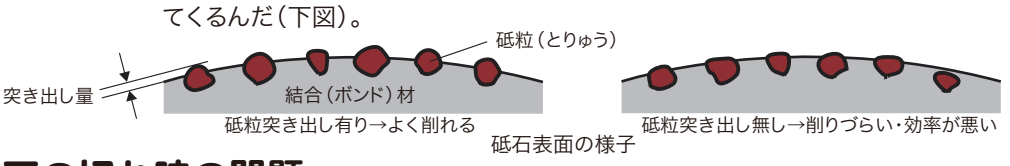
エリとケンサクの

わかる ELID(エリッド)研削

想像し創造する
柳下技研 株式会社

はじめに 研削（けんさく）加工とは？

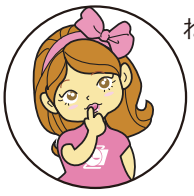
◆**研削加工**とは、砥石（硬質な砥粒を何らかの結合材で固めた工具）を被加工物に擦り付けて削る方法のことを指すよ。
◆**通常の砥石の表面はザラザラしている**から鏡面のようにピカピカにするのは難しいんだ。
◆**砥石の使用ノウハウで最も重要なのは、砥粒を結合材表面から突き出す目立て（ドレッシング）作業**なんだ。**目つぶれ**や**目づまり**が切れ味が悪くなって砥石は削れなくなって使用できなくなってくるんだ（下図）。



微細砥粒砥石の切れ味の問題

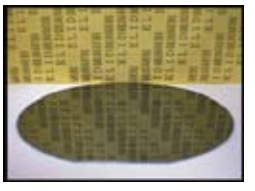
ダイヤモンド砥粒の入った砥石では、**ダイヤ粒径が微細（数μm以下）になるとすぐ目づまりや目つぶれを起こす**問題があって、切れ味の確保が困難なんだ。このような状態だと、**微細砥粒での研削加工表面は滑らかにはなるけれど、実際問題としてとても使えない状態だったんだ。**
これは、加工に携わる人たちをずうっと悩ませてきたテーマだったんだよ。
そこで、目づまりの解決手段として加工中にも連続して目立てを行うことで解決を図るアイデアとして開発されたのが、ここで紹介する**ELID（エリッド）**、つまり**電解インプロセスドレッシング法**なんだ。

❶ ELID（エリッド）とは？



ねえねえケンサク、**ELID（エリッド）研削法**って一体どういう技術なの？

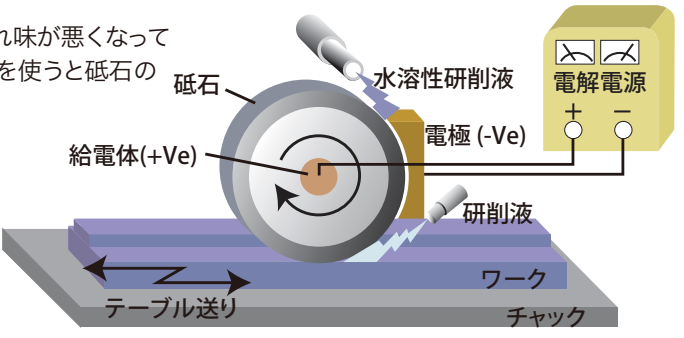
ELID（エリッド）っていうのは、**電解インプロセスドレッシング研削法**の略称で、**独立行政法人理化学研究所 大森素形材工学研究室**で開発された**鏡面研削加工技術**なんだ。
シリコンとかセラミックスやガラス、フェライト、高硬度鋼材、複合材料など、硬質で加工が難しかった機能性材料を、高能率で高品位に鏡面加工を実現できる新加工技術なんだ。
ほら、右の写真を見てごらん。これはシリコンウェハの加工例だよ。
ピッカピカになってるだろう？



じゃあ加工原理について説明するよ。右下の図のように導電性（金属ボンド）砥石を陽極（プラス）として、砥石作業面に対向する陰極（マイナス）を設置して極間を0.1～0.3mmに設定するよ。極間に直流パルス電圧を与えると、砥石の金属ボンドの部分だけを選択的に除去して、自動的に**目立て（ドレッシング）**ができるんだ。
実際に砥石を回転させて加工をしてみよう。加工中もこの目立てを自動的にしてくれるんだ。

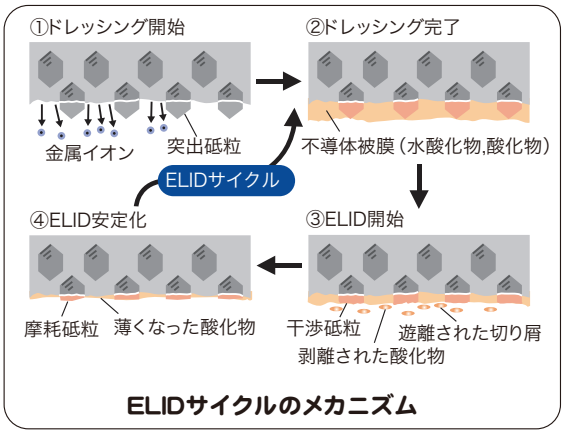
従来の加工法では砥石の目つぶれや目づまりで、切れ味が悪くなって加工の効率も悪くなっていったけれど、**ELID研削法**を使うと砥石の切れ味低下を抑えることができるんだ。

