

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年4月26日(26.04.2018)



(10) 国際公開番号

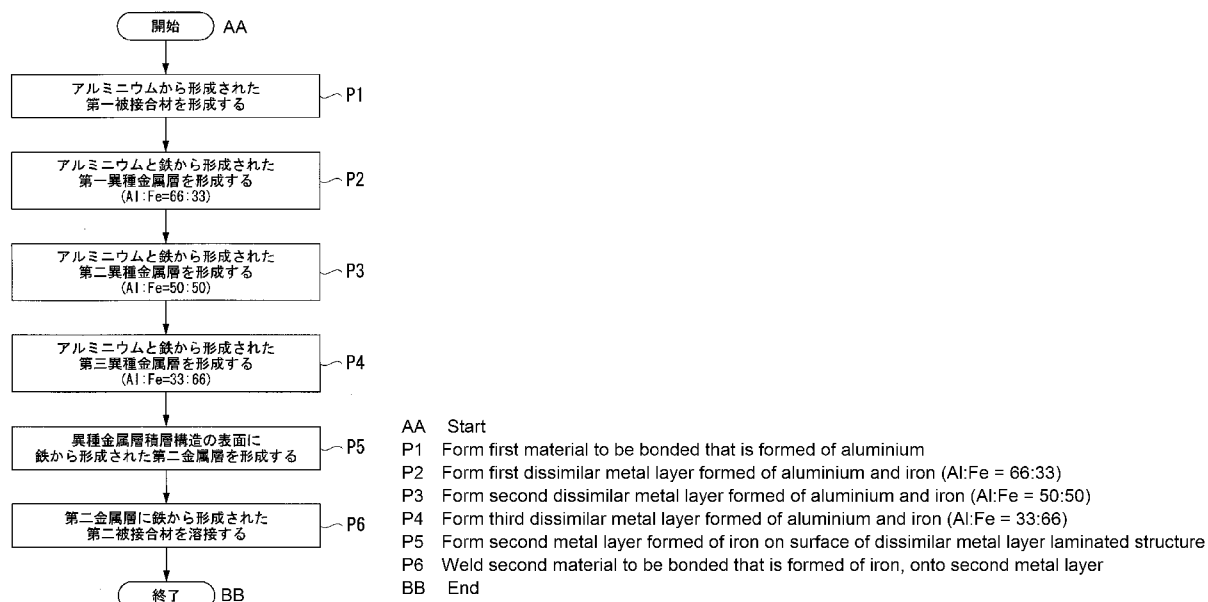
WO 2018/074312 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/342 (2014.01) F01D 1/06 (2006.01)
B23K 9/04 (2006.01) F01D 25/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/036952
- (22) 国際出願日: 2017年10月12日(12.10.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-203499 2016年10月17日(17.10.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目
1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤谷 泰之 (FUJIYA Yasuyuki);
〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三
菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 石井 建(ISHII
Ken); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番
5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外(MATSUNUMA Yasushi
et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一
丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: METHOD FOR BONDING DISSIMILAR METALS TO EACH OTHER

(54) 発明の名称: 異種金属接合方法

[図2]



(57) Abstract: Provided is a method for bonding dissimilar metals to each other, the method comprising: dissimilar metal layer-forming steps (P2), (P3), (P4) for supplying, on the surface of a first material to be bonded that is formed of a first metal, a mixed filler material including a filler material formed of the first metal and particles formed of a second metal having a higher melting point than the first metal, and heating the mixed filler material to a temperature equal to or higher than the melting point of the first metal but equal to or lower than the melting point of the second metal, to form dissimilar metal layers; a second metal layer-forming step (P5) for supplying, on the surface of the dissimilar metal layers, a filler material formed of the second metal, and heating the filler material formed of the second metal to a temperature equal



KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

to or higher than the melting point of the second metal, to form a second metal layer formed of the second metal; and a second material-to-be-bonded welding step (P6) for welding a second material to be bonded that is formed of the second metal, onto the second metal layer.

