

砥粒加工学会誌 51 巻 9 号 / 目次

Journal of the Japan Society for Abrasive Technology (JSAT) Vol.51 No.9 Contents

砥粒アーカイブス

特 集

ISAAT2006
翻訳論文特集号

part 1

論 文

会告・その他

松井 正己 氏	511
V-CAM 援用による自由曲面の仕上げ加工効果	
林 偉民, 大森 整, 鈴木 亨, 上原嘉宏, 渡邊 裕, 森田晋也	514
小径ビトリファイド CBN 砥石のレーザツルレーイング・ドレッシング	
呉 勇波, 王 統躍, 立花 亨, 加藤正名	518
CO ₂ レーザフォーミングにおける純チタン板の曲げ変形特性	
奥田孝一, 杉江悠一, 布引雅之	522
微小形状部品用炭素工具鋼の精密切削における被削性	
奥田孝一, 竹野恵永	527
軸方向振動方式を用いた磁気援用加工法	
ー微小穴のバリ取りと角形細管内面の平滑化ー	
藤田秀樹, 進村武男, 山口ひとみ	531
フレキシブル導液シートを用いた研削液供給法の基本特性	
清水俊晴, ニノ宮進一, 岩井 学, 白石陽一, 植松哲太郎, 鈴木 清	536
ガラスの連続圧子押し込みによるクラック発生・会合のメカニズム	
張 冰, 吉岡正人, 平 晋一郎	541
GaAs のスクラッチ加工におけるクラック発生機構の結晶方位依存性	
第 1 報: GaAs におけるクラック発生機構の特異性	
森田 昇, 川堰宣隆, 田代雄介, 大井慶太郎, 山田 茂, 高野 登, 大山達雄	547
超精密加工機械の高精度化の研究	
第 3 報: 超精密非球面加工機の開発と性能	
田中克敏, 福田将彦, 甲斐義章, 鈴木 清, 植松哲太郎	553
円筒プランジ研削における工作物の熱変形のシミュレーション	
坂倉守昭, 蘇日塔拉図, 長谷川裕之, 塚本真也	559
カレンダー	
565	
会告	
H19 年度 砥粒加工学会 企画委員会 第 2 回見学・講習会	566
H19 年度 砥粒加工学会 賛助委員会 地区見学講習会のお知らせ	567
ISAAT2008 講演論文募集	568
会報	
H19 年度 砥粒加工学会 企画委員会 第 2 回見学・講習会	566
北信越ハイテク加工研究分科会 研究・開発成果発表会 開催報告	569
(社)砥粒加工学会 『H19 年度オープンセミナー』開催報告	570
(社)砥粒加工学会 企画委員会 H19 年第 1 回企画・講習会開催報告	571
花王(株) 半導体研磨関連薬剤の研究開発職募集	571
賛助会員名簿	572
編集後記	573

【翻訳論文 1】

V-CAM 援用による自由曲面の仕上げ加工効果

林 偉民，大森 整，鈴木 亨，上原嘉宏，渡邊 裕，森田晋也

Characteristics of free form finishing apply V-CAM system

Weimin LIN, Hitoshi OHMORI, Toru SUZUKI, Yoshihiro UEHARA, Yutaka WATANABE and Shin-ya MORITA

近年のものづくり手法として，製品の設計から製造工程，評価までをコンピュータ内のデジタルデータを介して行えるようになってきた．このような役割を担う新しいツールとして，VCAD を提案し開発を行ってきた．本報では VCAD データを取り扱うことができる V-CAM，ナノメートル精度 V-CAM (Nano V-CAM) の開発を行い，その V-CAM，Nano V-CAM で生成した NC データによる加工検証実験の結果について紹介する．また，V-CAM，Nano V-CAM により生成された NC データを用いて行う自由曲面のポリシングにおいて，生成された NC データの精度とそれによるポリシングの形状精度について考察した．

