

令和 5 年 4 月 17 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04211

研究課題名（和文）マグネシウム合金への硬質微粒子含有樹脂積層板の接合とその表面特性評価

研究課題名（英文）Joining of magnesium alloy with resin laminate containing hard particles

研究代表者

原田 泰典（Harada, Yasunori）

兵庫県立大学・工学研究科・教授

研究者番号：30218656

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：軽量であるマグネシウム合金の耐腐食性や耐摩耗性を改善するため、ショットピーニングを応用した異種材料薄板の接合を提案し、おもに異種材料の接合性に及ぼすショットピーニング加工条件の影響について調べた。耐食性を向上させるため、純アルミニウム薄板と熱可塑性樹脂シートを用い、また耐摩耗性を向上させるため、セラミック微粒子を用いた。耐腐食性は過飽和水酸化ナトリウムによる浸漬試験によって評価した結果、優れた耐腐食性を示すことを明らかにした。耐摩耗性は研磨による摩耗試験によって評価した結果、優れた耐摩耗性を示すことを明らかにした。本研究で提案した手法は、表面特性を改善する方法として有効であることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内外において省エネルギー社会の確立が求められており、例えば、自動車や航空機などの搬送機器における軽量化は進められている。軽量化の上で、機器を構成する車体や機械部品の中における金属材料は、鉄鋼材料から軽量であるアルミニウム合金やマグネシウム合金に変更されている。しかし、これら軽金属材料の耐摩耗性や耐腐食性の表面特性は鉄鋼材料のそれに比べてかなり低く、実用化への大きな課題となっている。そこで、本研究ではショットピーニング技術を応用した新しい異種材接合技術を用いて、マグネシウム合金の表面特性の改善を試みた。その結果、本研究で得られた知見はマグネシウム合金の利用範囲を広げる改善方法として期待される。

研究成果の概要（英文）：To improve corrosion and wear resistance of lightweight magnesium alloys, we proposed the joining of thin sheets of dissimilar materials by shot peening, and investigated the effects of shot peening processing conditions on the joining properties of dissimilar materials. Pure aluminum sheets and thermoplastic resin sheets were used to improve corrosion resistance, and ceramic particles were used to improve wear resistance. Corrosion resistance was evaluated by an immersion test using supersaturated sodium hydroxide, and the results showed that excellent corrosion resistance was exhibited. Wear resistance was evaluated by abrasion test by polishing, and it was found that it showed excellent wear resistance. The method proposed in the present study was found to be effective as a method to improve surface properties.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

研究分野：金属加工

キーワード：表面処理 接合 セラミック 熱可塑性樹脂 ショットピーニング 耐腐食性 耐摩耗性 異種材料

### 1. 研究開始当初の背景

国内外において、環境問題や省エネルギーの観点から機械部品の小型化と軽量化が強く求められている。そのため、従来から使用されている鉄鋼材料から軽金属や繊維強化プラスチックへの移行が急速に進んでいる。マグネシウム合金 (Mg 合金) は軽金属の中では最も軽量で利用範囲が広がっているが、鉄鋼材料に比べて耐食性や耐摩耗性が低いことが実用化の大きな障害となっている。古くから金属製品の表面改質は、めっき、蒸着、溶射などの多くのコーティング技術が行われている。しかしながら、Mg 合金の場合、従来法では高温や多湿など過酷な環境下においてコーティング材の剥離が生じる場合があり、合金開発とともに密着性の向上と皮膜特性の確保を図るための研究が盛んに行われているのが現状である<sup>(1~5)</sup>。

### 2. 研究の目的

Mg 合金の耐食性や耐摩耗性などの表面特性の改善は、合金の利用範囲を広げていく上での喫緊の課題となっている。しかし、鉄鋼材料に比べて耐食性や耐摩耗性が低いことが広範囲な適用への障害となっている。そのため、Mg 合金の表面特性改善のための多くの研究がなされている。現在までに高強度や難燃性などの機能性を持つ合金開発が行われ、また異種材の被覆による技術開発が行われている。しかしながら、従来法では高温や多湿など過酷な環境下においてコーティング材の剥離が生じる場合がある。そのため、密着性の向上と耐食性の確保を図るための研究が盛んに行われているのが現状である。したがって、本研究では、Mg 合金の耐食性と耐摩耗性を向上させるため、硬質であるセラミックを含んだ樹脂積層板の接合を試み、接合性に及ぼす加工条件の影響について調べ、耐食試験や摩耗試験などの評価によって表面特性を明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