(57) 要約: 第一金属から形成された第一被接合材の表面に、第一金属から形成された溶加材と第一金属よりも融点の高い第二金属から形成された粒子とを有する混合溶加材を供給して、混合溶加材を第一金属の融点以上第二金属の融点以下の温度となるように加熱することで異種金属層を形成する異種金属層形成工程 (P 2), (P 3), (P 4) と、異種金属層の表面に、第二金属から形成された溶加材を供給して、第二金属から形成された溶加材を第二金属の融点以上の温度となるように加熱することで第二金属からなる第二金属層を形成する第二金属層形成工程 (P 5) と、第二金属層に第二金属から形成された第二被接合材を溶接する第二被接合材溶接工程 (P 6) と、を備える異種金属接合方法を提供する。

明 細 書

発明の名称：異種金属接合方法

技術分野

[0001] 本発明は、異種金属接合方法に関する。

本願は、2016年10月17日に日本に出願された特願2016-203499号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、アルミニウム（Al）と鉄（Fe）等の異種金属同士を接合したり、金属母材の表面に金属母材と異なる種類の金属材料を被覆したりする方法として、アーク溶接、レーザ溶接、抵抗溶接等の熔融溶接が用いられている。

[0003] 特許文献1には、金属母材の表面に金属母材とは異なる種類の金属材料を被覆する際に、両者の境界層及びその近傍において傾斜機能部を形成する方法が記載されている。傾斜機能部は、金属母材の組織と被覆層の組織とを相互に拡散させて両者の分布が金属母材側から被覆層側へかけて連続的な変化を示す部位である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第2982355号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、アルミニウムと鉄等の組み合わせでは接合界面に脆弱な反応層（金属間化合物）を生成すると同時に、線膨張係数等の物性が大きく異なる。これにより、接合界面で発生する熱応力が大きくなり、割れが発生し界面で破壊しやすく、熔融溶接を行うことは困難である。

機械的な接合方法、若しくは接着剤を用いて異種金属同士を接合する方法もある。しかしながら、機械的な接合方法では重量増加が問題となり、接着

剤を用いる方法では強度不足が問題となる。

[0006] この発明は、割れが発生したり金属間化合物が生成したりするため、溶融接合が困難な異種金属の組合せを接合する場合において、溶融接合を可能とする異種金属接合方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第一の態様によれば、異種金属接合方法は、第一金属から形成された第一被接合材の表面に、前記第一金属から形成された溶加材と前記第一金属よりも融点の高い第二金属から形成された粒子とを有する混合溶加材を供給して、前記混合溶加材を前記第一金属の融点以上前記第二金属の融点以下の温度となるように加熱することで異種金属層を形成する異種金属層形成工程と、前記異種金属層の表面に、前記第二金属から形成された溶加材を供給して、前記第二金属から形成された溶加材を前記第二金属の融点以上の温度となるように加熱することで前記第二金属からなる第二金属層を形成する第二金属層形成工程と、前記第二金属層に前記第二金属から形成された第二被接合材を溶接する第二被接合材溶接工程と、を備える。

[0008] このような構成によれば、異種金属層を構成する第一金属が第一被接合材と溶接されるとともに、第二金属層を形成する際に第二金属層と異種金属層に分散された第二金属とが溶接される。次いで、第二金属層に第二被接合材を溶接することにより、互いに混合することによって脆弱な金属間化合物が生成されるような金属の組合せであっても、必要な強度を確保して接合することができる。

[0009] 上記異種金属接合方法において、前記異種金属層形成工程を繰り返すことにより、複数の前記異種金属層が順次積層された異種金属層積層構造を形成し、積層順序の第一番目の前記異種金属層形成工程で使用される前記混合溶加材における前記第一金属の比率が前記第二金属の比率よりも大きくなるように実行し、前記積層順序の第二番目以降の前記異種金属層形成工程を、前記積層順序が増加するにつれて、前記第二金属の比率が順次大きくなるとともに、前記第一金属の比率が順次小さくなるように実行してよい。

