

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K03891

研究課題名（和文）磁場・電場複合印加方式による形状精度を保持する新型高能率超精密研磨技術の開発研究

研究課題名（英文）Study on highly efficient ultra-precision polishing that maintains shape accuracy by combined application of magnetic and electric fields

研究代表者

西田 均（Nishida, Hitoshi）

富山高等専門学校・その他部局等・特命フェロー（教育・研究支援）

研究者番号：00390435

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では砥粒を含んだ磁気混合流体(MCF加工液)を用いた平面内微細V溝に対して、磁場に加え電場を同時に印加したときの精密研磨の特性を明らかにした。平面に対する研磨では、加工領域は磁場と電場を同時に印加した方が磁場のみの場合より平坦化される。V溝に対する研磨では、パルス磁場と電場を印加した場合、V溝の全面において形状精度を保持した精密研磨が行われることがわかった。また、MCF加工液に磁場印加、電場印加、および、磁場と電場の同時印加された場合の工具に作用するトルク特性が明らかにされた。これにより、本加工液のER効果と磁場と電場の同時印加の効果が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで表面に微細構造を持つ被研磨物に対して、形状を保持した精密な研磨は困難な状況であった。この課題に対して、本研究では砥粒を含んだ磁気混合流体に磁場に加え電場を印加することで、微細構造に対して形状精度を保持した精密研磨が可能になることを明らかにした。また、磁気機能性流体であるMCF加工液が電場に応答する流体であることを実験的に初めて確認した。本研究成果はこれまで困難とされていた微細構造表面に対する自動研磨に道を開くものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, characteristics of precision polishing at the simultaneous application of electric and magnetic fields on micro-V shaped grooves carved on a plate with using a magnetic compound fluid involving abrasive grains were investigated. At the polishing of the V-grooves when pulsed magnetic and electric fields were applied, the overall surfaces of the V-groove were elucidated to be precisely polished while maintaining the shape accuracy. In addition, the characteristics of the torque which acts on the tool were clarified under respective conditions of the application of each magnetic and electric field as well as under the simultaneous condition of the application of both the fields on the MCF based processing fluid. As a result, the ER effect of this processing fluid and the effect of the simultaneous application of the fields on the polishing were elucidated.

研究分野：流体工学，生産加工学

キーワード：磁気混合流体 精密研磨 微細構造表面 磁場 電場 形状精度

1. 研究開始当初の背景

加工学分野では先進的加工の研究開発が進められている。特に、マイクロ加工技術が急速に進展しており、表面に微細構造を持つ精密部品が製造されている。機械加工による微細形状表面は高機能化のために超精密研磨が必要になっている。この研磨は熟練者により、微小回転工具や低周波振動を用いて長時間作業で行われているが、形状精度を保持した精密研磨は困難を極めている。

本研究実施者らは MCF を用いた研磨 (MCF 研磨) の研究開発を行っており、パルス磁場の印加による形状精度を保持する精密研磨技術を開発、特許化して、実用化に繋げた^①。しかし、MCF 研磨は難削材に対して、長時間の加工を必要とし、加工能率の向上が大きな課題となっていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、砥粒を含んだ MCF に磁場と電場を同時に効果的に印加して、微細で複雑な構造を有する、あるいは、複雑形状を有する高硬度の表面などに対して、研磨面の鏡面化と形状精度を保持し、かつ、砥粒の配置と運動を制御することによる高能率研磨法を実験的・理論的に研究開発することである。

3. 研究の方法

砥粒を含んだ MCF に磁場と電場を同時に効果的に印加して、微細で複雑な構造を有する表面に対する精密研磨特性、および、磁気クラスタと砥粒の関係を電磁流体力学的アプローチで実験的・理論的に明らかにする。このために以下の手順で研究を進めた。

- ① 基礎実験装置を用いた磁場と電場の印加による定点研磨実験
- ② 加工量分布の理論的予測と実験結果の比較による砥粒分布の解明
- ③ 磁場・電場複合印加方式研磨装置による平面および微細 V 溝を有する加工物に対する全面研磨実験
- ④ 加工除去量に及ぼす磁場と電場の影響を明らかにするための平行円板型レオメータ兼研磨装置を用いた工具に作用するトルク特性の解明

