

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03754

研究課題名(和文) プラズマノ製造プロセスによる機能性材料の高効率ダメージフリー加工

研究課題名(英文) Highly-efficient damage-free manufacturing of functional materials by plasma nanomanufacturing process

研究代表者

山村 和也 (Yamamura, Kazuya)

大阪大学・工学研究科・教授

研究者番号：60240074

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,400,000円

研究成果の概要(和文)：プラズマ援用研磨においてボンド主成分がSiO₂であるビトリファイドボンド砥石を用いると、ボンド材成分が表面改質に用いるフッ素ラジカルによりエッチングされることで自動的にドレス現象が生じることを見出した。本現象の適用により、研磨効率が低下するドレッシングを行うことなく研磨プロセスの持続が可能となった。また、ドレスフリーのプラズマ援用研磨を焼結AlN基板の研磨に適用した結果、脱粒ピットが生じることなく算術平均粗さとして3 nmを達成した。本結果は、従来の機械研磨技術で得られる値を大きく下回るものであり、基板表面のフッ化により、通常では研磨できない極低研磨圧力でも研磨が可能になったためと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

窒化アルミニウム(AlN)セラミックスは高硬度、電気絶縁性、低熱膨張係数および高熱伝導率(アルミナの約5-7倍)などの特性を有することから、ヒートシンクやマイクロエレクトロニクスデバイス作製の基板に適している。本研究の遂行により、AlN基板の高効率脱粒フリー研磨が実現できたため、本基板を用いた高性能パワーデバイスの普及を促進し、省エネルギー化による低炭素社会の早期実現が期待できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, it was found that when a vitrified bonded grinding stone in which the main component of the bond is SiO₂ is used in plasma-assisted polishing, the bond component is etched by the fluorine radicals used for surface modification, and the dress phenomenon automatically occurs. By applying this phenomenon, it became possible to continue the polishing process without dressing, which reduces the polishing efficiency. In addition, as a result of applying dress-free plasma-assisted polishing to the polishing of sintered AlN substrates, an arithmetic mean roughness of 3 nm was achieved without the occurrence of shedding pits. This result is far below the value obtained by the conventional mechanical polishing technique, and it is considered that the fluorination of the substrate surface makes it possible to polish even at an extremely low polishing pressure that cannot be normally polished.

研究分野：超精密加工

キーワード：プラズマ援用研磨 プラズマ改質 ワイドギャップ半導体基板 ドレスフリー 窒化アルミニウム基板 脱粒フリー ビトリファイドボンド砥石

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

高精度ガラスモールド用の金型材料には、耐摩耗性、耐熱性、化学的安定性等が要求されるため、高硬度の焼結 SiC や CVD-SiC、あるいは超硬合金 (WC) 等の高機能セラミックス材料が用いられる。また、単結晶の SiC、GaN、ダイヤモンド等のワイドギャップ半導体は、高温環境下においても信頼性の高い動作が可能であり、低損失パワーデバイスの作製に不可欠な材料である。これらの材料は高硬度ゆえに形状創成や粗加工にはダイヤモンド工具を用いた機械加工が適用され、最終仕上げにはスラリーと呼ばれるアルカリ等の薬液と砥粒を含む懸濁液を用いた CMP (Chemical Mechanical Polishing) プロセスが一般的に用いられる。機械的な加工プロセスでは脆性破壊や塑性変形を加工現象として利用するため、熱衝撃を受けた時に破壊の原因となるマイクロクラック、光散乱の要因となるスクラッチ、摩耗や剥離によって金型寿命を短くする加工変質層が生成される。したがって、機械加工法を適用する限り、必然的にダメージが導入されるために、機能性材料が有する優れた熱的・機械的・化学的な性質を維持できない。また、工具が接触する加工であるため、外部からの振動や熱変形等の影響により、工具の接触状態が変動して加工特性が変化する、いわゆる母性原理に支配されるため、ナノメートルオーダーの加工精度を恒常的に得ることは困難である。さらに、CMP プロセスは、材料の表面欠陥がアルカリ成分によって浸食されてエッチピットが形成されるために表面粗さが悪化する、凝集による砥粒の粗大化によりスクラッチが形成される、スラリーの購入および廃棄する際の処理コストが大きい等、多数の問題点を有している。したがって、母性原理にとらわれることなくナノ精度の形状創成を可能にするとともに、スラリーを用いない革新的低コスト高能率研磨プロセスの実現が強く望まれている。

