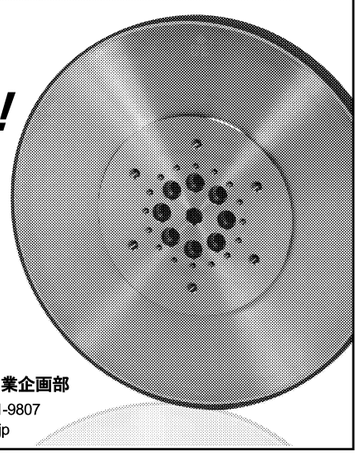
長寿命ビトCBNホイール　Noritake

メガライフホイール®

切れ味が持続する！
カム研削の決定版！

適度なボンド後退性により切味が持続し、ヤケやワレがなく、ドレスインターバルも大幅に延長できます。カムプロファイル研削などの高能率研削に最適なホイールです。



株式会社ノリタケカンパニーリミテド　工業機材事業本部 営業企画部
〒451-8501 名古屋市西区則武新町三丁目1番36号　TEL：052-561-9807
URL：http://www.noritake.co.jp/　E-mail：grinding@n.noritake.co.jp

TOYODA　「提案と創造」

ニーズで選べる高性能CBNホイール

お客様のご要望にきめ細かく対応いたします

特長
●多様な素材に仕様選定が可能
●各種加工方法に対応可能
●高精度、高能率研削加工を実現

http://www.tvmk.co.jp/

ダイヤモンド工具製造販売　ISO 9001・14001認証取得
豊田バンモップス株式会社
〒444-3594 愛知県岡崎市舞木町字城山1-54
TEL.0564-48-5311 FAX.0564-48-6156
JTEKT　Koyo　TOYODA

マイクロ ダイヤ コールドソー

使い切りタイプ

アルミビレット、型材、パイプ切断に
アルミ鋳物の湯口切断に

実用新案登録
第3124503号

★鋸刃管理の手間を削減
★切断時の溶着を抑制
★切断面品質と切断寿命が大幅に向上

加工内容によって最適な刃型を選択します。

KANEFUSA　兼房株式会社
本社・工場　愛知県丹羽郡大口町中小口一丁目1　〒480-0192
TEL(0587)95-2821 FAX(0587)95-7225
支社・営業所　中部・関東・関西・札幌・仙台・広島・高松・福岡
URL　http://www.kanefusa.co.jp　E-Mail　sales-do@kanefusa.co.jp
ISO 9001 JQA-QM3710　ISO 14001 JQA-EM3137 本社／工場

ダイヤモンド・cBN工具

超精密ダイヤモンド切削における工具摩耗抑制

関西大学システム理工学部 機械工学科 准教授　古城 直道

最近の光学素子には、非球面や表面に複雑な3次元微細構造を持つものが増えている。素子のさらなる高機能化のために、工具形状の転写性が高く、高精度・高能率な超精密切削によって加工することができる、耐熱性・耐久性が高い金型材料が求められている。現在、ダイヤモンド工具で加工できる金型材料は無電解ニッケルーリン（Ni－P）メッキのような非晶質合金、超硬合金、炭化ケイ素などの脆性材料に限られ、鉄系材料はほとんど利用されない。ここでは筆者らが取り組んできたダイヤモンド砥石やダイヤモンド工具の摩耗抑制に関する研究成果をもとに、鉄系材料など高耐熱材料への超精密切削加工技術の適用範囲拡大の可能性について述べる。

ダイヤモンド砥石の摩耗抑制

ダイヤモンド砥石で軸受鋼を超仕上げすると、研削比が立方晶窒化ホウ素（cBN）工具と比べ数分の1となり、寿命も短いことが知られている。ダイヤモンド砥粒は欠損や摩滅によって摩耗するのではなく、ダイヤモンド切削と同様に、熱化学的な相互作用によって黒鉛化や炭素原子の脱離や拡散が進むことで摩耗する。しかしながら、ダイヤモンド砥石の欠点を合理的な方法で補えば、鉄系材料の仕上げにも適用する余地は十分にあると思われる。ここでは加工中の摩耗機構を転換することで摩耗を抑える方法と、あらかじめ表面改質することで結晶構造を変えて摩耗を抑える方法について述べる。