4. 研究成果

(1) 磁場・電場複合印加による研磨法の開発

図 1 は被研磨物とその上方に設置された先端が円錐形状の電磁石の鉄心(工具)、および、その間にある砥粒と α -セルロースを含んだ MCF(以下、MCF 加工液と呼ぶ)の模式図である。工具から磁場を発生すると、磁力線に沿って MCF の分散粒子である鉄粉と磁性流体の分散粒子であるマグネタイトから成る磁気クラスタが形成される。また、磁性流体中にある砥粒は非磁性体であるため、磁気浮力^②によって磁場強度の小さい所に集まる。磁場印加のみによる研磨では砥粒に磁気クラスタの加工力が作用することと砥粒

と被研磨物の相対運動によって行われる。本研究ではこの状態で工具と被研磨物との間の MCF 加工液に電場を印加する。MCF 加工液が粒子分散系の電気粘性流体なら、誘電体である砥粒は電気力線に沿って凝集体を形成するとともに、電極面に近い砥粒は帯電して電極面に付着する。磁場印加のみの場合、回転流れにより砥粒は半径方向の力を受けるので被研磨物表面の砥粒

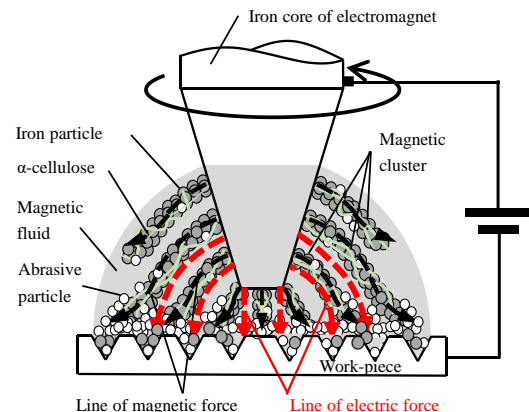


図 1 本研磨法の模式図

は時間の経過とともに半径方向に移動する。しかし、電場の印加により砥粒の移動を抑制され、

研磨能率の時間的低下が起こらず、高能率な研磨になる。

(2) 研磨装置と実験条件

図2に研磨実験装置の構造図を示す。装置は小型 NC フライス盤を用いており、研磨工具部と XY テーブル上に設置された被研磨物(以下、ワークと呼ぶ)固定部で構成されている。研磨工具は電磁石の純鉄製鉄心(直径 20 mm)であり、フライス盤の主軸に取り付けられている。

表1に実験条件を示す。円盤と円盤上面に微細 V 溝を有するワークに対して工具を円運動させる場合、工具中心はワーク中心に対して半径 3 mm の円周上を反時計回りに回転数 1 rpm で公転させた。磁場の種類は直流磁場およびパルス磁場(周波数 $f = 0.1$ Hz, デュティ比 0.5)の2種類を用いた。研磨加工時間は直流磁場で 40 min, パルス磁場では 80 min とした。表2に本実験で使用した MCF 加工液の成分を示す。1回の実験毎に 2.3 mL の新しい加工液を使用した。本研究での平面ワークは黄銅製(C3713P)で直径 30 mm, 厚さ 4 mm であり, $-14 \text{ mm} \leq r \leq 14 \text{ mm}$ の範囲における研磨前の算術平均粗さ Ra_0 の平均値は $0.063 \mu\text{m}$ である。ここで, r はワーク中心を通る半径方向座標軸である。微細 V 溝を有するワークは黄銅製(C3604)で直径 30 mm, 厚さ 10 mm であり, $0 \text{ mm} \leq r \leq 2.5 \text{ mm}$ の範囲における研磨前の算術平均粗さ Ra_0 の平均値は $0.147 \mu\text{m}$ である。微細 V 溝を有するワークは表面に同心円状に 7 個の V 溝を有しており, V 溝の寸法は幅 $w = 0.62 \text{ mm}$, 深さ $h = 0.40 \text{ mm}$, 中心角度 60° である。