実験材料として、基材は市販の Mg 合金 AZ31, AZ61, AZ80, AZX611 の押出丸棒を用いた。試験片は、直径 50 mm、高さ 10 mm の円板形状とした。接合用異種材は、市販の純アルミニウム箔および熱可塑性樹脂シートで、厚さは 0.02~0.04 mm である。硬質粒子は、直径 0.1~0.3 mm のジルコニアおよびアルミナの粉末である。異種材で構成された異種材料積層体は、**図 1** に示すように、硬質粒子を樹脂シートでサンドイッチにした構造である。積層体は、所定の温度 400 °C と負荷 20 kPa によって作製を行った。

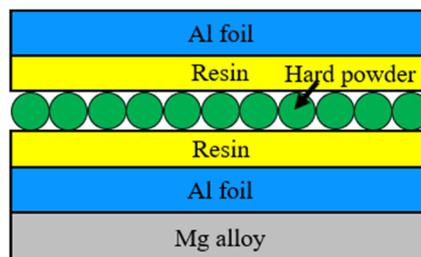


図 1 積層体の構造

SP 加工は、加熱炉を組み込んだ遠心式 SP 機械を用いて行った。投射速度 60 m/s、投射時間 20 s、投射量 0.17 kg/s、投射距離 270 mm、大気中雰囲気条件で行った。投射材は平均直径 1.0 mm、平均硬さ 450 HV の鋳鋼製を用いた。**図 2** に、加熱用試験片台座の概略を示す。基材への接合材の接合性を高めるため、積層体とともに基材を 300 °C まで加熱を行った。加熱による塑性変形量の増加に伴い接触面積が拡大して接合性が向上するためである。

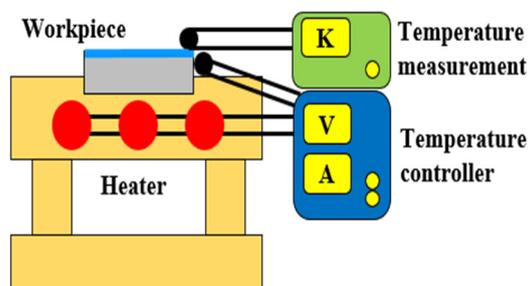


図 2 ライニングの方法

合金基材に接合した皮膜の接合性を調べるため、三点曲げ試験を行った。プレス機によって小型曲げ試験機を用いて行った。曲げ試験片は接合後の円板状試験片から、長さ 50 mm、幅 20 mm、厚さ 5 mm の板状に切り出した。支点間距離は 20 mm である。

合金基材に接合した皮膜の耐食性を調べるため、腐食試験を行った。過飽和塩化ナトリウム水溶液に 3.6 ks 浸漬し、表面および断面の観察を行った。

合金基材に接合した皮膜の耐摩耗性を調べるため、スガ摩耗試験機を用いて摩耗試験を行った。試験条件は、室温で乾式、往復速度 40 times/min、1 回の試験での摩耗回数 400 times、1 回の試験あたりの摺動距離 24 m、摩耗輪に負荷する荷重 26.8 N である。研磨紙は粒度 #240 の SiC 研磨紙を用いた。耐摩耗性の評価は、試験後の摩耗深さを 5 回測定した後、その平均値より算出を行った。

#### 4. 研究成果

耐腐食性や耐摩耗性などの Mg 合金の表面特性を高めるため、Mg 合金に対して硬質粉末や樹脂を含有した積層体の接合を行った。図 3 に、樹脂含有硬質積層体を接合した Mg 合金の外観を示す。接合した積層体は、直径 0.1 mm のジルコニア粉末 (a) およびアルミナ粉末 (b) を厚さ 0.025 mm の樹脂シートでサンドイッチし、さらに厚さ 0.04 mm (基材側) および 0.05 mm (加工面側) の純 Al 箔でサンドイッチした構造である。表面にはショット衝突により凹凸が形成されている。また、積層体の破壊や基材からのはく離は見られなかった。

図 4 に、樹脂含有硬質積層体を接合した Mg 合金の表面近傍断面を示す。Mg 基材と積層体の接合界面にも凹凸が形成されており、内部において空隙やはく離は見られなかった。