Key words : VCAD, V-CAM, free form, ELID-grinding, polishing, form accuracy

【翻訳論文 2】

小径ビトリファイド CBN 砥石のレーザツルueイング・ドレッシング

呉 勇波, 王 続躍, 立花 亨, 加藤正名

Laser truing and dressing of small vitrified CBN grinding wheel

Yongbo WU, Xuyue WANG, Toru TACHIBANA and Masana KATO

直径数 mm 程度の小径内面の精密研削に用いる小径ビトリファイド CBN 砥石のツルueイング・ドレッシング技術を新たに開発することが本論文の目的である．単石ダイヤモンドドレッサやロータリ GC カップ砥石による従来法では，砥石軸が片持ちでその剛性が低くツルueイング抵抗によるたわみのためツルueイング精度の向上に限界がある．そこで本研究では，Nd:YAG レーザビームをドレッサとする新しいツルueイング・ドレッシング方法を提案した．砥石の形状精度や表面状態に及ぼすレーザビームのパワー密度とパルス幅・周波数，焦点のオフセット値，およびレーザビームと砥石間の相対運動などパラメータの影響を実験的に調べた結果，レーザツルueイング・ドレッシング後 CBN 砥石の真円度が大きく向上し，また砥粒の突き出しなど表面性状も大きく改善されることが明らかになった．

Key words: vitrified CBN wheel, truing and dressing, laser, internal grinding, small hole

【翻訳論文 3】

CO₂ レーザフォーミングにおける純チタン板の曲げ変形特性

奥田孝一，杉江悠一 ，布引雅之

Bending deformation of pure titanium plate in CO₂ laser forming

Koichi OKUDA, Yuichi SUGIE and Masayuki NUNOBIKI

本研究は，チタンの CO₂ レーザフォーミングによる曲げ変形挙動について述べたものである．厚さ 1mm の純チタン板に CO₂ レーザによる曲げ加工を試み，新たな曲げ加工法の開発を目指すものである．CO₂ レーザ加工機を用いて曲げ加工実験を行った．レーザ出力，送り速度，レーザスポット径を変化させた照射実験を行い，チタン板試料の曲げ角度，温度変化の詳細な観察を行った．実験結果より，曲げ変形量はレーザ出力とレーザスポット径に依存して大きく変化することが明らかとなった．また，スポット径が大きくなると板の曲がる方向がレーザ照射面と反対側へ変化する傾向を示した．

Key words : laser forming, CO₂ laser, pure titanium, bending deformation, temperature change

【翻訳論文 4】

微小形状部品用炭素工具鋼の精密切削における被削

奥田孝一，竹野恵永

Machinability in precision cutting of carbon tool steel for small-size parts

Koichi OKUDA and Yoshihisa TAKENO

半導体の通電検査用コンタクトプローブのような微小形状部品の高精度高能率加工への要望が増加している．本研究は，コンタクトプローブ用として代表的な材料である炭素工具鋼の微小切削技術に関して述べている．高強度材料の精密切削を実用的レベルで行うためには，微小切込み，低切削速度条件下における仕上面性状や工具摩耗などの点で微小切削現象を明らかにすることが重要となる．サーメット工具，超微粒子超硬工具による炭素工具鋼（SK105）の精密切削実験が超精密切削加工機を用いて行われた．その結果，送り速度，切削速度，工具切れ刃の鋭利さが表面仕上げに大きな影響を及ぼすことがわかった．

Key words : precision cutting, carbon tool steel, machinability, tungsten carbide tool, small-size part, surface roughness, tool wear

【翻訳論文 5】

軸方向振動方式を用いた磁気援用加工法

- 微小穴のバリ取りと角形細管内面の平滑化 -

藤田秀樹，進村武男，山口ひとみ

Magnetic-field-assisted finishing with axial vibration

- Deburring of drilled holes and internal finishing of pipes with rectangular cross-sections -

Hideki FUJITA, Takeo SHINMURA and Hitomi YAMAGUCHI

磁気援用加工にて振動を利用する場合，工作物の形状，大きさ，質量の大小により磁極振動方式または工作物振動方式を選定しなければならない．本研究は，振動重畳により鉄粉混合磁性砥粒を用いて多段細管内面の微小バリ取りおよび黄銅角形細管の内面研磨を行った．ここでは，磁極を振動させて多段細管を回転させる方式および角形細管を振動させて磁極を固定する方式について実験を行った．実験の結果，ドリル加工により発生する多段細管内面の微小バリの除去および角形細管内面の表面粗さを $0.023\mu\text{m Ra}$ に改善することが可能になった．