- [0010] このような構成によれば、第二金属の比率を徐々に大きくなるように変化させることによって、第一被接合材と第二被接合材との接合強度を増すことができる。
- [0011] 上記異種金属接合方法において、前記複数の異種金属層形成工程を、前記積層順序が増加するにつれて前記第二金属の粒子の粒径が順次小さくなるように実行してよい。
- [0012] このような構成によれば、溶接における加熱温度を変化させることなく、第二金属の粒子を徐々に溶融させることができる。これにより、異種金属層と第二金属層との接合強度を増すことができる。
- [0013] 上記異種金属接合方法において、前記複数の異種金属層形成工程を、前記積層順序が増加するにつれて前記混合溶加材の加熱温度が大きくなるように実行してよい。
- [0014] このような構成によれば、積層順序が増加するにつれて第二金属の粒子を徐々に溶融させることができる。これにより、異種金属層と第二金属層との接合強度を増すことができる。
- [0015] 上記異種金属接合方法において、前記第一金属から形成された溶加材はワイヤであってよい。
- [0016] このような構成によれば、第一金属をワイヤにて供給することによって、第一金属の粉末を用いることなく第一金属の層を形成することができる。即ち、第一金属の粉末が拡散する等の不具合を排除することができる。また、ワイヤの送り速度や径を変えることで、第一金属の供給量を調整することができる。

発明の効果

- [0017] 本発明によれば、脆弱な金属間化合物が生成されるような金属の組合せであっても、必要な強度を確保して接合することができる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の第一の実施形態の接合継手の側方から見た概略図である。
- [図2]本発明の第一の実施形態の異種金属接合方法のフローチャートである。

[図3]本発明の第一の実施形態の第一被接合材形成工程を示す側方から見た概略図である。

[図4]本発明の第一の実施形態の積層順序の第一番目の異種金属層形成工程を示す側方から見た概略図である。

[図5]本発明の第一の実施形態のLMD装置のノズルから噴射される金属粒子の詳細図である。

[図6]本発明の第一の実施形態の積層順序の第二番目の異種金属層形成工程を示す側方から見た概略図である。

[図7]本発明の第一の実施形態の積層順序の第三番目の異種金属層形成工程を示す側方から見た概略図である。

[図8]本発明の第一の実施形態の第二金属層形成工程を示す側方から見た概略図である。

[図9]本発明の第二の実施形態の異種金属接合方法において使用される溶接装置の概略図である。

[図10]本発明の異種金属接合方法で製造することができるタービンロータの概略図である。

[図11]本発明の異種金属接合方法で製造することができる、船舶の船体構造の建造時に用いられるT字接合継手の概略図である。

発明を実施するための形態

[0019] 〔第一の実施形態〕

以下、本発明の第一の実施形態の異種金属接合方法について図面を参照して詳細に説明する。

本実施形態の異種金属接合方法は、第一金属（例えば、アルミニウム（Al）。以下、アルミニウムと記載する。）と第二金属（例えば、鉄（Fe）。以下、鉄と記載する。）等の異種金属同士が接合された接合継手を形成する際に用いる。

[0020] 図1に示すように、接合継手1は、本実施形態の異材金属接合方法を用いて第一被接合材11と第二被接合材12とを接合させた継手である。接合継

手 1 は、第一被接合材 1 1 と、第一被接合材 1 1 と接合される第二被接合材 1 2 と、第一被接合材 1 1 と第二被接合材 1 2 との間に介在する異種金属層積層構造 2 0 及び第二金属層 1 3 と、を有している。第一被接合材 1 1 はアルミニウム A によって形成されている。第二被接合材 1 2 及び第二金属層 1 3 は鉄 B によって形成されている。異種金属層積層構造 2 0 は、アルミニウム A 中に鉄 B の粒子が分散されている構造である。

[0021] 本実施形態の接合継手 1 は、第一被接合材 1 1 の表面 1 1 a にアルミニウム A と鉄 B とからなる異種金属層積層構造 2 0 を形成した後、異種金属層積層構造 2 0 の表面 2 0 a に第二被接合材 1 2 を溶接することによって得られる。

[0022] 図 2 に示すように、異種金属接合方法は、第一被接合材形成工程 P 1 と、異種金属層形成工程 P 2, P 3, P 4 と、第二金属層形成工程 P 5 と、第二被接合材溶接工程 P 6 と、を備えている。異種金属層積層構造 2 0 は、異種金属層形成工程 P 2, P 3, P 4 を繰り返して、複数の異種金属層 2 1, 2 2, 2 3 が順次積層されることにより形成される。

