

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01225

研究課題名(和文)位相制御された超音波切削加工による整列配置マイクロテクスチャの高速創成と摺動特性

研究課題名(英文) Rapid Generation and Sliding Characteristics of Aligned Microtextures by Phase-Controlled Ultrasonic Cutting

研究代表者

磯部 浩己 (Isobe, Hiromi)

長岡技術科学大学・工学研究科・教授

研究者番号：60272861

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：切削工具の振動状態を超音波周波数に比して十分に高速、かつ被削材送り運動(旋盤においては、主軸回転運動)に対して高精度に同期させることで、ピッチ数～数十 μm 、深さ数 μm の整列配置されたマイクロテクスチャを工作機械で創成するシステムを構築した。さらに、このシステムを用いて、1周前のテクスチャの位置に対して、次のテクスチャの位置を任意に制御できるシステムを構築した。隣りあうテクスチャを並べれば一直線に整列し、交互に並べれば千鳥模様のテクスチャ配列が得られ、パターンによって摩擦係数を増減できることも確認した。これより、機能性表面テクスチャリングの高速創成を実現できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バイオメティクスに代表される微細構造による摩擦低減の効果は広く知られている。しかし、その微細構造を大量生産する手法は、フィルムプロセスなどに限られており、機械構造部品への適用は生産性の観点から実用化されていない。本研究結果により、機械摺動部材の摩擦低減が実現できると、その波及効果によってトータルでのエネルギー効率改善が期待できる。今後は、さまざまな実用展開を進めていくことで、社会への還元を目指す。

研究成果の概要(英文)：By synchronizing the vibration state of the cutting tool at a sufficiently high speed compared with the ultrasonic frequency and with high accuracy with respect to the workpiece feed motion (In a lathe, main shaft rotational motion), we have constructed a system for creating aligned microtextures with pitch intervals of several to several tens of μm and depth of several μm by machine tools. Furthermore, using this system, we constructed a system that can arbitrarily control the position of the next texture relative to the position of the previous texture. If adjacent textures were arranged, a linear array was obtained, and if they were arranged alternately, a staggered texture array was obtained. And, it was confirmed by the experiment that the friction coefficient increases and decreases by the pattern. Thus, high-speed creation of functional surface texturing can be realized.

研究分野：精密加工

キーワード：マイクロテクスチャ バイオメティクス 旋盤加工 切削加工 超音波加工

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、バイオミメティクス（自然からの学び）工学において、表面創成された微細なテクスチャによる機能性向上に関する取組みが進められている。航空機の表面に数十 μm スケールのテクスチャを形成することで、空気抵抗を低減させ、1%の燃料削減により約 100 億円 / 年のコスト削減効果が報告（Lufthansa Magazin 4/2013 p.60-）された。すなわち、本提案は航空・自動車輸送など摺動カ所×時間×市場規模の大きい分野への適用を目指す、非常に大きな経済効果を与える先進的な技術開発である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、機械加工で生産されるような高精度で複雑な部品の表面に、高い機能性を有するマイクロテクスチャを超音波振動切削加工によって整列配置して創成する技術の開発と、その現象究明および摺動特性を理論的・実験的に明らかにすることである。

本研究では、切削工具を被削材の運動に同期させて超音波振動させることで、生産効率と機械加工精度を維持したまま、被切削面の表面に理路整然と配列されたマイクロテクスチャの創成を目指す。すなわち、超音波帯域(周期:50 マイクロ秒以下)でダイナミックに微振動(振幅:数マイクロメートル以下)する切れ刃振動の位相を、主軸の回転運動に対して同期(ずれ時間:0.5 μs 以下)させることで、切れ刃の運動を被削材表面に転写し、任意のテクスチャ配列構造を創成する。