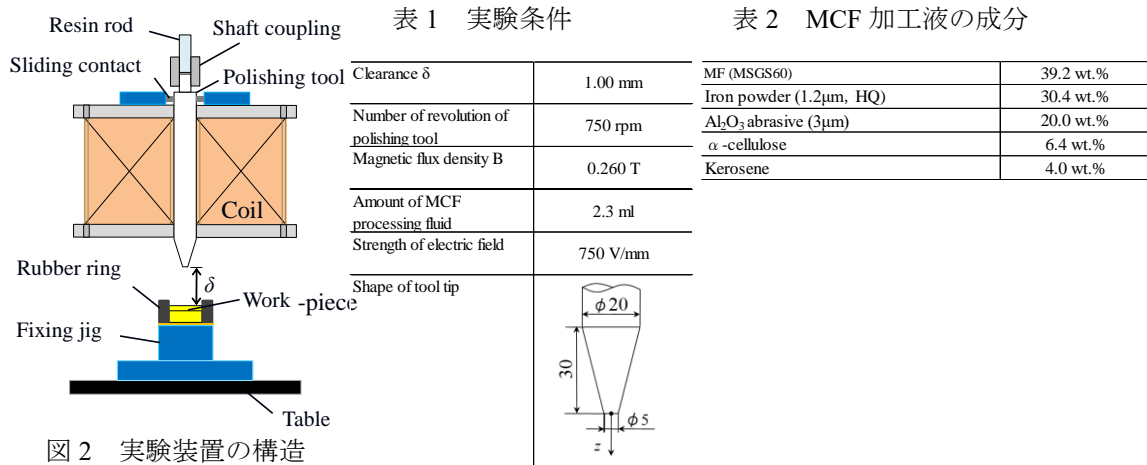


図2 実験装置の構造

(3) 平面内微細 V 溝に対する研磨特性

図3に微細 V 溝に対する直流磁場とパルス磁場における無電場と電場印加の場合の研磨前後の断面曲線をそれぞれ示す。また、図4にはそれぞれの場合の V 溝角部と V 溝底部のマイクロスコップ写真を示す。また、加工量と中心部の算術平均粗さの変化を表3に示す。算術平均粗さは x 方向の $0 \text{ mm} \leq r \leq 2.5 \text{ mm}$ の範囲の評価長さ 2.5 mm における値である。加工量は直流磁場では電場印加による大きな増加は見られない。一方、パルス磁場では電場印加により増加する。

図3(a)と図4(a)から、直流磁場のみの場合、V 溝上部の角部はバリが除去されるとともに丸みを帯び、平面部も傾斜しており、表面形状が変化している。また、V 溝の右側斜面ではうねりを発生している。V 溝底部では研磨前の筋状の切削溝(表面写真における色の濃い縦溝)がそのままの状態であり、研磨されていないことがわかる。直流磁場の磁気クラスタは太いために体積が大きく磁気力が大きい。そのため、V 溝角部の形状を崩すと同時に斜面にうねりを発生させたと考えられる。また、砥粒は V 溝底部に存在しないと考えられる。一方、図3(b)と図4(b)から、電場を印加した場合、角部のバリが除去されるとともに平面

部の傾斜は小さい。また、V溝斜面ではうねりは見られない。V溝底部では研磨前の幅の広い切削溝が見られず、研磨されたことがわかる。電場印加により砥粒が磁場だけの場合に比べて、平面部とV溝に比較的均一に配置されたためと考えられる。V溝底部に付着した砥粒に磁気クラスタが作用したと考えられる。

図3(c)と図4(c)はパルス磁場のみを印加した場合である。V溝左側角部はバリが除去され、形状変化の小さい研磨になっている。V溝の斜面にはうねりは見られない。しかし、V溝底部では切削溝が残っており、研磨されていないことがわかる。パルス磁場では砥粒は直流磁場より比較的均一に分布するが、V溝底部には存在しないと考えられる。一方、図3(d)と図4(d)から、パルス磁場に電場を印加した場合、角部の形状変化は磁場だけの場合とほぼ同じである。V溝の斜面においても表面形状の変化は見られない。そして、V溝底部では研磨前の切削溝が見られず、平滑化されたことが確認できる。電場印加により砥粒がV溝底部に付着し、その砥粒に磁気クラスタが作用したと考えられる。パルス磁場に電場を印加することで、V溝全面に対してグローバル形状を変化させない研磨ができることがわかる。