[0023] 第一被接合材形成工程 P 1 は、アルミニウム A から形成された第一被接合材 1 1 を形成する工程である。

異種金属層形成工程 P 2, P 3, P 4 は、第一被接合材 1 1 の表面 1 1 a に、アルミニウム A の粒子と鉄 B の粒子とを混合した混合溶加材 C (図 5 参照) を供給して加熱することで異種金属層 2 1, 2 2, 2 3 を形成する工程である。

第二金属層形成工程 P 5 は、複数の異種金属層形成工程 P 2, P 3, P 4 を経て形成された異種金属層積層構造 2 0 の表面 2 0 a に、鉄 B から形成されている第二金属層 1 3 を形成する工程である。

第二被接合材溶接工程 P 6 は、第二金属層 1 3 に鉄 B から形成された第二被接合材 1 2 を溶接する工程である。

[0024] 図 3 に示すように、第一被接合材形成工程 P 1 は、アルミニウム A から形成された第一被接合材 1 1 を形成する工程である。第一被接合材形成工程 P

1では、溶接装置として、LMD（レーザ・メタル・デポジション、Laser Metal Deposition、以下LMDと呼ぶ。）装置30を用いてアルミニウムAの層を積層する。

[0025] LMD装置30は、レーザ・メタル・デポジションを用いて金属材料からなるビード34を形成する装置である。LMDは、レーザをワークに照射し、照射領域に金属粒子33（粉末）を噴射することにより、レーザで金属粒子33を溶融肉盛りする方法である。

[0026] LMD装置30は、レーザ光32を照射する照射口と金属粒子33を噴射する噴射口とを有するノズル31を備えている。ノズル31には、シールドガスを供給する供給口を設けることもできる。レーザ光32は、金属粒子33及び、ワークを溶融するエネルギーを、金属粒子33及びワークに付与する。金属粒子33は、ビード34を形成するための原料である。シールドガスは、ビード34の酸化を抑制するために供給される不活性ガスである。

LMD装置30は、図示しない移動装置に取り付けられている。移動装置は、例えば、マニピュレータによって構成されており、LMD装置30を移動させる。

[0027] 第一被接合材形成工程P1においては、LMD装置30を図3の紙面に直交する方向に移動させながら一方向に延びるビード34を形成する。ビード34の形成を隙間なく行うことにより、アルミニウムAにより形成された面が形成される。さらに、アルミニウムAにより形成された面を積層することにより、第一被接合材11が形成される。

LMD装置30のレーザ光32のエネルギーは、アルミニウムAの粒子（溶加材）の温度がアルミニウムの融点（660.3℃）以上となるように調整されている。

[0028] 第一被接合材形成工程P1では、LMD装置30に限ることはなく、金属材料を積層することができる装置を使用することができる。

金属材料を積層することができる装置としては、線状の金属を連続的に配置することができる装置、例えば、溶接ロボットや、金属用3D（三次元）

プリンタを採用することができる。溶接によって第一被接合材 11 を形成する場合は、アーク溶接等の溶接方法を適宜用いることができる。

[0029] 第一被接合材形成工程 P1 では、例えば、鋳造によって第一被接合材 11 を形成したり、アルミニウム A によって形成された部材を用意したりしてもよい。

異種金属層積層構造 20 が形成される第一被接合材 11 の表面 11a は、平面であってよいし、曲面や球面であってもよい。

[0030] 図 4、図 6、及び図 7 に示すように、異種金属層形成工程 P2、P3、P4 は、第一被接合材 11 の表面 11a にアルミニウム A の粒子と鉄 B の粒子とを有する混合溶加材 C（図 5 参照）を供給した後、混合溶加材 C を加熱することで異種金属層 21、22、23 を形成する工程である。混合溶加材 C は、アルミニウム A の金属材料の粒子と鉄 B の粒子とを混合した溶加材である。