Key words: magnetic-field-assisted finishing, vibration finishing, axial vibration, rotation finishing, deburring, roughness, magnetic abrasive, brass

【翻訳論文 6】

フレキシブル導液シートを用いた研削液供給法の基本特性

清水俊晴，二ノ宮進一，岩井 学，白石陽一，植松哲太郎，鈴木 清

Basic properties of coolant supply using a coolant flow guided flexible sheet

Toshiharu SHIMIZU, Shinichi NINOMIYA, Manabu IWAI, Yoichi SHIRAIISHI,
Tetsutaro UEMATSU and Kiyoshi SUZUKI

効果的な研削液供給法であるフローティングノズル法をさらに発展させ，著者らによって開発されたフレキシブル導液シート法は，ノズルから供給した全ての研削液を確実に研削点へ導くことができる．本研究では，フレキシブル導液シート法を利用した研削液供給状況の基本的な特性について調査した．はじめに，フレキシブル導液シートが自動的に高速回転する砥石表面へ巻き付く現象を，高速度カメラ撮影によって確認した．次に，フレキシブル導液シートと砥石表面間を流れる研削液の厚みを実験的に計測した結果，巻き付いた研削液の厚みは，約 0.1mm と非常に小さく，また，この厚みを研削液の供給流量と砥石回転速度で制御できることがわかった．さらに，フレキシブル導液シート法によって研削液を供給しても，常用砥石周速度の範囲内では砥石主軸モータの消費電力への影響は小さいことがわかった．

Key words : coolant flow guided flexible sheet, floating nozzle, grinding wheel, coolant layer, power consumption

《論文》

【論文 1】

ガラスの連続圧子押し込みによるクラック発生・会合のメカニズム

張 冰, 吉岡正人, 平 晋一郎

Mechanisms of crack nucleation and merging in adjoining Vickers indentations on glass surfaces

Bing ZHANG, Masato YOSHIOKA and Shinichiro HIRA

ビッカース圧子の近接位置への連続押し込みによるクラックの発生・会合について実験的観察を行い, 押し込み深さを臨界値(本実験条件では $1.8\mu\text{m}$) に設定すると, 連続押し込みによる二つの圧痕を結ぶ方向にのみ直線状縦クラックが発生し, 両圧痕間で会合することを確認した。またこの場合, クラックの発生・会合には最適な押し込み距離間隔が存在し, 間隔がこれより大きくても小さくてもクラック会合率は減少することを明らかにした。クラック発生・会合時点に関しては, 第 1 点目の押し込み全過程および第 2 点目の負荷の後, 除荷が終了した時点で最も多くクラック発生・会合が観察され, 第 2 押し込み点から第 1 押し込み点に向けて成長することがわかった。これらのクラック発生・会合現象の力学的メカニズムを明らかにするために, 圧子押し込みによる応力場について有限要素法を用いた 3 次元解析により明らかにし, 1 点目の押し込み過程において形成された応力場が近接位置への 2 点目の押し込みによる応力場に大きな影響を与えることを明らかにした。押し込みによる両圧痕間の応力場は押し込み点間隔により変化し, ある間隔においてはそれぞれの押し込みによる引張応力場同士が重ね合わさり, 直線状縦クラック発生率も増加することが推測された。この結果は, クラック発生率が最高になる押し込み点間隔が存在するという上述の観察結果と一致している。

Key words: adjoining Vickers indentations, glass surface, dynamical observation of indentation process, stress fields analysis, stress fields interference

【論文 2】

GaAs のスクラッチ加工におけるクラック発生機構の結晶方位依存性

第 1 報：GaAs におけるクラック発生機構の特異性

森田 昇，川堰宣隆，田代雄介，大井慶太郎，山田 茂，高野 登，大山達雄

Dependence of crack generation process on crystal orientation in scratching of gallium arsenide

1st report: Specificity of crack generation in gallium arsenide

Noboru MORITA, Noritaka KAWASEGI, Yusuke TASHIRO, Keitaro OOI, Shigeru YAMADA, Noboru TAKANO and Tatsuo OYAMA