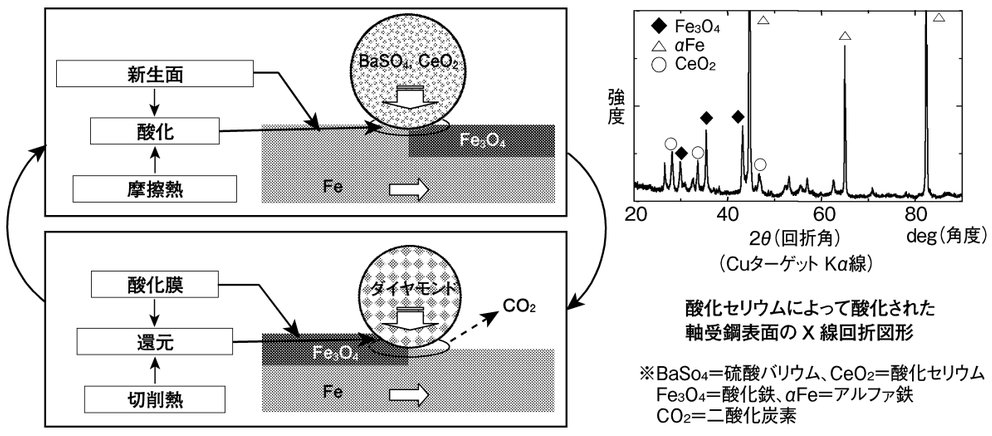
はじめに、加工中の摩耗機構を転換する方法について述べる。これはダイヤモンドの黒鉛化や炭素原子の脱離による摩耗を、ダイヤモンドによる酸化鉄の還元による摩耗に転換する方法である。純鉄および酸化鉄とダイヤモンドを真空中で接触加熱したところ、酸化鉄は純鉄の場合に比べてダイヤモンドの損耗が顕著に少なかった。また、酸化鉄は純鉄と比べて機械的強度が小さい。したがって、仕上げ過程で鋼の表面に酸化膜を形成すれば、摩耗機構の転換による摩耗抑制が実現できると推定される。

そこで、まず鉄を酸化する作用を持つ軟質研磨剤を選定した。熱力学的検討から、硫酸バリウムや酸化セリウムなどの軟質研磨剤は固相反応によって鉄を酸化させる作用を持ち、酸化鉄を生成することが明らかとなった。このような研磨剤をダイヤモンド砥粒とともに混合し、ビトリファイドボンドを加えることで、固相反応による酸化作用と機械的除去作用を併せ持つ、メカノケミカル複合砥粒砥石を製作した。

摩耗機構の転換による摩耗抑制効果を確かめるため、ダイヤモンド砥石とメカノケミカル複合砥石を用いて同条件で軸受鋼を超仕上げした。その結果、メカノケミカル複合砥石の研削比はダイヤモンド砥石の約2倍となり、摩耗が低減することが確認された。また仕上げ時間に対する仕上げ能率の低下が見られないことから、切れ味が保たれることが確認された。ただし、耐酸化性に優れる耐熱鋼に対しては、摩耗を抑えることができなかった。

次に結晶構造の変化による方法について述べる。これは表面処理によって、鋼の表面をダイヤモンドの炭素が拡散しにくい結晶構造に改質する方法である。その一手段として、窒化を用いた。窒化による拡散層はγ'相となることが知られている。γ'相は面心立方構造（fcc）であるため、体心立方構造（bcc）のα相と比べて格子間隙が狭く、拡散係数が約10分の1と小さい。また窒素原子が格子間隙に侵入している。これらのことから、拡散層は炭素が侵入しにくい結晶構造となる。

結晶構造の変化による摩耗抑制効果を確かめるため、耐酸化性に優れる耐熱鋼を窒化処理し、ダイヤモンド砥石で超仕上げした。その結果、改質を行わなかった場合と比べて、研削比は約10倍となり、著しく摩耗が抑制されることが確認された。また結晶構造を変化させると、ダイヤモンド砥粒の目つぶれが徐々に進むため、仕上げ面粗さについても仕上げ時間とともに向上することが確認された。