[0031] 第二番目の異種金属層形成工程 P3 は、第一番目の異種金属層形成工程 P2 にて形成された第一異種金属層 21 の表面 21a に第二異種金属層 22 を積層する工程であり、第三番目の異種金属層形成工程 P4 は、第二番目の異種金属層形成工程 P3 にて形成された第二異種金属層 22 の表面 22a に第三異種金属層 23 を積層する工程である。

[0032] 第一番目の異種金属層形成工程 P2 と、第二番目の異種金属層形成工程 P3 と、第三番目の異種金属層形成工程 P4 とは、混合溶加材 C を構成するアルミニウム A と鉄 B との比率が異なる。

本実施形態の異種金属接合方法 P2、P3、P4 は、異種金属層積層構造 20 の形成において、積層順序が増加するにつれて、鉄 B の比率が大きくなるように、アルミニウム A の粒子（溶加材）と鉄 B の粒子（溶加材）の供給量を調整する。

[0033] 図 4 に示すように、積層順序の第一番目の異種金属層形成工程 P2 により、第一被接合材 11 の表面 11a に第一異種金属層 21 が形成される。混合溶加材 C によるビードの形成を隙間なく行うことにより、アルミニウム A 及

び鉄Bにより形成された面が形成される。

[0034] 図5に示すように、異種金属接合方法P2、P3、P4においては、LMD装置30のノズル31の噴射口からは、アルミニウムAの粒子と鉄Bの粒子とを有する混合溶加材Cが供給される。混合溶加材Cがレーザ光32により加熱されることによって、アルミニウムAが溶融されるとともに、鉄Bの粒子がアルミニウムA内に分散する。

[0035] 例えば、第一番目の異種金属層形成工程P2で使用される混合溶加材CにおけるアルミニウムAと鉄Bの体積比Al : Feは、66 : 33である。即ち、第一番目の異種金属層形成工程P2においては、鉄Bの比率よりもアルミニウムAの比率の方が大きい。これにより、第一異種金属層21を構成する金属において、アルミニウムAと鉄Bの体積比Al : Feは、66 : 33となる。

[0036] アルミニウムAの粒子の粒径は、例えば、 $40 \pm 10 \mu\text{m}$ であり、鉄Bの粒子の粒径は、例えば、 $100 \pm 20 \mu\text{m}$ とすることが好ましい。即ち、アルミニウムAの粒子の粒径は、鉄Bの粒子の粒径よりも十分に小さい。このような粒径に設定することによって、アルミニウムAをより溶融しやすくなる。

なお、必ずしもアルミニウムAの粒子の粒径と鉄Bの粒子の粒径とを異ならせる必要はない。

[0037] LMD装置30のレーザ光32のエネルギーは、混合溶加材Cの温度がアルミニウムの融点（660.3℃）以上、鉄Bの融点（1538℃）以下となるように調整されている。

これにより、アルミニウムAが溶融する一方で、鉄Bは溶融することがなく、アルミニウムA中に鉄Bの粒子が分散している異種金属層21、22、23が形成される。溶融されたアルミニウムAは、第一被接合材11と溶接される。なお、異種金属層21、22、23において、鉄Bの粒子の表層には、金属間化合物が形成されるが、異種金属層21、22、23を構成するアルミニウムA同士が強固に結合されていることにより、この金属間化合物

が大きく強度に影響することはない。

[0038] 図6に示すように、積層順序の第二番目の異種金属層形成工程P3により、第一異種金属層21の表面21aに第二異種金属層22が形成される。

例えば、第二番目の異種金属層形成工程P3で使用される混合溶加材CにおけるアルミニウムAと鉄Bの体積比A I : F eは、50 : 50である。即ち、第二番目の異種金属層形成工程P3においては、第一番目の異種金属層形成工程P2で使用される混合溶加材Cと比較して、鉄Bの比率が大きい。

これにより、第二異種金属層22を構成する金属において、アルミニウムAと鉄Bの体積比A I : F eは、50 : 50となる。

[0039] 図7に示すように、積層順序の第三番目の異種金属層形成工程P4により、第二異種金属層22の表面22aに第三異種金属層23が形成される。

例えば、第三番目の異種金属層形成工程P4で使用される混合溶加材CにおけるアルミニウムAと鉄Bの体積比A : Bは、33 : 66である。即ち、第三番目の異種金属層形成工程P4においては、第二番目の異種金属層形成工程P3で使用される混合溶加材Cと比較して、鉄Bの比率が大きい。