3. 研究の方法

(1) 超音波振動切削による整列配置マイクロテクスチャの創成技術開発

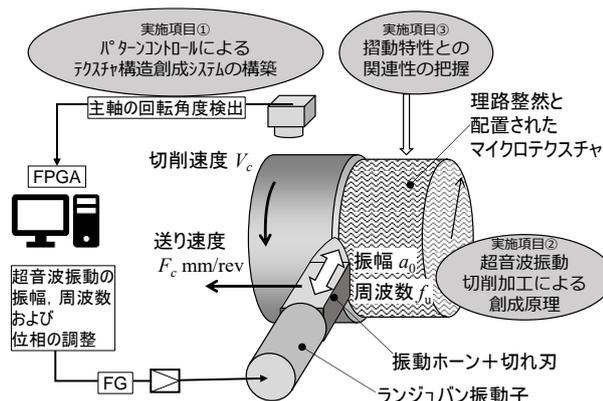
切削力低減や工具摩耗抑制などを目的とした超音波振動切削加工は多くの研究事例があり、光学部品用の金型加工に適用できる表面粗さも実現されている。これに対して、本研究では逆転の発想で、工具を被削材表面の法線方向（切り込み方向）に振動させ、数十～数百 μm ピッチの微細なテクスチャを超音波振動切削加工で創成する。機械加工による精密成形加工と同時にテクスチャを創成することで、生産性をスポイルすることなく機能性表面を創成できることを実験検証する。

(2) 加工現象の究明と各種材料への適用

準静的な慣用加工と異なり、超音波振動切削加工では、その切削状態が時々刻々と変化する。また、切り込み方向へ超音波振動するため、切り取り厚さも変化することになる。本研究期間では、工具形状と創成面との幾何学的関係から、得られるテクスチャ構造について理論的に明らかにするとともに、実際に得られたテクスチャ構造との関係と比較、考察する。また、高硬度材へのテクスチャ創成の可否を検証するため、各種焼入鋼へのテクスチャ創成を実施した。

(3) 機能性の理論的、実験的検証と応用展開

本手法で創成されるテクスチャの摺動特性を実験的にあきらかにする。(2)で創成したテクスチャに対してその摺動特性を測定し、テクスチャのない慣用切削面との



比較を行う。そして、テクスチャ構造が摩擦特性向上の原理についても考察する。

4. 研究成果

4.1 テクスチャ配列加工^{1) 2) 3)}

構築するシステムを図1に示す。一例として、超音波振動する切削工具が一定の送り速度で軸方向に移動する外周旋削を考える。主軸回転と軸方向送り運動によって、工具はらせん状の溝を連続的に作りつつ、超音波振動によって微細な凹凸を連続的に創成する。ここで、被削材半径 R_w 、工具振動周波数 f_u および切削速度（被削材外周速度） V_c とすると、被削材1回転間の振動回数 N_v は $2\pi R_w f_u / V_c$ となる。一般的な超音波切削加工では、主軸回転と工具振動は同期していないので、上記パラメータのわずかな変動によって表面の凹凸はランダムな分布となる。被削材と工具の相対運動とともに、超音波振動の周波数や位相、振幅を動的・高精度に制御することでマイクロテクスチャの構造や配列（ピッチ、隣り合うテクスチャとの位相差）を制御する。

表面テクスチャリングは、CNC 櫛刃旋盤を使用し、旋盤の刃物台に超音波振動ユニットを設置して被削材端面を旋削加工した。切削方向のテクスチャピッチ間隔 P_C は式 (1) で導出される。

$$P_C = \frac{2\pi \cdot R_w}{N_v} = \frac{V_c}{60 f_u} \quad (1)$$

ここで N_v は旋盤一回転当たりの工具振動数であり、整数かつテクスチャリング中に変動しない場合、テクスチャは送り方向に整列する(図2)。しかし、実際には、

旋盤主軸の回転むらなどによって N_v が偶発的に変動し、テクスチャ配列に再現性が得られなかった。そこで、旋盤主軸にロータリエンコーダを取り付け旋盤回転周期を測定した結果、旋盤 50 回転の間に最大 155 μ s の回転むらを確認した。本報の加工条件で主軸回転に 155 μ s の回転むらがある場合、 $R_w = 14$ mm の位置で P_C は 4.9 μ m ずれる。これは、 P_C の理論値 33.5 μ m に対して 15 %程度ばらつくことを意味しており、理論テクスチャ凹凸高さ 1.5 μ m に比べて大きな値であるため、考慮しなければならない。位相制御していないテクスチャは送り方向に対してランダムな配列であった。これは、式 (1) から N_v が偶発的に変動したためと推察される。一方、位相制御したテクスチャ(図3)は送り方向に整列していることが分かる。テクスチャ配列を定量的に評価するために、画像処理によってテクスチャのずれを評価した。その結果、位相制御なしで 5.6 μ m、位相制御ありで 1.0 μ m となった。位相制御なしは、旋盤主軸の回転むらから算出したずれと概ね一致した。以上から、テクスチャ配列のずれは旋盤主軸の回転むらが支配的であり、本システムによってテクスチャ配列のずれを 4.6 μ m 減少し、理論ピッチ間隔 33.5 μ m に対して 13.7 %減少できることが明らかとなった。

