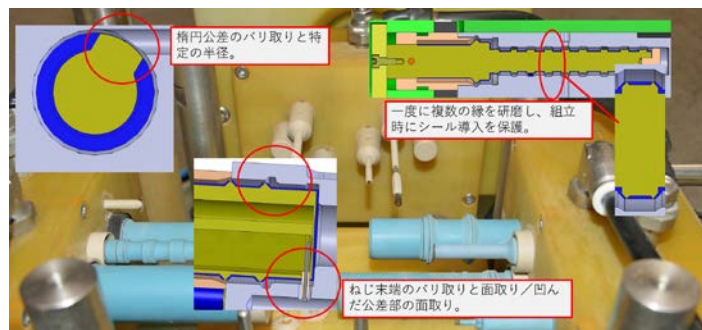
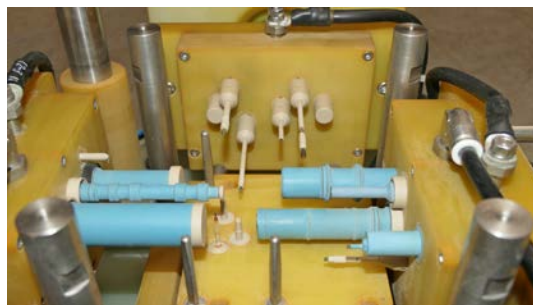
Extrude Honeは、高品質の油圧マニホールドでそれを実現します。油圧マニホールドは円滑、正確、安全なフライトを実現する、非常に厳密な製造と加工の結晶です。電解加工（ECM）では、Extrude Honeはアルミ製マニホールドで248以上もの箇所を処理します。シンプルなバリ取りから許容範囲の狭い複雑な形状まで、多様な用途に使用されます。当社は合計15分以内に、3つの段階ですべてを完了させます。

カソードが加工物で指定された箇所からバリや素材を溶解させ、特定の半径や形状を作成しつつ、表面を研磨します。生産工具は非常に複雑であり、多くのカソードを備えます。カソード1つで、穴内で1か所または複数箇所を処理できます。個別に電流値を設定されたカソードが、グループ単位で稼働します。ECMは、すべての箇所が処理され、仕様に合致するよう保証します。手作業で行うよりもECMのほうがずっと速く、安全に済みます。

ECMが対応可能な形状は、実演、円形または楕円での特定の半径、面取り、ねじ端の仕上げ、組立時にシールを保護するための端の微細な研磨まで、様々に及びます。



提供:Dassault Aviation





EXTRUDE  
HONE®

## 業界の実績

RACL Geartech Ltdの会長兼マネージングディレクターであるGursharan Singh氏は、彼の歯車製造能力に電解バリ取りを追加することについて話します。

当社は主に自動車用途の歯車、シャフト、部品の製造事業を行っています。ご存知のように、私たちは30年以上この事業に携わっており、歯車の製造においてバリの存在は常に大きな課題であり続けています。ちなみに、RACLだけでなく、他の歯車メーカーも、歴史的にバリが常に問題であったことを確認します。

ちなみに、当社はドイツのZFと、シャーシ用リングギアのいくつかの重要な用途で新しい取引関係を開始しました。そこでは、機械的または手動のバリ取りではアクセスできない内歯のバリという特有の問題に実際に直面しました。従来の方法ではバリの除去が大きな問題でした。そこで、ECM（電解加工または電気化学的バリ取り）が登場しました。

私たちはこれまでに得た全体的な結果に非常に熱心に取り組んでいます。Extrude Honeは私たちに優れた技術サポートを提供し、機械のタイムリーな納品を実現しました。3月31日までに機械を発送することを要求する特定の期限がありました。そして3月31日、マシンはExtrude Hone Germanyを去りました。これは、顧客の要求に対する強いコミットメントを反映しています。それは大いに役立ちます。

電解加工のようなプロセスでは、頻繁な技術サポートが常に必要であり、カソードやその他の部品交換などの消耗品を一貫して供給する必要があります。ExtrudeHoneがインドに施設を持つことは良いイニシアチブです。これは言うまでもありません。



提供:RACL Geartech Ltd



RACL Geartech Ltd.  
Formerly Raunaq Automotive Components Ltd.



提供:RACL Geartech Ltd



EXTRUDE  
HONE®

## 業界の実績

Extrude Honeは、2006年以来ECMシステムに最適なZFサプライヤーです。自動変速機の複数のコンポーネントは、電気化学プロセスの恩恵を受けています。

プラネタリデザイントランスミッションでは、サンホイール、出力シャフト、センターギア、ガイドホイールシャフト、プラネットギアなどのいくつかのコンポーネントがECM処理される可能性があります。

さらに、サーマルデバーリングは、単純なバリ取り、ECM前のバリの量の削減、または単にすべての潜在的な汚染物質の除去に使用されます。

ギアの品質は、オイルの汚染を減らしながら、摩耗、振動、摩擦、騒音を減らすのに役立ちます。優れた自動変速機の品質には、完全に制御されたエッジブレードが付属しており、ECMは短いタイムサイクルで実行でき、生産ラインに完全に統合された状態で高レベルの生産性に貢献します。