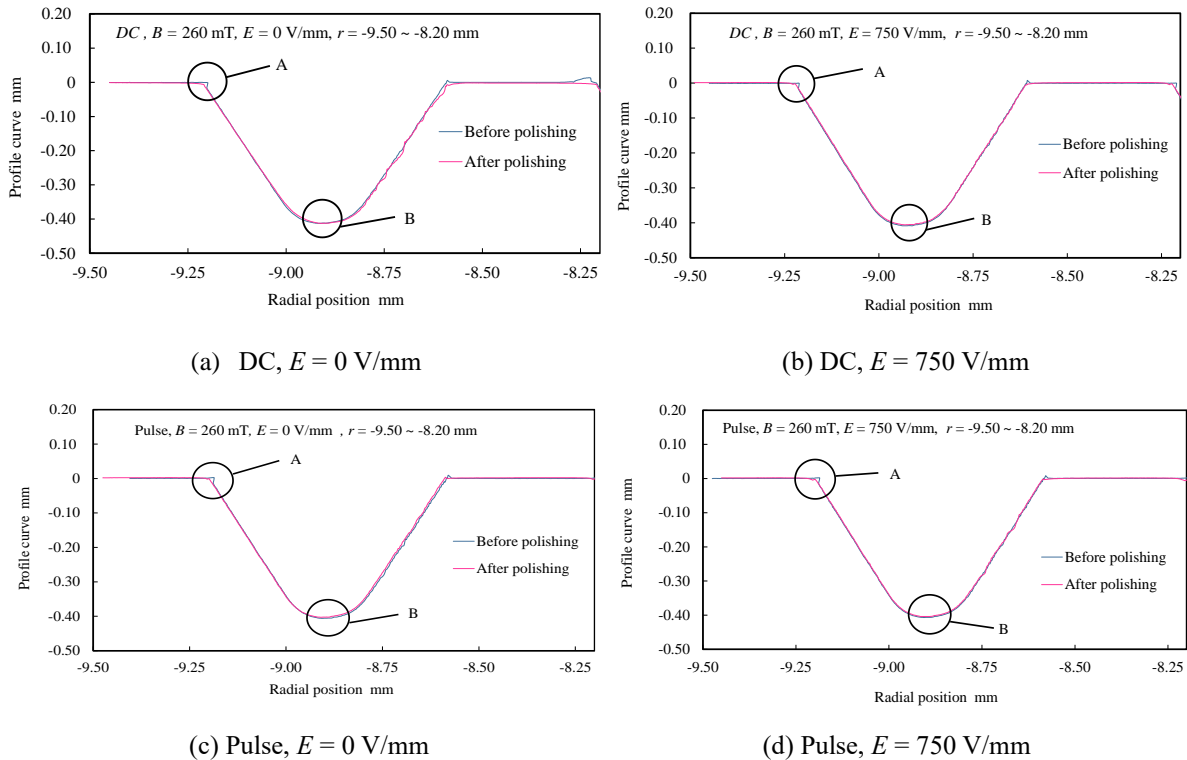
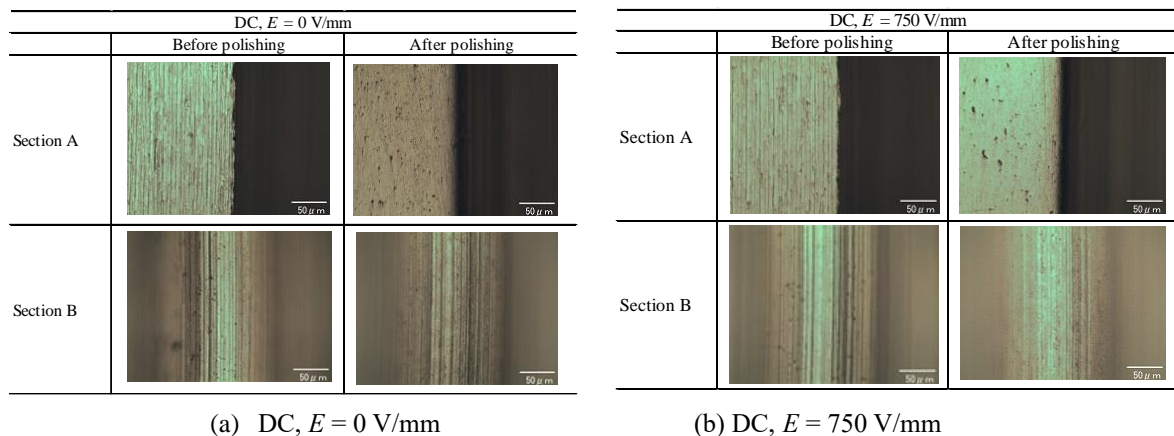