Mg 合金に接合した樹脂含有硬質積層体の耐腐食性について調べた。図 5 に、腐食試験前後の試験片外観をそれぞれ示す。まず、SP 処理した試験片 (a) について調べた。基材は AZ31 で加工時間 60 s の SP 処理した試験片において、腐食後の表面は激しく腐食が進行して荒れていた。また、腐食直後の表面は白色を呈していた。表面層の腐食生成物はとても脆く、表面から剥がれ落ちた。腐食生成物は、主に  $Mg(OH)_2$  と考えられる。次に、積層体を接合した試験片 (b) について調べた。基材は AZ31 で、積層体は直径 0.1 mm のジルコニア粉末を厚さ 0.025 mm の樹脂シートでサンドイッチし、さらに厚さ 0.04 mm (基材側) および 0.05 mm (加工面側) の純 Al 箔でサンドイッチした構造である。腐食後の表面は白色に変化した。表面は腐食前と同じ無数のくぼみに覆われた状態であった。

樹脂含有硬質積層体を接合した試験片の耐摩耗性について調べた。図 6 に、摩耗試験後の試験片の摩耗領域の表面をそれぞれ示す。比較として、厚さ 0.05 mm の純 Al 箔のみを接合した試験片 (a) と積層体を接合した試験片 (b) を用いた。基材は AZ31 で、積層体は直径 0.1 mm のジルコニア粉末を厚さ 0.025 mm の樹脂シートでサンドイッチし、さらに厚さ 0.04 mm (基材側) および 0.05 mm (加工面側) の純 Al 箔でサンドイッチした構造である。摩耗試験後、Al 箔のみ接合した試験片は Mg 基材まで摩耗していた。一方、積層体を接合した Mg 合金表面からジルコニア粉末が基材表面に存在していることが観察された。

図 7 に、積層体を接合した試験片における摩耗試験後の摩耗深さを示す。同じ摩耗領域において摩耗試験を 3 回行い摩耗深さの測定を行った。試験片は、樹脂含有硬質積層体を接合した Mg 合金で、基材はすべて AZ31 である。比較として、未処理材、SP 処理材、Al 箔接合材、樹脂接合材の結果も示す。摩耗試験による摩耗深さにおいて、硬質粉末を接合した試験片は低い値を示した。未処理材の摩耗深さよりジルコニア粉末の場合は約 28 % 減少、アルミナ粉末の場合は約 32 % 減少した。



(a)  $ZrO_2$  powder ( $\Phi 0.1$  mm) (b)  $Al_2O_3$  powder ( $\Phi 0.1$  mm)

図 3 接合後の試験片外観

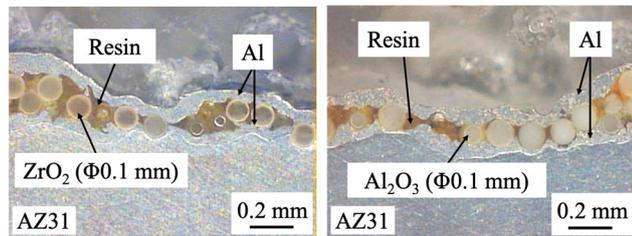


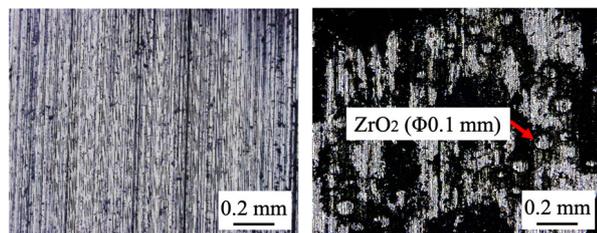
図 4 接合表面近傍断面



(a) Workpiece AZ31 peened at 60s

(b) Lined workpiece

図 5 腐食前後の試験片外観



(a) Al foil

(b)  $ZrO_2$  powder ( $\Phi 0.1$  mm)

図 6 研磨後の表面状態

図8に、積層体を接合した各種 Mg 合金における摩耗試験後の摩耗深さを示す。同じ摩耗領域において摩耗試験を3回行い摩耗深さの測定を行った。比較として、AZ31、AZ61、AZ80、AZX611 基材の SP 処理材と樹脂含有硬質積層体を接合した試験片を用いた。AZ61、AZ80、AZX611 基材においても、硬質粉末を接合した試験片は硬質粉末の接合していない状態に比べて摩耗深さは低いことがわかった。