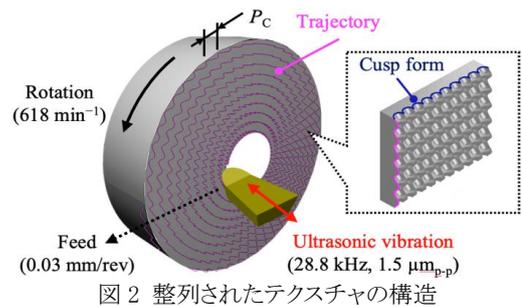


図2 整列されたテクスチャの構造

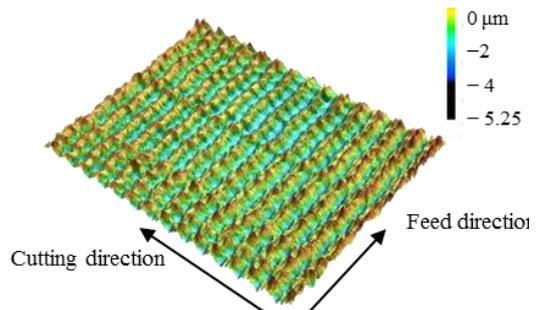


図3 整列テクスチャの3Dプロファイル

4.2 テクスチャプロファイルの理論的・実験的検討^{4) 5)}

図4に切削方向から見た、テクスチャの断面図を示す。ここで、被削材回転にともなう被削材送り方向を x 軸、工具切り込み方向を y 軸とし、超音波振動により最も切り込まれる点を原点と定義する。工具の振動軌跡 TR は以下で表される。

$$TR = -a \cos\left(\frac{2\pi f_u}{V_c} x\right) + a \quad (2)$$

ここで、 a ：超音波振動振幅、 f_u ：超音波振動周波数、 V_C ：切削速度である。

次にテクスチャの凹凸高さ h_{te} を定義する。通常、被削材には TR が転写されるため、 $h_{te} = 2a$ となる。しかし、図4(b)のように加工条件により工具逃げ面と TR が干渉する。干渉が生じる条件について述べるためにテクスチャ角度 θ_{te} を TR 接線の最大角度と定義し、以下に示す。

$$\theta_{te} = \tan^{-1} \left(\frac{120\pi a f_u}{V_C} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{2\pi a}{P_C} \right) \quad (4)$$

もし、 θ_{te} が工具逃げ角 θ_{re} より大きい場合、工具逃げ面と TR が干渉し、被削材表面の塑性変形など凹凸高さが減少する。(3)式から干渉は、 P_C が小さくなる、もしくは超音波振動振幅が大きくなることで生じる。(4)式から、干渉を考慮した h_{te} は、 FL と TR の交点における y 座標値に相当する。実際には、工具逃げ角と同値の傾きを有する TR の接線(FL)が最も干渉している状態であり、 FL は式(5)で表される。

$$FL = \tan \theta_{re} \cdot x - a \cdot \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{\theta_{re} V_C}{120\pi a f_u} \right) \right\} + a - \frac{V_C}{120\pi f_u} \cdot \tan \theta_{re} \cdot \sin^{-1} \left(\frac{\theta_{re} V_C}{120\pi a f_u} \right) \quad (5)$$

図5に被削材半径位置に対する h_{te} の変化を示す。創成面の再現性を確認するため、同じ半径位置における任意の3箇所を測定した。図中のプロットは3箇所の平均値であり、エラーバーは標準偏差である。今回の加工条件においては、 $R_w = 14$ mm以下で干渉が生じ、理論値と実測値で同様の傾向を示し、理論値に対する実測平均値の誤差は10%以内であった。以上の結果から、干渉によるテクスチャ凹凸高さの減少を幾何学的な解析で予測できることが明らかになった。