これにより、第三異種金属層23を構成する金属において、アルミニウムAと鉄Bの体積比A I : F eは、33 : 66となる。

[0040] 以上のように、異種金属層形成工程P2, P3, P4によって、積層順序が増加するにつれて鉄Bの比率が大きくなる異種金属層積層構造20が形成される。

[0041] 図8に示すように、第二金属層形成工程P5は、異種金属層積層構造20の表面20aに鉄Bから形成された層である第二金属層13を積層する工程である。溶加材は、鉄Bの粒子のみによって構成されている。

LMD装置30のレーザ光32のエネルギーは、鉄Bの粒子（溶加材）の温度が鉄の融点（1538℃）以上となるように調整されている。これにより、鉄Bの粒子は溶融する。

[0042] 第二被接合材溶接工程P6は、第二金属層13に、鉄Bから形成された第二被接合材12を溶接する工程である。これにより、図1に示すような接合

継手 1 が完成する。

なお、第二被接合材溶接工程 P 6 では、LMD 装置 30 を用いて第二被接合材 12 を積層する必要はなく、例えば、別途用意した第二被接合材 12 を溶接してもよい。

[0043] 上記実施形態によれば、異種金属層 21, 22, 23 を構成するアルミニウム A が第一被接合材 11 と溶接されるとともに、第二金属層 13 を形成する際に第二金属層 13 と異種金属層 21, 22, 23 に分散された鉄 B とが溶接される。次いで、第二金属層 13 に第二被接合材 12 を溶接することにより、互いに混合することによって脆弱な金属間化合物が生成されるような金属の組合せであっても、必要な強度を確保して接合することができる。

[0044] また、異種金属層積層構造 20 において、鉄 B の比率を徐々に大きくなるように変化させることによって、第一被接合材 11 と第二被接合材 12 との接合強度を増すことができる。

また、混合溶加材 C を構成するアルミニウム A の粒子の粒径を、鉄 B の粒子の粒径よりも小さくしたことによって、アルミニウム A をより溶融し易くすることができる。

[0045] なお、上記実施形態では、第一金属をアルミニウム A とし、第二の金属材料を鉄 B としたが、これに限ることはなく、例えば、異種金属間の溶接に適した二種類の金属を用いてもよい。例えば、アルミニウムとチタン (Ti) の組合せ、チタンとニッケル (Ni) の組合せ、チタンと鉄の組合せ、アルミニウムとニッケルの組合せ、銅とニッケルの組合せ等にも適用が可能である。

また、上記実施形態では異種金属層形成工程 P 2, P 3, P 4 を三段階としたが、これに限ることはなく、さらに段階を増やしてもよい。これにより、異種金属層同士の接合強度を高めることができる。

また、上記実施形態ではアルミニウム A の粒子の粒径と鉄 B の粒子の粒径とを異ならせたが、アルミニウム A の粒子の粒径と鉄 B の粒子の粒径とを同じにしてもよい。ただし、融点に大きな差が無い異種金属同士を接合する場

合は、粒径に差をつけることが好ましい。異種金属同士の融点が近いほど、粒径を大きく異ならせるようにしてもよい。

[0046] 〔第一の変形例〕

次に、第一実施形態の第一の変形例について説明する。

第一の変形例の異種金属接合方法は、複数の異材金属層形成工程 P 2, P 3, P 4 を、積層順序が増加するにつれて、鉄 B の粒子の粒径が順次小さくなるように実行する。

例えば、積層順序の第一番目の異種金属層形成工程 P 2 では、鉄 B の粒子の粒径を $100\ \mu\text{m}$ 程度とし、第三番目の異種金属層形成工程 P 4 では、鉄 B の粒子の粒径を $30\ \mu\text{m}$ 程度とする。

[0047] 上記変形例によれば、溶接における加熱温度を変化させることなく、鉄 B の粒子を徐々に溶融させることができる。これにより、異種金属層積層構造 20 と第二金属層 13 との接合強度を増すことができる。