2. 研究の目的

本研究では、プラズマプロセスを基幹技術として適用し、本プロセスが有する再現性ならびに制御性の高い化学反応現象を除去あるいは表面改質に利用することで、

- ・被加工物表面にダメージを与えない、形状創成加工、表面仕上げ加工プロセスの実現。(脱機械加工による無歪加工の実現)

- ・形状創成は非接触加工プロセスであるため、機械精度に依存せず、また振動・温度等の周囲環境の変動の影響を受けることなくナノ精度の自由曲面を再現性良く決定論的に創成することを実現。(脱母性原理によるナノ精度加工の実現)

の2点が可能となる。

そして、高密度プラズマプロセスを適用することで高能率化と高精度化(高再現性、高安定性、高制御性)という相反する加工特性を両立し、高機能性材料の優れた特性を確実に担保した上で、所望する形状や表面粗さが得られる『プラズマナノ製造プロセス』を精密加工学分野における新たな学術領域として創出し、有史以来連続と受け継がれてきた機械加工プロセスを一新する革新的な“ものづくり”プロセスを構築する。また、従来の機械加工では加工単位がマイクロからサブマイクロメートル単位のマクロな塑性変形や脆性破壊であったため考慮する必要がなかったが、加工単位が原子オーダーになると量子力学シミュレーションによる表面反応素過程の理解と、それに基づく最適な表面反応の設計が不可欠であるため、計算ナノ製造プロセス設計学 (Computational Nanomanufacturing Design : CNMD) を原子レベルの製造プロセスの学理として探求し、新たな学問領域として創造する。

3. 研究の方法

本研究では『プラズマナノ製造プロセス』のうち、プラズマ照射を援用したスラリーレス研磨

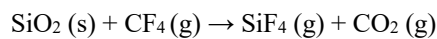
プロセスの開発において、ビトリファイドボンド砥石を用いたドレスフリー研磨プロセスの開発を実施した。

4. 研究成果

(1) プラズマ援用研磨におけるドレスフリー連続研磨技術の開発

プラズマ援用研磨において研磨レートを維持するとともに表面粗さの目標値を達成するためには、長時間にわたって砥石の研磨特性を維持することが不可欠である。本研究では、プラズマを照射することで連続研磨条件においてドレスフリーに初期研磨レートと加工面粗さが維持できることを確認した。

研磨対象基板は焼結 AlN 基板とした。AlN はフッ素ラジカルによりフッ化されて軟質化するため、キャリアガスのアルゴンに約 5%の CF₄ を混合したガスをプラズマに供給し、#20000（平均粒径 0.25 μm）のビトリファイドボンドのダイヤモンド砥石を用いて評価実験を行った。実験は図 1 に示す小型のプラズマ援用研磨装置を用いて行い、研磨圧力は 800 Pa、基板回転数 100 rpm、砥石回転数 121 rpm とした。比較のため、プラズマを照射せずに 30 分のドライ研磨を計 6 回（トータル研磨時間:3 時間）行なった時の砥石表面の SEM 像と走査型白色顕微干涉計（SWLI）像を図 2 に示す。これより、研磨開始後 1 時間まではドレス直後と同等の、砥粒が露出した表面状態が維持されているが、2 時間経過後以降は、砥石表面の摩耗が顕著となり、完全平面からの面積比を表す Sdr（展開面積比、完全平面の場合は Sdr=0）の値が急激に減少してほぼ 0 になっていることがわかる。このような状態では、砥石は基板に対して上滑りするだけで研磨が進行しなくなる。一方、Ar+CF₄ ガスを用いたプラズマ援用研磨の場合には、図 3 に示すように砥石の表面は 3 時間の研磨を行った後もドレス直後の状態とほぼ同じ状態を維持しており、Sdr 値も終始 0.6 程度で一定であった。ビトリファイド砥石は結合剤の主成分が SiO₂ であるため、