図3 平面内微細V溝の研磨前後の断面曲線



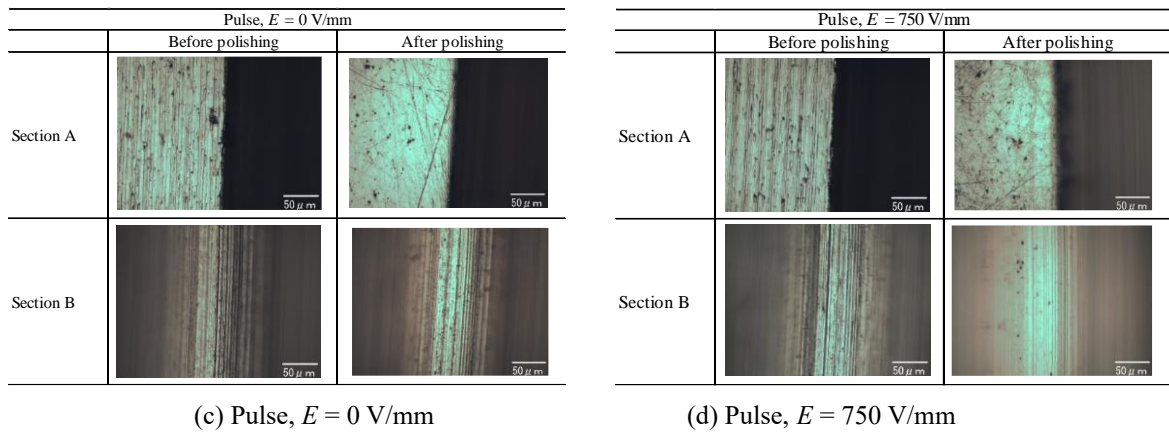


図 4 平面内微細 V 溝のマイクロスコップ写真

表 3 加工量と中心部の算術平均粗さの変化

Magnetic field	Electric field strength V/mm	Polishig time min	M mg	Ra_0 μm	Ra μm	Ra / Ra_0
DC	0	40	7.18	0.149	0.049	0.33
DC	750	40	7.23	0.146	0.047	0.33
Pulse	0	80	6.26	0.136	0.072	0.53
Pulse	750	80	9.86	0.132	0.053	0.40

(4) 加工除去量に及ぼす磁場と電場の影響

研磨に及ぼす磁場と電場のそれぞれの影響を明らかにするために、研磨工具に作用するトルク特性を調べた。MCF 研磨では工具のトルクと加工量が相関する。すなわち、MCF 加工液のせん断応力は加工量に相関する^③。この実験では自作した電磁石の純鉄製丸棒鉄心(直径 20 mm)をローターにした平行円板型レオメータ兼研磨装置を使用した。実験結果から、磁場と電場を同時に印加した場合のトルク T_{B+E} はローターの回転数 n の $\log n$ に対してほぼ直線的に増加し、その値は回転数の小さいところを除くと磁場のみを印加した場合のトルク T_B と電場のみを印加した場合のトルク T_E の重ね合わせであることがわかった。すなわち、直流磁場と電場の同時印加による加工量は磁場による加工量と電場による加工量の重ね合わせであることが明らかになった。

