

砥粒加工学会誌 51 巻 12 号 / 目次

Journal of the Japan Society for Abrasive Technology (JSAT) Vol.51 No.12 Contents

砥粒アーカイブス	松尾 哲夫 氏 .....692
<p style="text-align: center;">特 集</p> <p style="text-align: center;">ISAAT2006 翻訳論文特集号 part 2</p>	<p>磁性加工ジグを用いた内面の磁気バリ取り法に関する研究 —SUS304 ステンレス鋼円管内面のドリル加工穴の精密バリ取り— 鄒 艶華, 進村 武男 .....696</p> <p>円筒プランジ研削のコンピュータシミュレーション —ワーク剛性が研削精度に及ぼす影響— 堀内 幸, 柴田隆行 .....700</p> <p>PCD 電極による超硬合金への微細 V 溝の放電成形加工 佐野定男, 鈴木 清, ハン イリ, 岩井 学, 村上良彦, 植松哲太郎 .....705</p> <p>新形状コーテッドドリルによる環境対応深穴加工 村上良彦, 山本剛広 .....710</p> <p>超音波・放電複合研削法によるセラミックス材料の加工 鈴木 清, 植松哲太郎, 岩井 学, 二ノ宮進一, 佐野定男, 中川威雄 .....714</p> <p>ポロンドープダイヤモンド砥粒砥石の研削特性 岩井 学, 中川清隆, 植松哲太郎, 竹内恵三, 鈴木 清 .....719</p>
編集部ハルちゃんが行く! 突撃インタビュー	東ソー・クォーツ株式会社 小野春枝 .....723
<p style="text-align: center;">論 文</p>	<p>ナノダイヤモンドを用いた X 線放出素子の形成 大岡昌洋, 笹岡秀紀, 西村一仁 .....725</p> <p>高精度輪郭研削加工に関する基礎的研究 —クーラントによる動圧の影響— 中川平三郎, 小川圭二, 小田陽平, 木村俊夫 .....729</p> <p>マイクロ波プラズマ CVD による CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 系からのダイヤモンド合成 高見義人, 坂本幸弘, 高谷松文 .....735</p>
<p style="text-align: center;">会告・その他</p>	<p>カレンダー .....741</p> <p>会告 H19 年度 砥粒加工学会 企画委員会 第 4 回見学・講習会 .....742 H19 年度 砥粒加工学会 賛助会員会 分野別交流会のご案内 .....743 (社)砥粒加工学会 「賛助会員会テクノフェア 2008」のお知らせ .....744 (社)砥粒加工学会 関西支部 H20 年度総会・見学および特別講演会 .....745</p> <p>会報 (社)砥粒加工学会 企画委員会 第 2 回見学・講習会開催報告 .....746 (財)工作機械技術振興財団 工作機械の試験研究助成等の公募 .....747 花王(株) 半導体研磨関連薬剤の研究開発職募集 .....747 賛助会員名簿 .....748 総目次 .....749 著者名索引 .....756 編集後記 .....757</p>

【翻訳論文 1】

磁性加工ジグを用いた内面の磁気バリ取り法に関する研究

- SUS304 ステンレス鋼円管内面のドリル加工穴の精密バリ取り -

鄒 艶華, 進村 武男

A new internal magnetic deburring process using a magnetic machining jig

- Precise deburring of a drilled hole on the inside of a SUS304 stainless steel tube -