硬質粉末直径の影響について調べた。図9に、ジルコニア粉末直径を0.1~0.3 mmで変化させた積層体をそれぞれ接合した試験片における摩耗試験後の摩耗深さを示す。同じ摩耗領域において摩耗試験を10回行い、試験毎の摩耗深さを測定した。基材はすべてAZ31である。比較として、未処理材の結果も併せて示す。各粉末直径において、摩耗深さに大きな違いは見られなかった。摩耗試験回数6回において、未処理材の摩耗深さより硬質粉末直径0.1 mmの場合は約52%減少、直径0.2 mmの場合は約59%減少、直径0.3 mmの場合は約56%減少した。

Mg合金の表面特性を改善するため、樹脂および硬質粉末を含む積層体を基材に接合し、接合性、耐食性および耐摩耗性について調べた。以下に得られたおもな知見を示す。

(1) 樹脂含有硬質積層体の接合において、接合界面でははく離や空隙は見られず、良好な接合性が得られることを明らかにした。

(2) 腐食試験において、積層体の接合によって Mg 合金の耐腐食性の改善があることを明らかにした。

(3) 摩耗試験において、積層体を接合した Mg 合金は摩耗深さが減少し、耐摩耗性の改善があることを明らかにした。

(4) 積層体構造において、粉末直径や硬質粉末の層数の変更は皮膜の厚膜化に有効であることを明らかにした。

#### 参考文献

(1) 田中拓海、久保田正広、MA-SPSプロセスで創製した Mg-Al合金の硬さ、軽金属、Vol. 73、No. 1 (2023)、24-30。

(2) 佐野正明、八代浩二、三井由香里、鈴木大介、松本敏治、松本大毅、千野靖正、行武栄太郎、山梨県産業技術センター研究報告、No. 5 (2022)、82。

(3) 奥村勇人、神田崇、山本修義、鎌土重晴、軽金属、Vol. 71、No. 1 (2021)、60-67。

(4) 日野実、マグネシウムの表面処理、表面技術、Vol. 71、No. 3 (2020)、205-211。

(5) 森陽一 ほか、マグネシウム合金のプラズマ電解処理、Vol. 50、No. 8 (2020)、16-22。

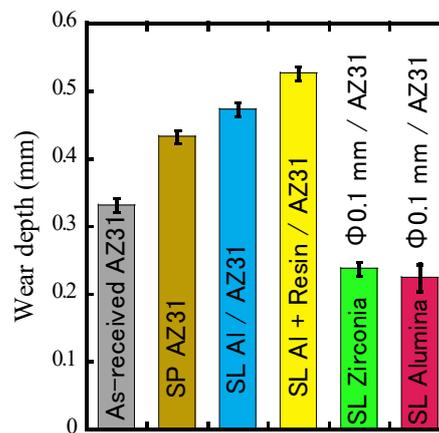


図7 摩耗試験後のAZ31 基材の摩耗深さ

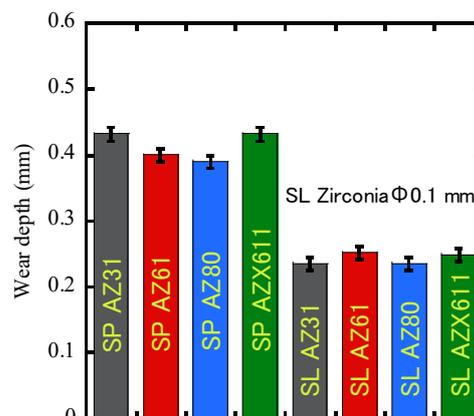


図8 摩耗試験後の各種基材の摩耗深さ

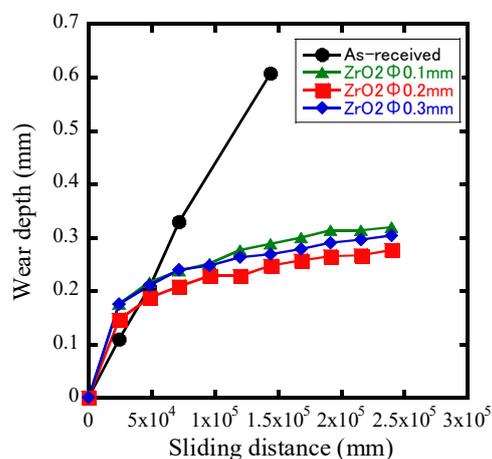


図9 摩耗深さに及ぼす硬質粉末直径の影響

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Yasunori Harada, Kenta Sugihara, Yusaku Nakashima	4. 巻 1
2. 論文標題 Joining of Magnesium Alloys with Functional Laminated Sheet by Shot Peening	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of The 24th International Symposium on Advances in Abrasive Technology	6. 最初と最後の頁 1-6
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 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 Kenta Sugihara and Yasunori HARADA	4. 巻 1
2. 論文標題 Joining of magnesium alloy with dissimilar metal sheet by particle collision	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of JSME International Conference on Materials and Processing 2022	6. 最初と最後の頁 1-6
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 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 Y. Harada and K. Sugihara	4. 巻 1
2. 論文標題 Bonding of Magnesium Alloy with Ceramics by Shot Peening	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of The 14th International Conference on Shot Peening ICSP14	6. 最初と最後の頁 ID86
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 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 原田泰典、中嶋優作、長尾篤、布引雅之、高橋勝彦	4. 巻 63
2. 論文標題 ショットライニングとレーザー照射によるアルミニウム合金の表面改質	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 塑性と加工	6. 最初と最後の頁 25-31
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 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 原田泰典	4. 巻 4
2. 論文標題 マイクロショットピーニング	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ぷらすとす	6. 最初と最後の頁 286-190
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 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 原田泰典	4. 巻 71
2. 論文標題 材料表面の機能性金属箔接合による表面改質	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化学工業	6. 最初と最後の頁 329-335
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 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 -