の反応により、エッチングされることで自動的に適度なドレッシング作用が生じたことで、砥石の表面状態が良好に維持できたと考えられる。研磨レートと表面粗さの評価に関しては次項で述べる。

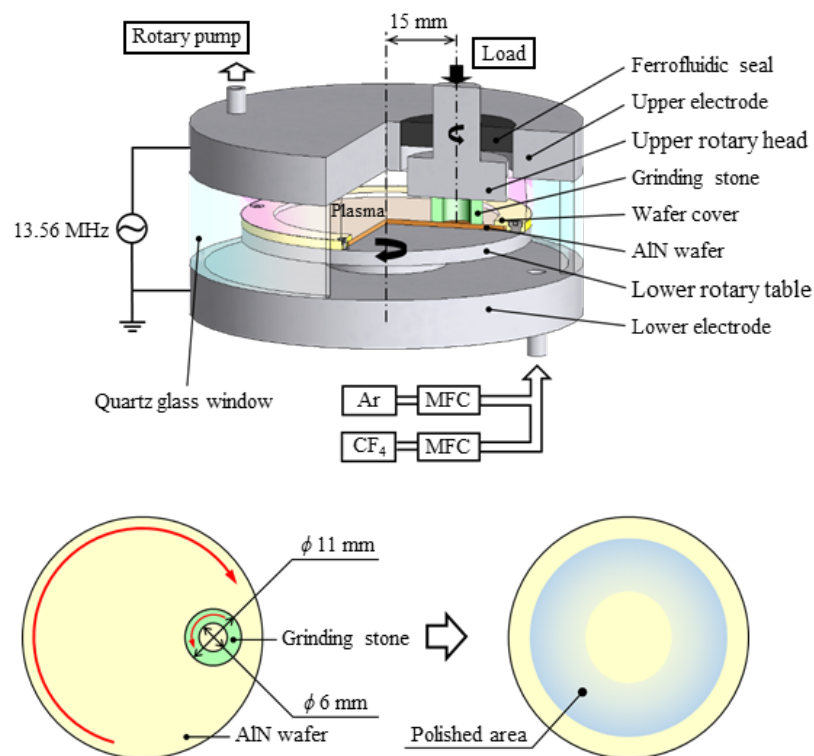


図 1 小型プラズマ援用研磨装置

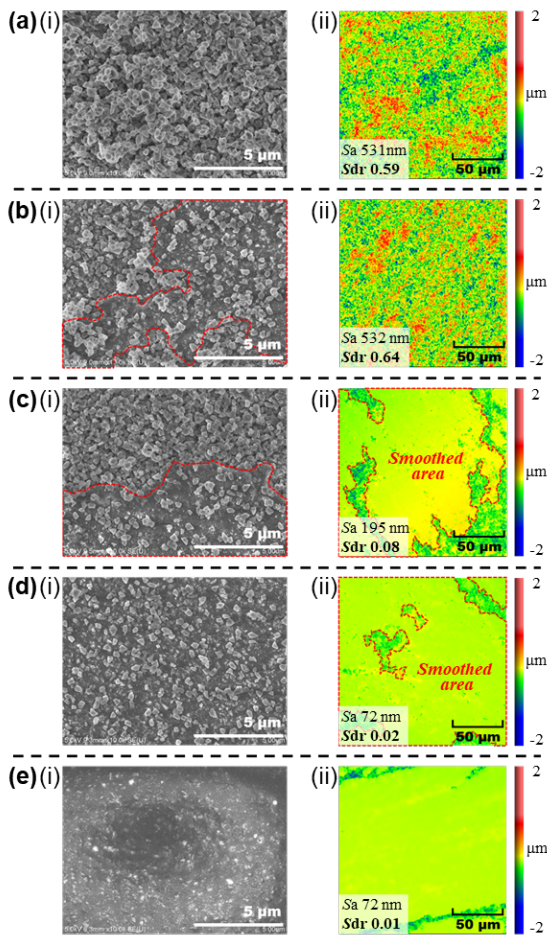


図 2 ドライ研磨前後のビトリファイドダイヤモンド砥石表面の(i)SEM 像、(ii)SWLI 像、(a) ドレス直後、(b) 1時間研磨後、(c) 2時間研磨後、(d) 3時間研磨後、(e) (d)を洗浄後

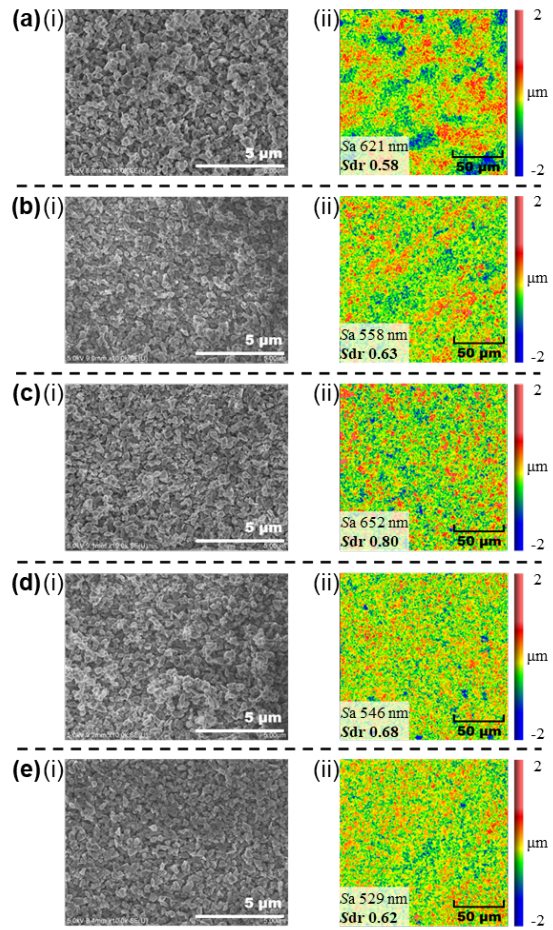


図 3 プラズマ援用研磨前後のビトリファイドダイヤモンド砥石表面の(i)SEM 像、(ii)SWLI 像、(a) ドレス直後、(b) 1時間研磨後、(c) 2時間研磨後、(d) 3時間研磨後、(e) (d)を洗浄後

(2) 焼結 AlN セラミックス基板の研磨特性

窒化アルミニウム(AlN)セラミックスは高硬度、電気絶縁性、低熱膨張係数および高熱伝導率(アルミナの約5-7倍)などの特性を有することから、ヒートシンクやマイクロエレクトロニクスデバイス作製の基板に適している。AlNはGaNと近い格子定数と熱膨張係数を有するため、GaNのエピタキシャル成長用基板として期待されている。しかしながら、AlNセラミックスは焼結体材料であり、従来の機械的な加工プロセスを適用した場合、AlN粒子間の結合強度が弱いこと、表面から粒子が脱落する「脱粒」という現象が生じやすい。実際、加工後の表面には、脱粒により形成されたと推測されるピットが数多く存在し、高品位な平滑表面が得られていない。これらの問題の解決を目的として、焼結 AlN 材に対するドレスフリープラズマ援用研磨特性を評価した。用いた研磨装置と研磨条件は前項②(2)と同じで、焼結 AlN 基板の直径は 50 mm、厚さは 1 mm である。