Yanhua ZOU and Takeo SHINMURA

細長いパイプ内面に生じたドリル加工穴のバリ取りは手作業に依存しているのが現状である。従来のバリ取り工具はパイプ外面には容易に適用できるが、細長いパイプ内面に生じたバリ取りには適用しにくい。このため、新しい内面のバリ取り方法の開発が求められている。本研究は、バリが繰り返し曲げ変形を受けることによる脆性破断を利用した新しい内面磁気バリ取り法を提案している。このバリ取り法は磁性加工ジグ（磁石工具）を利用するため、バリ取りに必要な強力な磁力（加工力）が得られること、磁石工具面上に磁性粒子を磁力吸着させて、バリを挟んで繰り返し曲げ変形によって迅速にバリを除去する新しい方法である。本研究では、普通旋盤を用いた円管内面の磁気援用加工装置と磁性加工ジグを製作し、SUS304 ステンレス鋼円管の外側から 3mm 径ドリルを用いたドリル加工穴の内面バリ取り実験を実施した。その結果、バリ高さ 165  $\mu\text{m}$  を 1  $\mu\text{m}$  に大幅に減少できることを確認でき、提案した新しい内面バリ取り法の有用性を明らかにすることができた。

Key words : internal magnetic field assisted machining process, magnetic deburring method, deburring, magnetic machining jig, magnetic particles

【翻訳論文 2】

円筒プランジ研削のコンピュータシミュレーション

- ワーク剛性が研削精度に及ぼす影響 -

堀内 宰，柴田隆行

Computer simulations of cylindrical grinding

- Influence of work stiffness on grinding accuracy -

Osamu HORIUCHI and Takayuki SHIBATA

本論文は，円筒プランジ研削におけるワーク剛性が研削精度に及ぼす影響について，研削過程のコンピュータシミュレーションを行って検討している．シミュレーションプログラムの信頼性は実験結果との同定によって証明された．そして，各種の研削誤差原因のもとで，ワーク剛性が研削精度に及ぼす影響について調べた．その結果，研削誤差原因が異なれば，研削精度に及ぼすワーク剛性の影響が異なり，したがって，ワーク剛性が高ければ研削精度が良好になるとは限らないことがわかった．

Key words: computer simulation, cylindrical plunge grinding, work stiffness, transient process, time constant, grinding force, grinding accuracy

【翻訳論文 3】

PCD 電極による超合金への微細 V 溝の放電成形加工

佐野定男, 鈴木 清, ハン イリ, 岩井 学, 村上良彦, 植松哲太郎

Forming fine V-grooves on a tungsten carbide workpiece with a PCD electrode by EDM

Sadao SANO, Kiyoshi SUZUKI, Weili PAN, Manabu IWAI, Yoshihiko MURAKAMI and Tetsutaro UEMATSU

著者らは放電加工用電極の仕上げ加工領域における消耗の問題に対処するため、熱伝導率に優れた導電性 CVD ダイヤモンド厚膜に着目し、無消耗あるいは極低消耗加工を実現できることを明らかにしている。本研究では、導電性 CVD ダイヤモンド厚膜とほぼ同等の熱伝導率を持つ PCD 素材（ダイヤモンド焼結体）を放電加工用電極に適用することを試みた。超合金（G5）への微細加工に 2 種類の PCD（CTB-010, CTH-025）を使用した。電極の平面部を使って超合金への放電加工特性を調べた結果、銅タングステン電極が推奨放電条件でも 10%の電極消耗率だったのに対し、PCD 電極はロングパルス（ $t_e=30\ \mu\text{s}$ ）でほぼ無消耗であるとともに、ショートパルス（ $t_e=1\ \mu\text{s}$ ）でも約 1.5%と極めて低い電極消耗率を示した。続いて、45°傾斜のナイフエッジに成形した PCD 電極を用いて微細 V 溝の放電成形加工を行った。銅タングステン電極は推奨放電条件でも電極消耗量が  $50\ \mu\text{m}$  と大きくなったが、PCD 電極は放電条件を最適化（ $u_i=60\text{V}$ ,  $i_p=2\text{A}$ ,  $t_e>15\ \mu\text{s}$ ）することで電極無消耗加工が達成できた。

Key words : EDM, PCD electrode, low wear electrode, V-groove, tungsten carbide material