4.3 高硬度材料へのテクスチャ創成⁶⁾

本項では、焼入鋼へ超音波振動切削によってテクスチャを創成可能か、加工面プロファイルと振動軌跡を比較することで明らかにする。超音波振動によるテクスチャの創成は、切削抵抗などの負荷により共振周波数がシフトすることで、切削中に工具振動振幅が減少し、テクスチャ高さが加工前の振動振幅よりも低く創成されると予想できる。そこで、切削中の工具振動を測定するために、工具の背面に厚さ $300 \mu\text{m}$ の金属板を貼り付け、金属板の振動変位をレーザドップラ振動計によって測定し工た。図6に加工面の3Dプロファイルと切削方向の断面プロファイルを示す。超音波旋削面(図6(a)右)は送りマークに加えて切削方向に周期的な凹凸が創成されている。図6(b)は切削方向の断面プロファイルを実線で示し、振動軌跡を破線で示している。両者のピッチは式(1)から算出された理論的なテクスチャピッチとよく一致している。振動軌跡の振幅は $1.6 \mu\text{m}_{p-p}$ であり、加工前の振幅 $2.1 \mu\text{m}_{p-p}$ と比べて20%小さくなった。また、テクスチャプロファイルとして、主

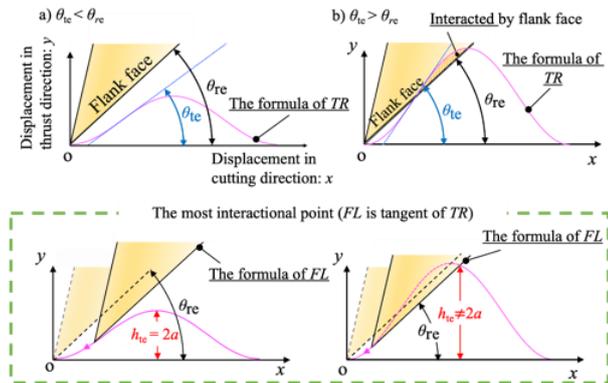


図4 創成されるテクスチャの形状と工具逃げ面の関係
(a) 干渉が生じない場合 (b) 干渉が生じる場合

表1 切削条件

Workpiece	Material	SUS304, $\phi 40$ mm
	Texturing area	End face
Cutting tool	TANGAROY, CCMT120412-PSS AH630	
	Nose radius	1.2 mm
	Rake and relief angle	Both 7 degrees
Cutting conditions	Rotational speed	710 min^{-1}
	Depth of cut	0.1 mm
	Feed rate	0.09 mm/rev

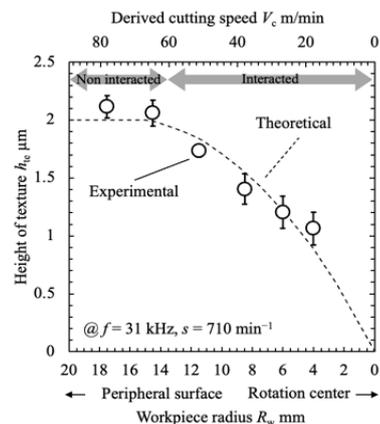


図5 加工位置とテクスチャ高さの関係

軸回転中心から同じ距離にある3箇所の最大断面高さの平均値は $1.0 \mu\text{m}$ となり、振動軌跡と比較して 38% 小さくなった。最大断面高さが振動軌跡と比較して小さくなった要因として、弾性回復による浅底効果が考えられる。そこで、より低硬度な被削材に対しても同様の実験を行った。図7に各被削材における加工前後の振動振幅と最大断面高さを示す。SUS304 および Al 合金の加工においては、振動軌跡が加工前と比較して 10% 程度減少しており、両者に明確な差異は見られなかった。振動軌跡の振幅減少は SUJ2 が最も顕著であり、これは切削抵抗が大きいことで切削装置の共振周波数がより大きくシフトしたためと考えられる。焼入鋼に対して、共振周波数のシフトによる工具振動振幅の減少と、被削材の弾性回復によってテクスチャ高さが加工前の振動振幅より 50% 小さく創成されることがわかった。