図 4 に各種研磨条件における研磨レートと表面粗さを示す。研磨条件は①プラズマを照射しないドライ研磨でドレッシング無し、②プラズマを照射しないドライ研磨で30分の研磨毎にドレッシング、③プラズマ援用研磨でドレッシング無しの3種類で、それぞれの総研磨時間は3時間である。研磨レート、ならびに表面粗さは③のプラズマ援用研磨条件がもっとも良い値が得られており、プラズマ援用研磨中における自動的なドレッシング作用は研磨特性の向上に対しても有用と言える。

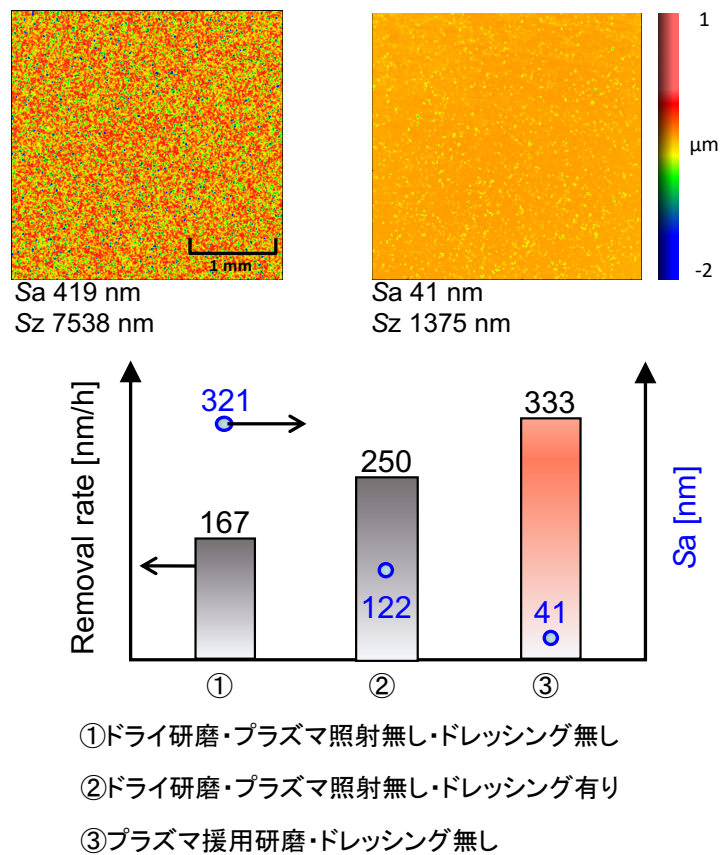


図4 各種研磨条件における研磨レートと表面粗さ

図4は#600の砥粒を用いて研磨した基板を研磨した結果であるが、CMP仕上げを行った基板に対する研磨結果を図5に示す。

プラズマを照射しない通常のドライ研磨の場合(図5左列)には表面モフォロジーは改善されず、脱粒が原因と考えられるピットが残留している。一方、プラズマ援用研磨の場合には脱粒ピットが見られず、従来の機械研磨法の限界を突破する算術平均粗さ Sa 3 nm が得られ、本手法の優位性を示せた。