<引用文献>

- ① 西田均, 島田邦雄, 井門康司, 百生登, 山本久嗣: 磁場制御による平面および凹面に対する精密研磨特性, 砥粒加工学会誌, 61, 12 (2017) 666.
- ② 中野政身編著: 機能的流体入門, 日本工業出版, (2021) 206.
- ③ 西田均, 山本久嗣, 百生登, 池田慎治, 島田邦雄, 井門康司: 磁気混合流体を用いた円筒内面マイクロ加工における加工量特性, 日本 AEM 学会誌, 27, 3 (2019) 308.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 西田均, 山本久嗣, 島田邦雄, 井門康司	4. 巻 88, 5
2. 論文標題 磁気混合流体を用いた微細V溝に対する精密研磨に及ぼす磁場と電場の影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 精密工学会誌	6. 最初と最後の頁 402-408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2493/jjspe.88.402	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 西田均	4. 巻 70, 3
2. 論文標題 よくわかる磁気機能性流体の現在	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 工業材料	6. 最初と最後の頁 46-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 西田均	4. 巻 29, 3
2. 論文標題 磁気混合流体の歴史と今後	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本AEM学会誌	6. 最初と最後の頁 524-531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14243/jsaem.29.524	査読の有無 無
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 西田均, 山本久嗣, 藤岡里美, 島田邦雄, 井門康司	4. 巻 29, 2
2. 論文標題 MCFを用いた磁場・電場同時印加による精密研磨の電気的特性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本AEM学会誌	6. 最初と最後の頁 219-225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14243/jsaem.29.219	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 西田均, 山本久嗣, 百生登, 池田慎治, 島田邦雄, 井門康司	4. 巻 27, 3
2. 論文標題 磁気混合流体を用いた円筒内面マイクロ加工における加工量特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本AEM学会誌	6. 最初と最後の頁 308-314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14243/jsaem.27.308	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 山本久嗣, 西田均, 百生登, 池田慎治, 島田邦雄, 井門康司	4. 巻 63, 4
2. 論文標題 磁気混合流体を用いた円筒内面加工における表面性状と形状特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 砥粒加工学会誌	6. 最初と最後の頁 191-197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11420/jsat.63.191	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 西田均	4. 巻 58, 2
2. 論文標題 磁気混合流体を用いた円筒内面に対する精密加工特性の流体力学的考察	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 油空圧技術	6. 最初と最後の頁 18-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Yuhiro Iwamoto, Syuhei Kondoh, Yasushi Ido, Hisashi Yamamoto, Hitoshi Nishida, Haruhiko Yamasaki, Hiroshi Yamaguchi and Balachandran Jeyadevan	4. 巻 58, 3
2. 論文標題 Influence of Size on Anisotropic Thermophysical and Rheological Properties of Magnetic Suspensions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics	6. 最初と最後の頁 371-385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JAE-180048	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 Tatsuo Sawada, Takuma Endo, Yuzo Shimizu and Hitoshi Nishida	4. 巻 915
2. 論文標題 Changes in the Resistance Force of a Magneto-Rheological Shock Absorber Induced by a Magnetic Field	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 39-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4028/www.scientific.net/MSF.915.39	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51件(うち招待講演 4件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 山本久嗣, 西田均, 大澤諭司, 茶木智勝, 百生登, 島田邦雄
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた電磁場印加による円筒内面に対するマイクロ加工
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 丹野颯人, 藤城勇紀, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 平行磁気クラスタによる磁性を持った材料に対する研磨における電場印加の効果
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部2022年合同講演会(総会・講演会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浦田優人, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 電磁石工具による平面研磨に対する磁場と電場の影響
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部2022年合同講演会(総会・講演会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大澤諭司, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 永久磁石工具による円筒内面加工における電場印加の効果
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部2022年合同講演会 (卒業研究発表講演会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤城勇紀, 丹野颯人, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 磁気混合流体の平行磁気クラスタによる平面に対する研磨特性
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部2022年合同講演会 (卒業研究発表講演会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浦田優人, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた平面内微細V溝の精密研磨
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 丹野颯人, 藤城勇紀, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた磁性を持った材料に対する平面研磨特性