2020年5月

昨年、ZFとExtrude Honeは、製品コストを合理化するためにいくつかのプロジェクトに合意しました。現在、ZFは、特に新しいトランスミッションプロジェクトに関して、この技術的なコスト削減を製造現場で実施することができます。Extrude Honeの準備とサポートに感謝します！

C. Hauser, 企業資材管理マネージャー - ZFコモディティマシンおよび機器関連ツール



提供:ZF







EXTRUDE  
HONE®

## 業界の実績

BURGMAIER HIGHTECHは、ECMを使用してエッジを提供します。

「インジェクターボディの高圧領域でのボア交差点の放射および成形ソリューション。ECMを使用することで絶対的なバリのない状態を実現し、流動特性の向上による最適な効率とともに高圧部品の耐疲労性を実現します。」

「ディーゼル燃料噴射システムは、ディーゼルエンジンのコアコンポーネントの1つです。これは、適切な量の燃料を正確に適切なタイミングで供給する責任があります。」

「現在、排出ガス基準がますます厳しくなり、メーカーはエンジンの効率を上げる必要があります。たとえば、最近のディーゼルエンジンは、内燃機関の効率を上げるために2000Barを超える圧力を使用しています。これは、特に高圧領域のボア交差点においてです。」

「LaupheimのBURGMAIER Hightech GmbHでECMプロセスを担当するTobias Lは、彼の日常業務と、ExtrudeHoneとのコラボレーションがどのようにエッジを提供するのに役立つかについての考察を与えてくれます。」

「私は2004年に生産ラインの責任者としてBURGMAIERに入社しました。生産でECMプロセスを数年間経験した後、現在は工場内のすべてのECM機器のメンテナンスを担当しています。ECMを使用し始めてから Laupheimの施設では、Extrude Honeの専門知識と経験に常に依存してきました。この非常に緊密なパートナーシップは、プロジェクトの初期段階での入札段階での実現可能性の実行、最高の部品品質と清潔さを確保するための完璧な製造プロセスステップの発見と定義、およびプロセスを最適化し、ランニングコストを削減するための革新的なアイデアで、アフターマーケットサービスのサポートを完成させます。」

「私たちは精密部品の国際的なメーカーです。テクノロジーマーケットリーダーとしての地位を確立し、グローバルな顧客ベースのニーズを満たすことに成功しました。顧客満足は私たちの最優先事項です。私たちは企業の3つの柱でそれを達成します。文化：専門知識、精度、信頼性。継続的な改善とお客様との緊密な連携により、テクノロジーとコストのリーダーシップの達成を目指しています。」

 BURGMAIER  
*Faszination durch Präzision*



iStock



EXTRUDE  
HONE®

## 業界の実績

Venturaは、自動車のブレーキシステムコンポーネントにECMを使用しています。

「スペインのLesFranquesesdelVallèsに本社を置き、米国のヒューストンと中国の蘇州に施設を持つVentura Precision Componentsは、自動車セクターや、トラック、バイク、航空などの他の市場セグメント向けの高精度旋削部品の供給の専門家です。」

「45年以上の経験を持つベンチュラは、ロバートボッシュ、コンチネンタル、TRWなどの主要なTier 1にコンポーネントを供給し、競争力のある価格で最高品質のコンポーネントを提供する能力に誇りを持っています。ベンチュラの主な製品ラインはブレーキシステム用のピストンです。そして、この市場では、彼らは新世代のピストンの生産における世界的なリーダーです。」

「Venturaの成功は、最先端の設備と製造プロセスの使用に少なからずあります。これらのプロセスの1つは電解加工（ECM）であり、エクストルドホーンはベンチュラが優れた品質のコンポーネントをエンドカスタマーに提供することを誇りに思っています。」

「電解加工は、陽極金属溶解の原理に基づいて動作し、従来の方法では製造および仕上げが困難なコンポーネントに高い精度を提供します。ECMは非接触プロセスであるため、ワークピースを機械的または熱的にさらすことはありません。これは、薄肉のアルミニウム部品でも、バリ/二次バリやワークピースの歪みがないことを意味します。ECMは、Venturaの大量生産に非常に適しており、優れた精度と高度な再現性を提供します。」

「VenturaはECMを使用して、ピストンプランジャーのクロスホール交差点のバリ取りと半径を調整します（画像に示されています）。この領域にバリがないことが重要です。これらのクロスホールからバリが外れると、ブレーキの油圧システムが汚染され、システムがシールをつかむか損傷すると、油圧オイルが漏れたり、空気がシステムに侵入したりして、システムが無効になります。」



提供:Ventura



提供:Ventura



EXTRUDE  
HONE®

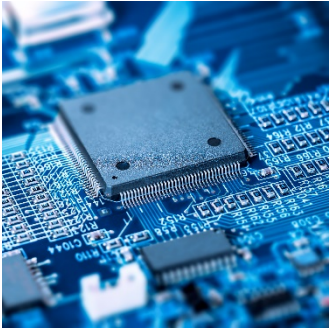
今すぐ、Extrude Honeをご体験ください。

その他のテクノロジーやアプリケーションを、詳細な3Dアニメーションや顧客の声を通じてご体験ください。バーチャルブースをご訪問ください。



6つの業界に注力 - 6か国語で対応

<https://vb.extrudehone.com/ja/>



**EXTRUDE HONE®**  
**SHAPING YOUR FUTURE**