【翻訳論文 4】

新形状コーテッドドリルによる環境対応深穴加工

村上良彦，山本剛広

Ecological deep hole drilling with a novel coated and designed drill

Yoshihiko MURAKAMI and Takehiro YAMAMOTO

ここに紹介される環境対応ドリル加工とは切削油をまったく使わないか、極微量の潤滑油（MQL）を用いた深穴加工を意味する。切削熱が大きい深穴のドリリングにおいて環境対応加工を実現するためのドリルには革新的な工夫が必要である。ひとつはドリルの先端刃と溝形状を切りくずの分断と排出性を高める形状に設定することであり、これに加えて、最適なコーティングを施すことである。コーティング膜としては微細結晶ダイヤモンドコーティングおよび TiAlN コーティングが推奨されるが、本報では切りくずの排出性を高めるために TiAlN コーティング後にドリルの溝面をラップした新しいドリルによる環境対応加工について報告する。

Key words: minimum quantity lubrication(MQL), ecological deep hole drilling, TiAlN coating

【翻訳論文 5】

超音波・放電複合研削法によるセラミックス材料の加工

鈴木 清, 植松哲太郎, 岩井 学, 二ノ宮進一, 佐野定男, 中川威雄

A new complex grinding method for ceramic materials combined  
with ultrasonic vibration and electrodischarge machining

Kiyoshi SUZUKI, Tetsutaro UEMATSU, Manabu IWAI, Shinichi NINOMIYA, Sadao  
SANO and Takeo NAKAGAWA

セラミックス材料はダイヤモンドホイールによって研削加工されるが、加工能率が極めて低いため、高能率研削に対する要望が高い。本研究では、メタルボンド砥石を用いた導電性セラミックス材の研削加工において、超音波振動援用研削と放電複合研削を同時に作用させる超音波・放電複合研削法（US-ED 研削法）を提案した。まず、小型で頑丈な超音波重畳アタッチメントを開発し、超音波複合研削加工の基本特性を調査した。この装置を用いて、極めて難削性を示す 2 ホウ化チタン(TiB<sub>2</sub>)などの導電性セラミックスを US-ED 研削した結果、他の複合研削法と比較して、研削抵抗を大幅に低減させ、砥石の研削能力を長期間維持する効果が顕著に確認できた。

Key words : ultrasonic electrodischarging grinding method, metal bond grinding wheel,  
ceramics, machining center

【翻訳論文 6】

ボロンドープダイヤモンド砥粒砥石の研削特性

岩井 学，中川清隆，植松哲太郎，竹内恵三，鈴木 清

Grinding characteristics of boron-doped diamond grit grinding wheel

Manabu IWAI, Kiyotaka NAKAGAWA, Tetsutaro UEMATSU, Keizo TAKEUCHI and Kiyoshi SUZUKI

導電性および高耐酸化特性を有する試作ボロンドープダイヤモンド砥粒を用いてメタルボンドおよびレジンボンド砥石を製作し，放電ツルージング特性や各種被削材に対する長期研削性能を調べた．その結果，ボロンドープダイヤモンド砥粒砥石は，通常ダイヤモンド砥粒砥石より放電ツルージング能率が 3~4 倍高く，砥粒先端を平坦化することもできた．この砥粒先端を平坦化した砥石は表面粗さを大幅に改善することができた．また，超硬合金および光学ガラスの長期研削テストでは，ボロンドープダイヤモンド砥粒砥石は，同等の破砕強度を持つ通常ダイヤモンド砥粒砥石と比べ，研削比が大幅に向上するとともに，表面粗さも良好だった．

Key words : diamond wheel, boron doped diamond grits, electrically conductive diamond grits, electrodischarge truing, grinding, difficult-to-grind materials, wheel wear