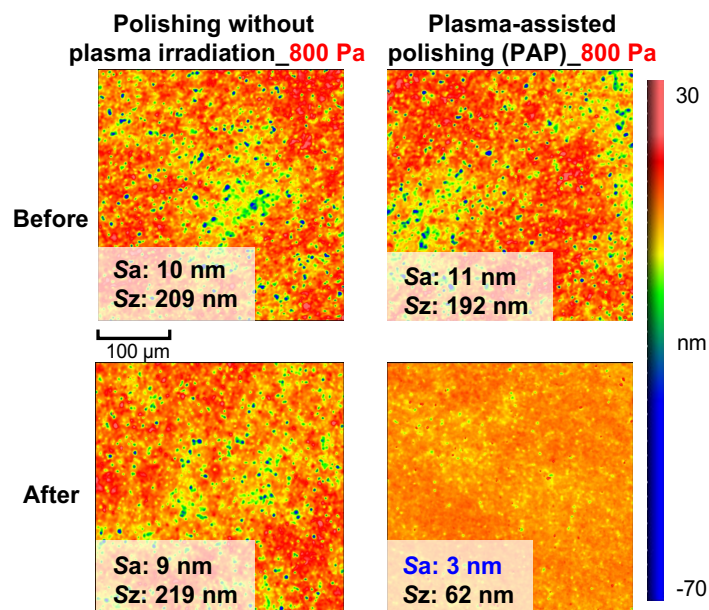


図5 CMP面に対する研磨結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Sun Rongyan, Nozoe Atsunori, Nagahashi Junji, Arima Kenta, Kawai Kentaro, Yamamura Kazuya	4. 巻 72
2. 論文標題 Novel highly-efficient and dress-free polishing technique with plasma-assisted surface modification and dressing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 224 ~ 236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.precisioneng.2021.05.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sun Rongyan, Yang Xu, Arima Kenta, Kawai Kentaro, Yamamura Kazuya	4. 巻 69
2. 論文標題 High-quality plasma-assisted polishing of aluminum nitride ceramic	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 CIRP Annals	6. 最初と最後の頁 301 ~ 304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cirp.2020.04.096	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 R. Sun, Xu, Yang, K. Watanabe, S. Miyazaki, T. Fukano, M. Kitada, K. Arima, K. Kawai, K. Yamamura	4. 巻 Vol. 2
2. 論文標題 Etching Characteristics of Quartz Crystal Wafers Using Argon-Based Atmospheric Pressure CF4 Plasma Stabilized by Ethanol Addition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nanomanufacturing and Metrology	6. 最初と最後の頁 168-176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41871-019-00044-4	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40件（うち招待講演 9件/うち国際学会 18件）

1. 発表者名 陶通, 孫栄硯, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発（第25報） - RS-SiC材のSiC成分とSi成分の酸化レートの評価 -
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 孫栄碩, 陶通, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発 (第24報) - CF4プラズマ照射前後におけるAlN基板とダイヤモンド砥粒との吸着力の変化 -
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 T. Tao, R. Sun, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Processing characteristics of quartz crystal in plasma chemical vaporization machining using argon or helium as the carrier gas
3. 学会等名 The 16th China-Japan International Conference on Ultra-Precision Machining Process (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 R. Sun, T. Tao, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Polishing characteristics of AlN ceramics in plasma-assisted polishing using diamond grinding stone with different abrasive particle sizes
3. 学会等名 The 16th China-Japan International Conference on Ultra-Precision Machining Process (CJUMP2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山村和也
2. 発表標題 プラズマナノ製造プロセスによる機能性材料の超精密加工
3. 学会等名 一般社団法人電子実装工学研究所 (IMSI) 接合界面創成技術研究会第35回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Yamamura
2. 発表標題 Innovation in ultra-precision machining through “Plasma nanoManufacturing Process”
3. 学会等名 Bridging the Pandemic: Reigniting Cooperation on Plasma Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陶通, 孫栄硯, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発 (第23報) - AlN基板の研磨における砥粒材質と研磨特性の相関 -
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

1. 発表者名 孫栄硯, 陶通, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発 (第22報) - フッ素系ガスを用いたプラズマ援用研磨における砥石成分の付着抑制 -
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