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 山本久嗣, 西田均, 大澤諭司, 茶木智勝, 百生登, 島田邦雄
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた磁場と電場の同時印加による円筒内面加工の基本特性
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 西田均
2. 発表標題 磁気混合流体研磨の勘どころ (基礎から応用まで)
3. 学会等名 砥粒加工学会北陸信越地区部会令和3年度地区部会大会・第1回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた平面内微細V溝の精密研磨に及ぼす電場の影響
3. 学会等名 第33回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西田均
2. 発表標題 磁気混合流体の精密研磨加工への応用について
3. 学会等名 日本伝熱学会北陸信越支部総会・春季セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西田均, 島田邦雄, 井門康司, 山本久嗣
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた磁場・電場同時印加による平面内微細V溝に対する精密研磨
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 浦田優人, 西田均, 山本久嗣, 百生登, 上堀博之
2. 発表標題 磁場と電場の同時印加による平面内微細 V 溝に対する精密研磨特性
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部第58期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丹野颯人, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 磁場と電場の相乗効果による平面に対する高能率研磨の基礎研究
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部第58期総会・講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤城勇紀, 丹野颯人, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた磁場と電場の同時印加による平面研磨特性
3. 学会等名 日本機械学会北信越支部第 50 回 学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥野拓, 浦田優人, 西田均, 山本久嗣, 百生登, 上堀博之
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた磁場と電場の同時印加による平面内微細 V 溝に対する精密研磨
3. 学会等名 日本機械学会北信越支部第 50 回 学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤城勇紀, 丹野颯人, 山本久嗣, 西田均, 百生登, 茶木智勝
2. 発表標題 磁場と電場の相乗効果による高能率平面研磨の基礎研究
3. 学会等名 砥粒加工学会先進テクノフェア(ATF2021)卒業研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丹野颯人, 山本久嗣, 西田均, 茶木智勝
2. 発表標題 磁気機能性流体を用いたステンレス鋼の高能率・高品質研磨
3. 学会等名 2020年度精密工学会北陸信越支部学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浦田優人, 西田均, 山本久嗣, 上堀博之
2. 発表標題 磁気混合流体によるセラミックス材料に対する平面研磨特性
3. 学会等名 2020年度精密工学会北陸信越支部学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西田均
2. 発表標題 MCFを用いた磁場・電場同時印加による精密研磨の電気的特性
3. 学会等名 FPS第7回機能性流体フルードパワーシステム研究委員会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本久嗣, 西田均, 池田慎治, 島田邦雄
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた平面研磨における電場印加の影響
3. 学会等名 2020年度砥粒加工学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤平晃太郎, 西田均, 山本久嗣, 高橋秀治, 木倉宏成
2. 発表標題 磁場と電場の同時印加によるMCF平面研磨の加工量特性
3. 学会等名 日本混相流学会混相流シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 藤岡里美, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 MCFを用いた磁場・電場同時印加による精密研磨の電気的特性
3. 学会等名 第32回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤平晃太郎, 西田均, 山本久嗣, 百生登, 上堀博之
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた磁場電場同時印加による研磨特性
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部第57期総会・講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木下豊章, 西田均, 山本久嗣, 百生登, 橋本安弘
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた平面研磨に及ぼす磁場と電場の影響
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部第57期総会・講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hitoshi NISHIDA, Kunio SHIMADA, Yasushi IDO, Satomi FUJIOKA, Hisashi YAMAMOTO
2. 発表標題 Inner surface processing by utilizing magnetic compound fluid while simultaneously applying magnetic and electric fields
3. 学会等名 The 17th International Conference on Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspension (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 藤岡里美, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 MCFを用いた磁場・電場同時印加による精密研磨加工における電気的特性
3. 学会等名 2019年度磁性流体連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤平晃太郎, 西田均, 山本久嗣, 百生登
2. 発表標題 磁場と電場の同時印加によるMCF平面研磨の加工量分布
3. 学会等名 2019年秋季フルードパワーシステム講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 百生登, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 MCFを用いた磁場・電場同時印加による精密研磨の電流特性
3. 学会等名 第28回MAGDAコンファレンス in 大分
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田均
2. 発表標題 MCF研磨の理論と加工特性, 今後の進展について
3. 学会等名 2019年度精密工学会秋季大会学術講演会キーノートスピーチ (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 島田邦雄, 井門康司, 百生登
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた平面内微細溝に対する精密研磨特性
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 Hitoshi NISHIDA, Kunio SHIMADA, Yasushi IDO, Satomi FUJIOKA, Hisashi YAMAMOTO