4.5 高硬度鋼へのテクスチャリングと摺動試験⁷⁾

近年では、CBN 工具が普及して、焼き入れ後の高硬度鋼への切削加工（いわゆる、ハードターニング）も広く普及してきた。本研究で開発する超音波振動

切削によるテクスチャリング手法の最大の特長は、切削による成形工程によってテクスチャ形状が得られることである。すなわち、高硬度鋼へ直接的にテクスチャリングができることを検証しなければ、実用化はできない。そこで、本研究においては、様々な焼入鋼5種（HRC57~63）に対して、テクスチャリングを施して、得られたテクスチャの構造、および摩擦試験を実施した。得られた被加工面に対して、ボールオン摺動試験を実施した結果、テクスチャの無い慣用切削面の摩擦係数は、摺動試験開始後の30秒（摺動距離1.5m）までは増加した後に減少するが、摩擦係数は0.4を超えるものであった。一方、テクスチャ面においては、摩擦係数は、一部を除いては0.2~0.3以内に収まっており、摩擦係数の絶対値および変動が減少していることが確認された。摺動試験後のボール（SUJ2製ベアリング球）の摩耗状態は、テクスチャのない面に対する試験後においては、慣用旋削で特徴的なカスプ形状が転写された摩耗がみられた。一方、テクスチャを有する面に対する摩耗の面積は明らかに減少した。摩擦係数が減少していることから、動圧効果による負荷容量が発生し、混合潤滑状態に移行していると考えられる。

【参考文献】

- 1) 高島, 田口, 辻, 川村, 原, 磯部: 超音波振動切削による表面テクスチャ創成原理の解明(第1報) 創成面プロファイルの理論的・実験的検討, 2023年度JSPE秋季大会学術講演会, J11 (2023)
- 2) 高島, 辻, 河野, 櫻田, 柳澤, 川村, 原, 磯部: Improved tribological properties with the surface texture generated by ultrasonic vibration cutting, LEM&P 2023, 044 (2023)
- 3) 高島, 櫻田, 原, 河野, 田浦, 辻, 磯部: Evaluation of Tribological Properties of Surface Textures Generated by Ultrasonic Vibration Cutting, 19th ICPE2022, C219 (2022)
- 4) 高島, 辻, 柳澤, 田浦, 河野, 櫻田, 川村, 原, 磯部: Generation of Pattern-Controlled Surface Texture Using Ultrasonic Vibration Assisted Turning, ISAAT2023, p.1051 (2023)
- 5) 高島, 田口, 辻, 川村, 原, 磯部: 超音波振動切削による表面テクスチャ創成原理の解明(第1報) 創成面プロファイルの理論的・実験的検討, 2023年度JSPE秋季大会学術講演会, F89 (2023)
- 6) 高島, 櫻田, 河野, 辻, 川村, 原, 磯部: 超音波振動切削により創成された表面テクスチャにおける真実接触状態の可視化(第2報) 3次元有限要素法による内部応力の解析, 2023年度JSPE春季大会学術講演会, F88 (2023)
- 7) 高島, 辻, 河野, 櫻田, 柳澤, 川村, 原, 磯部: Improved tribological properties with the surface texture generated by ultrasonic vibration cutting, LEM&P 2023, 044 (2023)