酸化セリウムによって酸化された軸受鋼表面のX線回折図形

※$BaSO_4$＝硫酸バリウム、CeO_2＝酸化セリウム
Fe_3O_4＝酸化鉄、αFe＝アルファ鉄
CO_2＝二酸化炭素

図1　摩耗機構の転換による摩耗抑制

（硫酸バリウムや酸化セリウムなどの軟質研磨剤で酸化された表面を還元し、自身が酸化することでダイヤモンドが摩耗する）

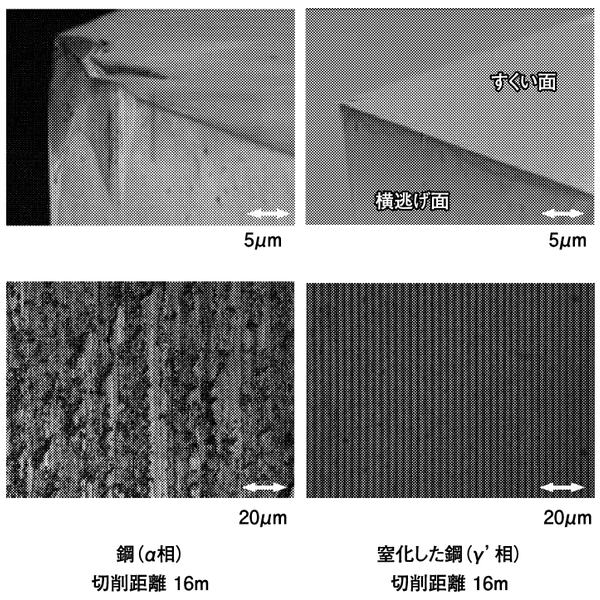
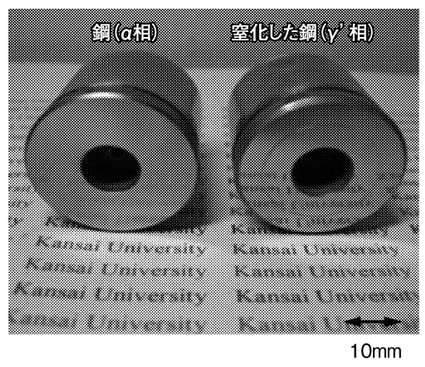


図3　結晶構造の変化による工具摩耗抑制



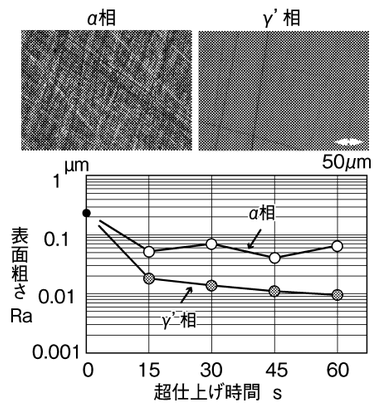


図2　結晶構造の変化による仕上げ面粗さの向上

ダイヤモンド工具の摩耗抑制

超精密切削加工技術は高品位な加工面を実現する高精度・高能率加工として欠かせない。しかし、鉄系材料、ニッケル基合金、モリブデンなどの加工はわずか十数㎛の切削でダイヤモンド工具が激しく摩耗するため、不可能とされている。一方、光学素子の金型材料として使われるNi－Pメッキは加工性に優れる。ただし、銅やアルミニウム合金の加工に比べ、工具寿命は極めて短い。

最近の光学素子の高機能化に伴う金型の微細化・高精度化に対応するためには、ダイヤモンド工具の損傷による輪郭形状変化を抑え、長寿命化することが不可欠である。また従来加工ができなかった、より耐熱性・耐久性の高い金型材料への適用範囲拡大が求められている。

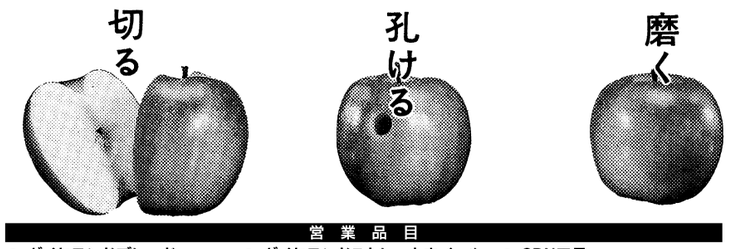
ここでは先に述べた二つの方法のうち、ダイヤモンド切削に適用可能であった、結晶構造の変化による摩耗抑制について述べる。耐酸化性に優れる耐熱鋼に表面処理の一手段として窒化を施し、その拡散層をダイヤモンド工具で超精密切削した。その結果、工具摩耗は改質を行わなかった場合と比べて数十分の1に激減し、摩耗抑制効果が確かめられた。仕上げ面にも明瞭な送りマークが見られ、幾何学的理論粗さに近い値が得られたことから、加工精度も向上することが確認された。