へえ～、すごいのね。**加工しながらも砥石の目立てができる**ってところが特徴なのね。



ELID研削法（電解インプロセスドレッシング）の原理

電解インプロセスドレッシング＝ELectrolytic In-process Dressingを略して**“ELID（エリッド）研削法”**と呼ぶことは説明したね。今度は加工のメカニズムについて説明するよ。
まず右の図の①のように砥石ボンド材が電解されて適度に砥粒が突出するんだ。この間に電解溶出した結合材が一部不導体化されて砥石面に堆積して被膜を形成するため、電解電流が自動的に低下するんだ。この時点で**初期ドレッシングが完了**するんだ（②）。
この状態で、実際に研削作業を始めると砥石面の不導体被膜が被加工材（工作物）表面と接触するから摩擦によって剥離・除去されていくんだ。また、これと同時に砥粒が被加工材を研削し始めて砥石摩耗も発生するんだ（③）。



ELIDサイクルのメカニズム

そうすると、砥石表面の絶縁性が低くなって電解電流が回復するんだ。また電流が流れ始めるわけだね。これによって、摩耗した砥粒間の不導体膜が薄くなった部分から電解容出が再開されて（④）、また砥粒が突出してくるんだ（②の状態に戻る）。
このような一連の流れを“**ELIDサイクル**”って呼んでいるんだ。ELIDの効果を見比べてみよう。
右の写真は研削加工後の砥石表面の顕微鏡写真だよ。
ELIDなしの場合は砥粒が摩滅して、ボンド材表面も被加工材で擦られた跡が見えるだろ？これは砥石の切れ味が悪くなっているっていうことなんだ。
ELIDありの場合は、ボンド材表面が電解されて砥粒突出が維持されている状態なんだ。

ELIDあり

ELIDなし

② どんなところに使えるの？使われるの？

ELIDは、いろいろな材料をピカピカに磨く作業に使えるよ。例えば、次のような材料があるよ。

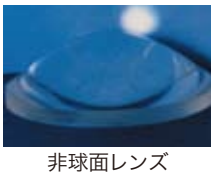
電子材料…Si, Ge, GaAs, ZnSe, 水晶, $LiNbO_3$ など
磁性材料…フェライト, センダスト, パーマロイ など
光学材料…ガラス, 石英, CVD-SiC, サファイヤ, CVDダイヤモンド など
セラミックス…Al_2O_3, SiC, Si_3N_4, ZrO_2, AlN, WC など
金型・工具材…ダイス鋼, ハイス鋼, ステンレス鋼, WC, ダイヤモンド など
プラスチックス…PMMA など
複合材料…繊維強化材, 粒子分散強化材 など

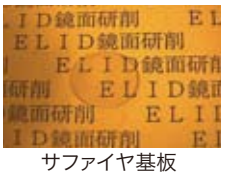
CVD- SiCミラー

マイクロレンズ

ELIDの実用途にはいろいろあるよ。

SOI基板（Si）、磁気ヘッド（フェライト+セラミックス）、内視鏡レンズ（ガラス）、プリズム（ガラス）、HD基板（ガラス）、球面/非球面レンズ（ガラス,Si,Ge）、光ファイバ（ガラス/石英+プラスチックス）、放射光／X線ミラー（CVD-SiC,石英,Si）、天体望遠鏡ミラー（低熱膨張ガラス）、赤外回折格子（Ge）、フェルール（ZrO_2）、圧延ロール（WC,Sialon）、カムローラ（Si_3N_4）、動圧軸受（SiC）、バリカン刃（ZrO_2）、マイクロメータヘッド（WC）、ノギス（WC+ステンレス鋼）、抜き型（WC+ダイス鋼）、レンズ成形金型（ステンレス鋼,WC）、電鋳金型（ステンレス鋼等）、CD成形金型（ステンレス鋼）、プラスチックレンズ（PMMA）、工具成形（ダイヤモンド砥石等）、etc.


非球面レンズ


サファイヤ基板

エジェクタピン

セラミック・超硬部品

電鋳金型

③ どうすれば使えるの？

通常の研削盤などに、ELID研削用の**①砥石、②電極・給電体、③電源**を取り付けて、専用の**④研削液**に交換すれば使えるよ。

ELID砥石

ELID電極

ELID給電体

ELID研削液

ELID電源

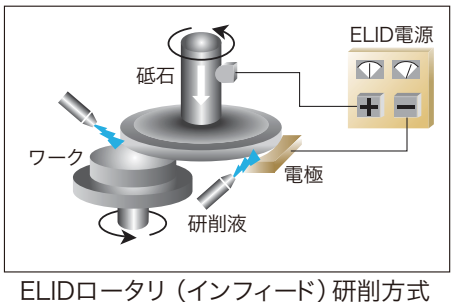
（ELIDの構成パーツ）

代表的なELID研削加工機の例を見てみよう。
右上はELIDシステムが搭載された**レシプロ平面研削盤**の例だよ。砥石の側面にELID用電極、砥石カバーに給電体が設置されているよ。通常の機械でも簡単に鏡面加工ができるようになるんだよ。
右下は**マシニングセンタ**にELIDシステムを搭載した構成例だよ。
砥石外周にELID用電極を、給電ブラシを砥石台金に接触させて、ELIDの効果とマシニングセンタの性能を活かした高能率なELID研削を実現したものなんだよ。