〔学会発表〕 計55件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 杉原 健太、原田 泰典
2. 発表標題 粒子衝突を利用したマグネシウム合金への耐食性金属箔の接合
3. 学会等名 日本機械学会関西支部講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋 優作、杉原 健太、原田 泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを応用した異種材接合によるマグネシウム合金の表面改質
3. 学会等名 日本機械学会関西支部講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太, 原田泰典, 田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への耐食性金属箔接合
3. 学会等名 表面技術協会 第145回講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋優作, 杉原健太, 田中一平, 原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニング異材接合によるマグネシウム合金の表面改質
3. 学会等名 表面技術協会 第145回講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への耐食性金属箔の接合
3. 学会等名 日本金属学会2022年春季(第170回)講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを用いたマグネシウム合金への耐食性金属箔の接合
3. 学会等名 軽金属学会 第142回春期大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への高耐食性金属箔のライニング
3. 学会等名 2022年度塑性加工春季講演会 WEB講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太, 中嶋優作, 原田泰典, 田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への非金属材料の接合
3. 学会等名 砥粒加工学会ABTEC2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太, 原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを用いた軽金属への異種金属接合
3. 学会等名 砥粒加工学会ABTEC2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原 健太、原田 泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への硬質積層材接合
3. 学会等名 日本機械学会 2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原 健太、原田 泰典
2. 発表標題 ショットライニングによる軽金属材料への高耐食性金属箔の接合
3. 学会等名 日本機械学会 2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを用いた軽金属への耐食性金属箔接合
3. 学会等名 日本金属学会2022年秋期大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、高橋嶺、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金へのアルミナ粉末の接合
3. 学会等名 日本機械学会第14回 生産加工・工作機械部門講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典、田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングを応用した新しい接合技術による軽金属表面改質
3. 学会等名 第8回材料WEEK
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中谷匡佑、杉原健太、原田泰典、田中一平
2. 発表標題 粒子衝突によるマグネシウム合金への機能性異材接合
3. 学会等名 第8回材料WEEK
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットライニングと熱処理のハイブリッド処理による マグネシウム合金の表面改質
3. 学会等名 軽金属学会第143回秋期大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 軽金属材料への耐食性金属箔のショットライニング
3. 学会等名 日本塑性加工学会第73回塑性加工連合講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 マグネシウム合金の新しい表面改質技術の開発
2. 発表標題 杉原健太、原田泰典
3. 学会等名 兵庫県立大学知の交流シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 粒子衝突を用いたマグネシウム合金への耐食性金属箔のライニング
3. 学会等名 第24回 関西表面技術フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenta SUGIHARA, Yasunori HARADA and Ippei TANAKA
2. 発表標題 Joining of Magnesium Alloy with Pure Titanium Foil by Shot Peening
3. 学会等名 The 19th International Conference on Precision Engineering (ICPE2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Nakashima, Y. Harada, I. Tanaka
2. 発表標題 Improvement of Wear Resistance of Magnesium Alloy by Shot Peening
3. 学会等名 Interfinish 2020(20th World Congress) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Sugihara, Y. Harada, I. Tanaka
2. 発表標題 Joining of Magnesium Alloy with Dissimilar Metal Foils using Shot Peening
3. 学会等名 Interfinish 2020(20th World Congress) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニング異材接合によるマグネシウム合金の耐摩耗性改善
3. 学会等名 日本塑性加工学会第72回塑性加工連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットライニングによるマグネシウム合金への高耐食性金属箔の接合
3. 学会等名 日本塑性加工学会第72回塑性加工連合講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への異種積層材接合
3. 学会等名 日本塑性加工学会春季講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットライニングによるマグネシウム合金表面への異種金属箔接合