また工具寿命として従来の数十倍の数百㎞以上となっている。ただし、工具刃先に欠損が生じることで寿命を迎えることから、先在欠陥が少なく、耐チッピング性の高いダイヤモンドの選別が必要である。

まとめ

熱化学的な相互作用によって摩耗するダイヤモンド工具の摩耗抑制方法について、ダイヤモンド砥石やダイヤモンド工具における研究成果をもとに述べた。このような方法は鉄系材料だけでなく、他の高耐熱材料にも適用可能であると考えられるため、超精密切削加工技術の利用範囲が拡大されることが期待されている。

解決の道、あります。



営業品目
● ダイヤモンドブレード
● ダイヤモンドポリシャー
● ダイヤモンドドライブレード
● ダイヤモンドカップホイール
● ダイヤモンドストレートホイール
● ダイヤモンドコアビット
● ダイヤモンドバイト
● ダイヤモンド電着工具
● CBN工具
● その他ダイヤモンド工具一式

未来を拓く ダイヤモンド工具総合メーカー
▶環境業界
▶電機、電子部品業界…耐火れんが業界でも貢献。
ISO9001:2000取得

エービーイーダイヤモンド株式会社
本社・工場　〒358-0014　埼玉県入間市宮寺2595－7
TEL.04-2934-3110（代表）　FAX.04-2934-3169
白河工場　〒961-8091　福島県西白河郡西郷村熊倉字道場久保40－7
TEL/FAX.0248-25-7750
北関東営業所　〒376-0125　群馬県勢多郡新里村大字山上295－3
TEL/FAX.0277-74-6442
東北営業所　〒985-0861　宮城県多賀城市浮島字西沢61
TEL/FAX.022-368-7772
四国営業所　〒769-0314　香川県仲多度郡まんのう町帆山126
TEL/FAX.0877-57-6710
URL:http://www.abediamond.co.jp/

TOKYO DIAMOND

明日を担うモノづくりを
元気にしたい。
Impressed by Innovation

株式会社 東京ダイヤモンド工具製作所
http://www.tokyodiamond.com/

あらゆる素材の切断を可能に

新たなニーズの切断システムを実現するKAMIYAの
オーダーメイド工業用刃物・カッター

最高峰の刃物プロフェッショナルが製作する、神谷機工のオーダーメイドシステム。使用用途や各種素材に合わせて小ロットから製作いたします。
<ISO9001 認証取得>

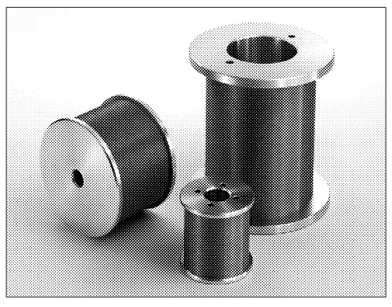
ECO対応　切粉が殆ど出ない　ECOナイフ　も製作いたします。

KAMIYAの無料切削試験サービス
神谷機工では、あらゆるリクエストにお応えするため、無料で各種対象素材の切削試験を行っております。お気軽にお申し込みください。
切削試験サービス 無料受付中！

主な対応製品群　チップソー（非鉄、鉄鋼用、樹脂用、木工用）／ダイヤモンドチップソー／丸ナイフ（スリッター）／食品用ナイフ／HSSメタルソー／フリクションソー／アルミソー／木工用丸鋸／マイタソー／ダイヤモンドソー基板／機械用特殊刃物／他

特殊工業用刃物・カッターのパイオニア　<東京・大阪>
KAMIYA INTERNATIONAL SAW & KNIFE　神谷機工株式會社
〒547-0033　大阪府大阪市平野区平野西 4-10-23
製品お問い合わせダイヤル
06-6702-3022
神谷機工　検索

電着ダイヤモンドワイヤ　EcoMEP（エコメップ）®



電着ダイヤモンドワイヤ（エコメップ）は、高張力ワイヤに特殊技術でダイヤモンド砥粒を電着した細径長尺ワイヤです。

用途例：マルチワイヤソーによる結晶インゴットの切断
【シリコン】半導体デバイス基板、太陽電池
【サファイア】LEDチップ基板、パワーデバイス

旭ダイヤモンド工業株式会社
Asahi Diamond Industrial Co., Ltd.
URL:http://www.asahidia.co.jp/
本社　〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町4番1号（ニューオータニガーデンコート11階）
TEL 03 (3222) 6311　FAX 03 (3222) 6305