本研究は，GaAs 半導体の研削加工におけるクラック発生機構を明らかにすることを目的としている．単粒研削時のクラック発生過程を詳細に検討するため，傾斜ステージをもったスクラッチ加工機を試作した．これを用いて GaAs(100)のスクラッチ加工実験を行い，とくに結晶方位依存性の観点から，GaAs におけるクラック発生機構の特異性について検討した．これより，GaAs におけるクラックの発生は結晶方位に強く依存し， $[0\bar{1}1]$ 方向に加工したときに最も脆性破壊が生じやすく， $[011]$ 方向の場合に最も生じにくいことがわかった．また，脆性破壊部の形状は加工方向によって大きく異なる．以上の結果より，GaAs におけるクラック発生機構は結晶方位によって変化し，その傾向は Si のそれとは異なることがわかった．

Key words: gallium arsenide, scratching experiment, brittle fracture, single grain grinding, crystal orientation

【論文 3】

超精密加工機械の高精度化の研究

第 3 報：超精密非球面加工機の開発と性能

田中克敏，福田将彦，甲斐義章，鈴木 清，植松哲太郎

Development of an ultra-precision machine tool

3rd repor : Development of an ultra-precision aspheric generating machine and its performances

Katsutoshi TANAKA, Masahiko FUKUTA, Yoshiaki KAI, Kiyoshi SUZUKI and Tetsutaro UEMATSU

本研究では，空気静圧スピンドル，有限形 V-V ころがり案内などのレベルアップ，リニアモータ駆動，除振装置，機上計測装置などの新要素を加えることによる新しい超精密非球面加工機の開発を検討した．開発に当たって，これまで高価で特殊用途にしか利用できなかった非球面光学部品を民生用などの一般用途に使用できるよう，加工機械として超精密，高剛性，高い安定性，小型，低価格を目標とした．以上の取組みから 1)ワーク主軸に多孔質絞りを採用することにより空気流量を 1/8，軸受剛性を約 2 倍，配管内の空気の流れによって生じる主軸の振動を 1/10 に減少させることができた．2)砥石を取付ける工具主軸は冷却と低熱膨張材料の採用により 40000min⁻¹での軸の熱変形は-0.4 μ m であった．3)コア付リニアモータの採用により，高ゲインでの制御，位置偏差量の微小化が達成でき，軸駆動時の振動レベルがボールねじ駆動に比べ 1/50 に減少した．この結果，4)非球面レンズ用金型の加工精度が切削加工で面粗さ 6nmRt，形状精度 46nm，研削加工で面粗さ 25nmRt，形状精度 54nm が達成できた．

Key words:aspheric lens, aerostatic bearing spindle, V-V roller guide way, linear motor

【論文４】

円筒プランジ研削における工作物の熱変形のシミュレーション

坂倉守昭，蘇日塔拉図，長谷川裕之，塚本真也

Simulation of thermal deformation of a workpiece in cylindrical plunge grinding process

Moriaki SAKAKURA, SURITALATU, Hiroyuki HASEGAWA and Shinya TSUKAMOTO

近年，環境問題を背景に，研削加工におけるクーラントの使用を抑制するさまざまな方法が検討され，それにともない熱問題の重要性が再認識されている．研削熱についてはこれまでに，個々の砥粒に着目したミクロな現象の解明や，研削盤の熱変形を重視するマクロな解析など多数の研究がなされてきた．それらを踏まえ，本研究はその中間的な視点に立ち，工作物の平均的な温度変化の問題にアプローチし，高精度な研削加工を実現するための知見の獲得を目標とする．本論文では，まず円筒プランジ研削における寸法生成のシミュレーションモデルと，差分法によって非定常熱伝導を数値的に解析する手法を組合せて工作物の熱変形をシミュレーションする手法を確立し，工作物内部の温度分布および熱変形を推測する方法を示す．次にシミュレーションによって研削中および研削後の工作物内部の温度分布と熱変形量の変化過程を明らかにする．そして，冷却条件と寸法精度の関係を考察する．

Key words : simulation, grinding heat, thermal deformation, cylindrical plunge grinding, finite differencing method