3. 学会等名 日本塑性加工学会春季講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによって硬質粒子接合したMg合金の耐摩耗性改善
3. 学会等名 表面技術協会第23回関西表面技術フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを応用したマグネシウム合金への高耐食性金属箔接合
3. 学会等名 表面技術協会第23回関西表面技術フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 粒子衝突を利用したマグネシウム合金への硬質粒子接合と耐摩耗性評価
3. 学会等名 日本機械学会第29回機械材料・材料加工技術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への異種材接合
3. 学会等名 日本機械学会第29回機械材料・材料加工技術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによって硬質材接合したマグネシウム合金の耐摩耗性改善
3. 学会等名 軽金属学会春期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを応用したマグネシウム合金への異種金属接合
3. 学会等名 軽金属学会春期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典、田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングによって硬質粉末接合したマグネシウム合金の耐摩耗性評価
3. 学会等名 日本材料学会材料WEEK
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋嶺、中嶋優作、原田泰典、田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングを応用したMg合金への硬質粉末含有樹脂積層板の接合
3. 学会等名 日本材料学会材料WEEK
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典、田中一平
2. 発表標題 鋼球衝突によるマグネシウム合金への高耐食性金属箔の接合
3. 学会等名 日本材料学会材料WEEK
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典、田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合の硬質材接合
3. 学会等名 表面技術協会秋期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典、田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングを用いたマグネシウム合金への異種金属接合
3. 学会等名 表面技術協会秋期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを利用したマグネシウム合金への樹脂・セラミック含有金属板の接合
3. 学会等名 日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 粒子衝突によるマグネシウム合金への異種材接合
3. 学会等名 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への硬質粒子の接合
3. 学会等名 日本機械学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによって硬質材接合したマグネシウム合金の耐摩耗性
3. 学会等名 砥粒加工学会秋学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への異種金属箔接合
3. 学会等名 砥粒加工学会秋学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを応用したマグネシウム合金への耐食性金属箔の接合
3. 学会等名 軽金属学会秋期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによって硬質材接合したマグネシウム合金の耐摩耗性改善
3. 学会等名 軽金属学会秋期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への樹脂シートの接合
3. 学会等名 表面技術協会春期大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを応用したマグネシウム合金への樹脂含有金属積層体接合
3. 学会等名 日本機械学会関西支部
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉原健太、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを応用したマグネシウム合金への異種金属接合
3. 学会等名 日本機械学会関西支部
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への異種材接合
3. 学会等名 日本機械学会2020年度年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田泰典、中嶋優作、神崎雄大、田中一平
2. 発表標題 ショットピーニングによる軽金属への金属箔接合
3. 学会等名 表面技術協会第142回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原田泰典、中嶋優作、神崎雄大
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金の表面改質
3. 学会等名 日本金属学会2020年秋期講演大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを利用したマグネシウム合金への異材接合
3. 学会等名 軽金属学会第139回秋期大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への異種材接合
3. 学会等名 日本塑性加工学会第71回塑性加工連合講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットライニングによるマグネシウム合金への異種材接合
3. 学会等名 日本機械学会第28回 機械材料・材料加工技術講演会(M&P2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋優作、原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングを応用したマグネシウム合金への樹脂含有金属積層体接合
3. 学会等名 日本機械学会 関西支部第96期定時総会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋優作, 原田泰典
2. 発表標題 ショットピーニングによるマグネシウム合金への樹脂シートの接合
3. 学会等名 表面技術協会第143回講演大会
4. 発表年 2020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	田中 一平  (Tanaka Ippei)  (40781034)	兵庫県立大学・工学研究科・助教    (24506)	

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