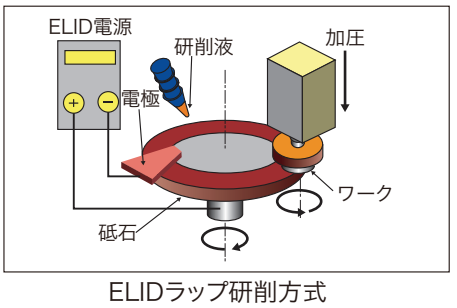
ELID搭載レシプロ平面研削盤

ELID搭載マシニングセンタ

その他にも色々な方式があるよ。例えば下の図のような例があるよ。



ELIDロータリ（インフィード）研削方式



ELIDラップ研削方式

④どんな効果があるの?使い方は簡単なの?

ケンサク、**ELID**の基本については良くわかったわ。
ELID研削法が他の加工法と比べて、**加工面が優れている**のはどうしてなの?

うん。エリ いいかい?ELID研削法は研削中に**砥粒の突出し量を揃える**ことができるんだ。だから砥粒の単一加工負荷が少ないんだ。また、微細砥粒の砥石が使えるから高品位な加工面が得られるんだ。また砥石の切れ味が良くて**低負荷**、しかも**安定した加工**ができるため**低加工ダメージ化**が得られるんだ。つまり、加工の時に被加工物に与えるダメージが、より少ないってことだね。

●その他、**ELID**に関するQ&Aを下記にまとめてみたよ。

Q 微細粒度の砥石を使用すると加工時間がかかるのでは?

A 通常は、粗・中・仕上げの3工程を必要としますが、本ELID研削法は、時には粗加工の工程カット、特に最終仕上げ工程の短縮効果は著しく、結果的に**トータル加工時間が常識外に短縮** されます。また、難削材料を相当量除去する場合は、粗加工の段階からELID加工法を採用されることをお勧めいたします。

Q 電解液を使用して装置に錆は発生しませんか?

A ELID研削法では電解液ではなく、**防錆作用のある、水溶性のELID研削専用液**を用いています。また、微弱な導電性ですから通常の加工装置と同様にお考え下さい。

Q ELID研削面の表面粗さは?

A 使用する砥石の砥粒径にほぼ比例した加工面粗さが得られます。加工材料にもよりますが、例えば#4000(平均砥粒径約4μm)砥石により、**Ra5～8nm, Ry40～80nm程度の鏡面研削** が実現できます。さらに微細な砥粒を持つ砥石、例えば#8000(約2μm)か、それ以上の微粒砥石(#40000(約0.4μm),#120000(約0.13μm)など)により、**Ra1～3nmRy10～30nm程度の鏡面**を得ることができます。(**1μm**(マイクロメートル)は**千分の1mm、1nm**(ナノメートル)は**100万分の1mm**)。

⑤柳下技研のELID搭載アップグレードサービス

お客様が保有される各種研削盤等の現有工作機械に、弊社の ELID ユニット(ELID 研削用の①砥石、②電極・給電体、③電源、④研削液等のパッケージ)を搭載することによって、高能率、高精度／鏡面仕上げを可能とする各種研削盤向けの ELID 搭載アップグレードサービスを受託しております。
ELID ユニットは大半の研削盤に装着可能ですが、ご相談を戴いてから、お客様の機械を拝見し、お見積り、受注、ELID 搭載アップグレード施工、取り扱い説明・指導等の手順で進めさせて戴きます。

ELID搭載・見積依頼フォーム

お持ちの研削盤について：メーカ　　機種　　型番　　製造年

砥石サイズについて：φ　　mm × 厚さ（幅）　　mm （砥石カバーの図面もしくはスケッチを添付願います）

クーラントタンク：有（容量　　L）　無　　砥石軸インバータ：有　無　　切り込み最小設定単位：　μm

アップグレードの狙い：(該当するものを○で囲んで下さい)　粗さ　能率　自動化　その他（　　）

希望納期：　　月頃（　　年）　　打合せ希望日：

貴社名：　　部署：　　ご担当：

住所：

TEL.　　FAX.　　E-mail

柳下技研株式会社は、理研ベンチャー新世代加工システム株式会社より「ELID 研削システム」事業を含む全ての事業の譲渡を受けました。
((独)理化学研究所の保有特許・ノウハウ等の知的財産の実施許諾を受けております。)

柳下技研株式会社

【問合せ先】
新倉工場　精密部品事業部　久保貴義
〒351-0111　埼玉県和光市下新倉 3-22-60
TEL：048-466-8372　FAX：048-466-8374
URL：http://yagishitagiken.sub.jp
E-mail：kiyoshi-kubo@yagishitagiken.jp
携帯電話：080-7758-7069

販売代理店