2. 発表標題 Polishing characteristics by simultaneous imposition of magnetic and electrical fields utilizing a magnetic compound fluid
3. 学会等名 15th International Conference on Magnetic Fluids (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本久嗣, 西田均, 百生登, 島田邦雄, 井門康司, 池田慎治
2. 発表標題 磁気機能性流体のせん断応力に関する基礎研究
3. 学会等名 2019年春季フルードパワーシステム講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田均, 道下滉司, 山本久嗣, 島田邦雄, 井門康司, 百生登, 池田慎治
2. 発表標題 磁場と電場の同時印加による平面研磨における電気的特性
3. 学会等名 第31回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (SEAD31)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 道下滉司, 島田邦雄, 井門康司, 百生登, 池田慎治
2. 発表標題 磁場・電場同時印加による平面研磨の高エネルギーに関する基礎研究
3. 学会等名 2019年度精密工学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本久嗣, 西田均, 百生登, 池田慎治, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた円筒内面精密研磨の高効率化について
3. 学会等名 2019年度精密工学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 道下滉司, 西田均, 山本久嗣, 木下豊章, 百生登
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた平面研磨の高効率化に関する基礎研究
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部第56期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹木遼馬, 西田均, 山本久嗣, 百生登
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた円筒内面精密加工の電場印加による高効率化
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越支部第56期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水達也, 西田均, 山本久嗣, 百生登
2. 発表標題 磁気機能性流体を用いた微細形状表面に対する精密研磨特性 微細形状の表面性状と形状精度の変化
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越学生会第48回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤平晃太郎, 西田均, 山本久嗣, 百生登
2. 発表標題 磁場・電場印加型磁気機能性流体研磨装置の開発
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越学生会第48回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐伯菜奈, 山本久嗣, 西田均, 百生登
2. 発表標題 磁気機能性流体用粘度計の開発研究
3. 学会等名 日本機械学会北陸信越学生会第48回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 道下晃司, 西田均, 山本久嗣
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた磁場・電場同時印加による高能率研磨の開発研究
3. 学会等名 砥粒加工学会先進テクノフェア(ATF2019)卒業研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた円筒内面マイクロ加工に及ぼす流体力の影響
3. 学会等名 平成30年度磁性流体連合講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田啓介, 岩本悠宏, 井門康司, 西田均, 山本久嗣
2. 発表標題 印加磁場下における磁気機能性流体の動的特性評価
3. 学会等名 平成30年度磁性流体連合講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 島田邦雄, 西田均
2. 発表標題 ゴムを太陽電池化とピエゾ素子化する技術に関する研究
3. 学会等名 第27回 MAGDAコンファレンス in Katsushika
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 百生登, 池田慎治, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた円筒内面マイクロ加工における加工量特性
3. 学会等名 第27回 MAGDAコンファレンス in Katsushika
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田均, 山本久嗣, 百生登, 池田慎治, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた円筒内面精密加工における加工量と流体力の関係
3. 学会等名 2018年度精密工学会秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本久嗣, 西田均, 百生登, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた円筒内面加工における表面性状と形状特性
3. 学会等名 2018年度砥粒加工学会学術講演会 (ABTEC2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hitoshi NISHIDA, Hisashi YAMAMOTO, Kunio SHIMADA, Yasushi IDO
2. 発表標題 Relationship between processed amount and fluid forces in precision processing of cylinder inner surface with utilizing magnetic compound fluid
3. 学会等名 2018 International Conference on Electrorheological Fluids and Magnetorheological Suspensions (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本久嗣, 西田均, 池田遼, 道下滉司, 百生登, 島田邦雄, 井門康司
2. 発表標題 磁気混合流体を用いた円筒内面に対する精密加工特性の流体力学的考察
3. 学会等名 平成30年春季フルードパワーシステム講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西田均, 松葉寿明, 山本久嗣, 池田慎治, 井門康司
2. 発表標題 磁場制御による精密研磨及ぼす工具形状の影響
3. 学会等名 第30回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 中野政身, 吉田和弘, 柳田秀記, 横田眞一, 竹村研治郎, 三井和幸, 西田均, 柿沼康弘, 奥崎秀典	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日本工業出版	5. 総ページ数 278
3. 書名 機能性流体入門 -基礎と応用-	

1. 著者名 西田均	4. 発行年 2019年
2. 出版社 工作機械技術振興財団	5. 総ページ数 21
3. 書名 磁場・電場複合印加方式による高能率・超精密ホーニング加工機の開発	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 特許権	発明者 西田均, 藤岡里美, 山本久嗣	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-012561	出願年 2019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
研究分担者	井門 康司 (Ido Yasushi) (40221775)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (13903)	
研究分担者	島田 邦雄 (Shimada Kunio) (80251883)	福島大学・共生システム理工学類・教授 (11601)	

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