1. 発表者名 孫栄硯, 陶通, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 ビトリファイドボンド砥石とフッ素系プラズマを用いたドレスフリー研磨法の開発
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 陶通, 孫栄硯, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 窒化アルミニウムセラミックス材のプラズマ援用研磨に関する研究 - 異なる粒径のピトリファイドボンドダイヤモンド砥石を用いたAIN基板の研磨特性 -
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 北出隼人, 孫栄硯, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 プラズマ CVM 加工におけるガス組成と最適加工ギャップの関係
3. 学会等名 精密工学会2021年度関西地方定期学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陶通, 孫栄硯, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 減圧プラズマ酸化における反応焼結SiCの酸化特性
3. 学会等名 精密工学会2021年度関西地方定期学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 孫栄硯, 陶通, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 減圧プラズマフッ化における焼結AIN基板のフッ化レートの評価
3. 学会等名 精密工学会2021年度関西地方定期学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 孫栄碩, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也, 永橋潤司, 野副厚訓
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発 (第21報) - ビトリファイドボンド砥石を用いたドレスフリー研磨法の開発 -
3. 学会等名 2021年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 R. Sun, T. Tao, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Consideration on suppression of grinding stone components adhesion in dry polishing with the aid of surface modification by fluorine-based plasma
3. 学会等名 The 23rd International Symposium on Advances in Abrasive Technology (ISAAT2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. Tao, R. Sun, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Study on the oxidation characteristics of reaction-sintered silicon carbide using vacuum Ar-based O ₂ plasma for plasma-assisted polishing
3. 学会等名 The 23rd International Symposium on Advances in Abrasive Technology (ISAAT2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 孫栄碩, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発 (第20報) - 焼結AlN基板の脱粒フリー研磨 -
3. 学会等名 2020年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 孫栄碩、川合健太郎、有馬健太、山村和也
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発（第19報） - AlN基板の研磨特性の評価 -
3. 学会等名 2020年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Sun, K. Arima, K. Kawai, K. Yamamura
2. 発表標題 Roughness evaluation of sintered AlN surface processed by plasma-assisted polishing using diamond grinding stone
3. 学会等名 18th International Conference on Precision Engineering (ICPE2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Sun, X. Yang, K. Arima, K. Kawai, K. Yamamura
2. 発表標題 High-quality plasma-assisted polishing of aluminum nitride ceramic
3. 学会等名 CIRP 2020 General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Sun, K. Watanabe, S. Miyazaki, T. Fukano, M. Kitada, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Feasibility using ethanol-added argon instead of helium as the carrier gas used in atmospheric-pressure plasma chemical vaporization machining
3. 学会等名 20th International Conference of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (euspen2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山村和也
2. 発表標題 大気圧プラズマを用いたナノ精度のダメージフリー加工
3. 学会等名 第48回結晶成長国内会議(JCCG-48)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Yamamura
2. 発表標題 Development of nanoManufacturing process based on plasma and electrochemistry for difficult-to-machine materials
3. 学会等名 The 15th China-Japan International Conference on Ultra-Precision Machining Process (CJUMP2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Sun, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Surface modification of AlN by irradiation of fluorine-based atmospheric pressure plasma for damage-free polishing
3. 学会等名 The 22nd International Symposium on Advances in Abrasive Technology (ISAAT2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Sun, Y. Ohkubo, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Aspherical Shape Figuring on Reaction-sintered Silicon Carbide by Plasma Chemical Vaporization Machining