《論文》

【論文 1】

ナノダイヤモンドを用いた X 線放出素子の形成

大岡昌洋， 笹岡秀紀， 西村一仁

An X-ray generator using nano-diamond field emission devices

Masahiro OOKA, Hideki SASAOKA and Kazuhito NISHIMURA

5nm ~ 10nm のダイヤモンド結晶粒で構成されたナノダイヤモンド (ND) 膜は真空中で電界を印加することで電子放出が発生し， $1\text{V}/\mu\text{m}$  以下の電界で  $1\text{mA}/\text{cm}^2$  という高い放出効率を持っていることが確認されている．この ND 膜はさまざまなデバイスへの応用が期待されているが，本研究では軟 X 線源へ利用したときの特性を評価した．軟 X 線源の一般的な動作電圧である  $8\text{kV} \sim 10\text{kV}$  の電圧を印加して軟 X 線を発生させ，イオンの発生量について消費電力が等しい熱フィラメントを用いた場合と比較すると，消費電力がともに  $6\text{W}$  なのに対して ND 膜による X 線源は熱フィラメントよりも約 10 倍のイオンが生成された．このことから ND 膜によって高出力な軟 X 線源デバイスの創生が可能であることが実証された．

Key words: nano-diamond, field emission, soft X-ray generator, DC plasma CVD, I-V characteristics

## 【論文2】

高精度輪郭研削加工に関する基礎的研究

-クーラントによる動圧の影響-

中川平三郎，小川圭二，小田陽平，木村俊夫

High accuracy contour grinding

Effects of dynamic pressure caused by coolant on grinding accuracy

Heisaburo NAKAGAWA, Keiji OGAWA, Youhei ODA and Toshio KIMURA

マシニングセンタでの自由曲面の輪郭研削加工では小径の軸付砥石を使わなければならない。しかし、このような砥石は軸剛性が低いため研削抵抗変化による切残し量が大きく変化し、研削精度、能率に悪影響を及ぼす。したがって、高精度高能率な輪郭研削加工を達成するためには研削抵抗一定化制御研削が有効であると考えられる。研削抵抗一定化を図る方法はこれまでに研究されており成果を上げている。しかし、これらの研究ではクーラントによる動圧によって砥石が受ける負荷については考慮されていない。本研究では、研削加工時に発生する動圧による負荷を実験的に求め、簡易数式モデルを提案した。動圧モデルはジャーナルすべり軸受の圧力分布解析を基に切込み量を考慮して構築し、動圧測定実験によって妥当性を検証した。また、砥石の仕様を変更したときの動圧による負荷についても検討した。さらに、動圧による負荷の背分力方向成分を考慮して輪郭研削加工実験を行った。その結果、研削背分力一定化に近づけることが可能となり、研削精度向上が期待できることがわかった。

Key words: contour grinding, high accuracy, dynamic pressure, coolant, journal bearing, depth of cut

### 【論文3】

マイクロ波プラズマ CVD による CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 系からのダイヤモンド合成

高見義人，坂本幸弘，高谷松文

Diamond synthesis from CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> reaction gas using microwave plasma CVD

Yoshihito TAKAMI, Yukihiro SAKAMOTO and Matsufumi TAKAYA

CVD 法によりダイヤモンドの合成が可能であり，その特性は天然ダイヤモンドと同等もしくは近い物が得られている．しかし，CVD ダイヤモンドの優れた特性を工業的に応用するためには，低コストでの合成が不可欠であり，そのためには，大面積化および高速化が望まれている．無機材質研究所型マイクロ波プラズマ CVD 装置による CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 系反応ガスでのダイヤモンド合成では，高 CH<sub>4</sub> 濃度領域で O<sub>2</sub> 添加により非ダイヤモンド成分の少ない，良質のダイヤモンド膜が得られ，成膜速度も向上する．本報告は上部からマイクロ波を導入するモード変換型マイクロ波プラズマ CVD 装置を用いて，CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 系によるダイヤモンド合成について検討した．その結果，CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 系によるダイヤモンド合成は可能であり，高 CH<sub>4</sub> 流量では O<sub>2</sub> 添加により膜化する領域も広がることが明らかとなった．また，CH<sub>4</sub> 流量に対して少量の O<sub>2</sub> 添加では，成長，成膜速度および品質が向上することが明らかとなった．

Key words: CVD, diamond, CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> reaction gas, microwave, plasma