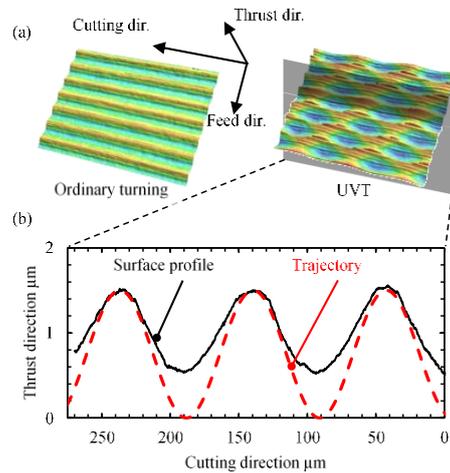


図6 テクスチャのレーザー顕微鏡撮影像

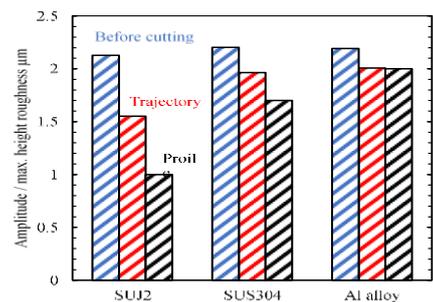


図7 加工中の振動振幅減少とテクスチャ高さ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Naofumi Tsuji, Kota Takashima, Akira Sakurada, Kazuto Miyawaki and Hiromi Isobe	4. 巻 16 (5)
2. 論文標題 Elucidation of Drilling Behavior on Workpiece Superimposed with Ultrasonic Vibration	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 552-561
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/ijat.2022.p0552	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kono Daisuke, Jorobata Yuki, Isobe Hiromi	4. 巻 70
2. 論文標題 Holistic multi-scale model of contact stiffness considering subsurface deformation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 CIRP Annals	6. 最初と最後の頁 447 ~ 450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cirp.2021.04.030	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 TAKASHIMA Kota, TSUJI Naofumi, KONO Daisuke, SAKURADA Akira, YANAGISAWA Kenji, KAWAMURA Hirofumi, HARA Keisuke, ISOBE Hiromi	4. 巻 18
2. 論文標題 Principle of surface texture generation and tribological properties generated by ultrasonic vibration cutting	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 JAMDSM0048
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2024jamdsm0048	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 TSUJI Naofumi, SAKURADA Akira, TAKASHIMA Kota, HARA Keisuke, KAWAMURA Hirofumi, MIYAWAKI Kazuto, ISOBE Hiromi	4. 巻 18
2. 論文標題 Enhancing engagement behavior in small-diameter deep drilling through ultrasonic vibration-assisted drilling and quantitative evaluation of hole dimensions	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing	6. 最初と最後の頁 JAMDSM0041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jamdsm.2024jamdsm0041	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 辻尚史, 原圭祐, 高島孝太, 川村拓史, 櫻田陽, 宮脇和人, 磯部浩巳
2. 発表標題 Effect of High-aspect Ratio Drilling Utilizing Ultrasonic Vibration
3. 学会等名 The 25th International Symposium on Advances in Abrasive Technology (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島孝太, 辻尚史, 柳澤憲史, 田浦祐生, 河野大輔, 櫻田陽, 川村拓史, 原圭祐, 磯部浩巳
2. 発表標題 Generation of Pattern-Controlled Surface Texture Using Ultrasonic Vibration Assisted Turning
3. 学会等名 The 25th International Symposium on Advances in Abrasive Technology (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島孝太, 田口恭輔, 辻尚史, 川村拓史, 原圭祐, 磯部浩巳
2. 発表標題 超音波振動切削による表面テクスチャ創成原理の解明(第1報) 創成面プロファイルの理論的・実験的検討
3. 学会等名 2023年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 辻尚史, 櫻田陽, 高島孝太, 原圭祐, 川村拓史, 宮脇和人, 磯部浩巳
2. 発表標題 ワーク励振による超音波援用小径ドリル加工に関する研究(第5報) 食付き性向上による穴寸法への効果
3. 学会等名 2023年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島孝太, 辻尚史, 河野大輔, 櫻田陽, 柳澤憲史, 川村拓史, 原圭祐, 磯部浩已
2. 発表標題 Improved tribological properties with the surface texture generated by ultrasonic vibration cutting
3. 学会等名 International Conference on Leading Edge Manufacturing/Materials & Processing (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 辻尚史, 櫻田陽, 高島孝太, 原圭祐, 川村拓史, 宮脇和人, 磯部浩已
2. 発表標題 Improvement of Engagement Behavior Utilizing Ultrasonic Vibration-assisted Drilling
3. 学会等名 International Conference on Leading Edge Manufacturing/Materials & Processing (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 辻尚史, 原圭祐, 高島孝太, 川村拓史, 櫻田陽, 宮脇和人, 磯部浩已