3. 学会等名 The 8th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology (ASPEN2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Sun, K. Watanabe, S. Miyazaki, T. Fukano, M. Kitada, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2 . 発表標題 Stabilization of argon-based atmospheric pressure CF4 plasma by adding ethanol for precision thickness correction of quartz crystal wafer
3 . 学会等名 The 15th China-Japan International Conference on Ultra-Precision Machining Process (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Sun, Y. Ohkubo, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2 . 発表標題 Aspherical Shape Figuring on Reaction-sintered Silicon Carbide by Plasma Chemical Vaporization Machining
3 . 学会等名 The 8th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Sun, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2 . 発表標題 Surface modification of AlN by irradiation of fluorine-based atmospheric pressure plasma for damage-free polishing
3 . 学会等名 The 22nd International Symposium on Advances in Abrasive Technology (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 孫栄碩、川合健太郎、有馬健太、大久保雄司、山村和也
2 . 発表標題 プラズマCVMによる多成分材料の高精度加工に関する研究 (第3報) - 反応焼結SiC材の加工における反応生成堆積物の影響 -
3 . 学会等名 精密工学会2019年度関西地方定期学術講演会
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 孫栄碩、川合健太郎、有馬健太、山村和也
2. 発表標題 プラズマ援用研磨法の開発（第18報） - フッ素系プラズマの照射によるAlN基板の表面改質効果の評価 -
3. 学会等名 2019年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 R. Sun, Y. Ohkubo, K. Endo, K. Yamamura
2. 発表標題 Application of Plasma Chemical Vaporization Machining for Figuring of Reaction-sintered Silicon Carbide
3. 学会等名 18th International Conference of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 R. Sun, Y. Ohkubo, K. Kawai, K. Arima, K. Yamamura
2. 発表標題 Damage-free figuring of reaction-sintered silicon carbide by plasma chemical vaporization machining
3. 学会等名 The 14th China-Japan International Conference on Ultra-Precision Machining Process (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 孫栄碩、川合健太郎、有馬健太、山村和也、渡辺啓一郎、宮崎史朗、深野徹、北田勝信
2. 発表標題 プラズマCVMによる水晶ウエハの加工に関する研究 - エタノール添加によるCF4含有大気圧Arプラズマの安定化 -
3. 学会等名 精密工学会2018年度関西地方定期学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 孫栄碩, 川合健太郎, 有馬健太, 山村和也, 大久保雄司
2. 発表標題 プラズマCVMによる多成分材料の高精度加工に関する研究(第2報) - 反応焼結SiC材に対する非球面形状の創成 -
3. 学会等名 2018年度精密工学会秋季大会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山村和也
2. 発表標題 反応性プラズマを援用したセラミックス材料のダメージフリー形状創成・仕上げ加工技術の開発
3. 学会等名 粉体粉末冶金協会平成30年度春季大会(第121回講演大会)[(招待講演)]
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Yamamura
2. 発表標題 Plasma nanoManufacturing for ultraprecise shape creation and damage-free finishing
3. 学会等名 International Symposium on Application of Intellectual Precision Engineering to Support Next Generation IC Manufacturing (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Yamamura
2. 発表標題 Plasma nanoManufacturing for ultraprecise shape creation and damage-free finishing
3. 学会等名 International Symposium on Extreme Optical Manufacturing and Laser-Induced Damage in Optics (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山村和也
2. 発表標題 プラズマノ製造プロセスによる機能性材料のダメージフリー加工
3. 学会等名 平成30年度砥粒の日企画オープンセミナー「超精密加工の複合化」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山村和也
2. 発表標題 プラズマノ製造プロセスによる機能性材料のダメージフリー加工
3. 学会等名 平成30年度砥粒の日企画オープンセミナー「超精密加工の複合化」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山村和也
2. 発表標題 プラズマノ製造プロセスによる機能性材料のダメージフリー加工
3. 学会等名 平成30年度砥粒の日企画オープンセミナー「超精密加工の複合化」(招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 アルゴンベースの大気圧プラズマ処理方法及び大気圧プラズマ化学気相加工方法	発明者 山村和也、孫栄硯	権利者 大阪大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/028462	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 プラズマ援用加工方法及びプラズマ援用加工装置	発明者 山村和也、孫栄硯、 永橋潤司、野副厚訓	権利者 大阪大学、 (株)ミズホ
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-032166	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
研究協力者	有馬 健太 (Arima Kenta) (10324807)	大阪大学・工学研究科・准教授 (14401)	

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
---------	---------