2. 発表標題 Effect of High-aspect Ratio Drilling Utilizing Ultrasonic Vibration
3. 学会等名 The 25th International Symposium on Advances in Abrasive Technology (ISAAT2025) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島孝太, 辻尚史, 柳澤憲史, 田浦祐生, 河野大輔, 櫻田陽, 川村拓史, 原圭祐, 磯部浩已
2. 発表標題 Generation of Pattern-Controlled Surface Texture Using Ultrasonic Vibration Assisted Turning
3. 学会等名 The 25th International Symposium on Advances in Abrasive Technology (ISAAT2025) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島孝太, 辻尚史, 河野大輔, 櫻田陽, 柳澤憲史, 川村拓史, 原圭祐, 磯部浩巳
2. 発表標題 Improved tribological properties with the surface texture generated by ultrasonic vibration cutting
3. 学会等名 International Conference on Leading Edge Manufacturing/Materials & Processing (LEM&P 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 辻尚史, 櫻田陽, 高島孝太, 原圭祐, 川村拓史, 宮脇和人, 磯部浩巳
2. 発表標題 Improvement of Engagement Behavior Utilizing Ultrasonic Vibration-assisted Drilling
3. 学会等名 International Conference on Leading Edge Manufacturing/Materials & Processing (LEM&P 2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高島孝太, 櫻田陽, 原圭祐, 河野大輔, 田浦祐生, 辻尚史, 磯部浩巳
2. 発表標題 超音波振動切削により創成された表面テクスチャにおける真実接触状態の可視化(第2報) - 3次元有限要素法による内部応力の解析 -
3. 学会等名 精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 辻尚史, 高島孝太, 櫻田陽, 宮脇和人, 磯部浩巳
2. 発表標題 超音波振動援用ドリル加工における加工メカニズムの究明 - 類似度による加工応力分布の評価方法に関する基礎検討 -
3. 学会等名 精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Naofumi TSUJI, Kota TAKASHIMA, Akira SAKURADA, Keisuke HARA, Kazuto MIYAWAKI and Hiromi ISOBE
2. 発表標題 Investigation of Wear Behavior Considering Critical Rotational Speed in Ultrasonic Vibration-Assisted Drilling
3. 学会等名 19th International Conference on Precision Engineering (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kota TAKASHIMA, Akira SAKURADA, Keisuke HARA, Daisuke KONO, Hiroo TAURA, Naofumi TSUJI, and Hiromi ISOBE
2. 発表標題 Evaluation of Tribological Properties of Surface Textures Generated by Ultrasonic Vibration Cutting
3. 学会等名 19th International Conference on Precision Engineering (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高島孝太, 櫻田陽, 原圭祐, 河野大輔, 田浦祐生, 辻尚史, 磯部浩巳
2. 発表標題 超音波振動切削によるテクスチャ創成技術と有効性の評価 (第4報)
3. 学会等名 2022年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒川 雄輝, 磯部 浩巳, 日向寺 柁
2. 発表標題 超音波振動切削による焼結金属へのマイクロテクスチャの創成
3. 学会等名 2021年度精密工学会北陸信越支部学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高島孝太, 櫻田陽, 原圭祐, 河野大輔, 田浦祐生, 辻尚史, 磯部浩巳
2. 発表標題 超音波振動切削による表面テクスチャ創成技術と有用性の評価(第3報)-外周面へのテクスチャ創成と摺動特性の評価-
3. 学会等名 2021年度精密工学会北陸信越支部学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤建, 高島孝太, 櫻田陽, 原圭祐, 柳沢憲史, 磯部浩巳
2. 発表標題 超音波振動援用切削時に創成される表面テクスチャの配列制御システムの開発 第二報 FPGA によるリアルタイム位相制御システムの開発
3. 学会等名 2021年度砥粒加工学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原 圭祐, 田口恭輔, 磯部浩巳
2. 発表標題 摺動摩擦の減少を目的とした超音波切削による規則テクスチャ面の創成
3. 学会等名 2021年度砥粒加工学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 日向寺 柁, 櫻田陽, 原圭祐, 河野大輔, 田浦裕生, 辻尚史, 磯部浩巳
2. 発表標題 超音波振動切削による表面テクスチャ創成技術と有用性の評価(第2報)
3. 学会等名 2021年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	河野 大輔 (Daisuke Kohno) (80576504)	京都大学・工学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	櫻田 陽 (Akira Sakurada) (90442681)	秋田工業高等専門学校・その他部局等・准教授 (51401)	
研究分担者	原 圭祐 (Keisuke Hara) (30515812)	長岡技術科学大学・工学研究科・准教授 (13102)	
研究分担者	田浦 裕生 (Hiroo Taura) (20334691)	近畿大学・理工学部・准教授 (34419)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------