[0048] 〔第二の変形例〕

次に、第一実施形態の第二の変形例について説明する。

第二の変形例の異種金属接合方法は、複数の異材金属層形成工程 P 2, P 3, P 4 を、積層順序が増加するにつれて、混合溶加材 C の加熱温度が大きくなるように実行する。

例えば、第一番目の異種金属層形成工程 P 2 では、レーザ光 32 のエネルギーを混合溶加材 C の温度がアルミニウムの融点よりも 10°C 程度高い温度となるようなエネルギーとし、第三番目の異種金属層形成工程 P 4 では、レーザ光 32 のエネルギーを混合溶加材 C の温度が鉄の融点よりも 10°C 程度低い温度となるようなエネルギーとする。

このような構成によれば、アルミニウム A 中に分散される鉄 B の粉末を積層順序が増加するにつれて徐々に溶解させることができる。

[0049] 上記変形例によれば、積層順序が増加するにつれて鉄 B の粒子を徐々に溶融させることができる。これにより、異種金属層積層構造 20 と第二金属層 13 との接合強度を増すことができる。

[0050] 〔第二の実施形態〕

以下、本発明の第二の実施形態の異種金属接合方法について図面を参照して詳細に説明する。なお、本実施形態では、上述した第一の実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。

図9に示すように、本実施形態の異種金属接合方法において、異種金属層21, 22, 23を形成するための溶接装置30Bは、アルミニウムAをワイヤで供給する。

[0051] 即ち、本実施形態の溶接装置30Bは、レーザ光32を照射する照射口と鉄の粒子を噴射する噴射口とを有するノズル31Bと、アルミニウムAのワイヤWを供給するワイヤ供給装置35と、を備えている。

上記実施形態によれば、アルミニウムAをワイヤWにて供給することによって、アルミニウム粉末を用いることなくアルミニウムAの層を形成することができる。即ち、アルミニウム粉末が拡散する等の不具合を排除することができる。また、微粉に加工することが困難であるアルミニウムを加工する必要がなくなる。

ここで、ワイヤの送り速度や径を変えることで、アルミニウムの供給量を調整することができる。

[0052] 〔タービンロータへの適用〕

本実施形態の異種金属接合方法は、タービンロータを構成するタービン翼車とロータ軸との接続に用いることができる。

図10に示すように、タービンロータ40は、タービン翼車41と、ロータ軸42と、を有し、タービン翼車41とロータ軸42との接合に、本発明の実施形態の異種金属接合方法を用いている。タービン翼車41とロータ軸42との接合面には、異種金属層積層構造20が形成されている。

タービン翼車41は耐熱性を必要とすることから、例えば、チタンによって形成され、ロータ軸42は、特に耐熱性は必要とされないことから、例えば、鉄によって形成することができる。

[0053] このような構成によれば、例えば、タービン翼車41を耐熱性を有する金

属から形成し、ロータ軸 4 2 を耐熱性を必要としない金属から形成して互いに接合する場合においても、必要な強度を確保して接合することができる。

[0054] 〔船舶への適用〕

本実施形態の異種金属接合方法は、船舶の船体構造の建造時に用いられる T 字接合継手に用いることができる。

図 1 1 に示すように、T 字接合継手 4 4 は、船舶（図示せず）の船体構造の縦通肋骨（図示せず）の足下やビルドアップロング（図示せず）のフェース（図示せず）とウェブ（図示せず）といった母材 4 5 と部材 4 6 とを T 字状に合わせた継手である。

母材 4 5 と部材 4 6 との接合に、本発明の実施形態の異種金属接合方法を用いている。母材 4 5 と部材 4 6 との接合面には、異種金属層積層構造 2 0 が形成されている。

このような構成によれば、船体構造において使用される接合継手 1 において、異種金属の組合せであっても、必要な強度を確保して接合することができる。

[0055] 以上、本発明の実施形態について詳細を説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内において、種々の変更を加えることが可能である。

産業上の利用可能性

[0056] 本発明によれば、脆弱な金属間化合物が生成されるような金属の組合せであっても、必要な強度を確保して接合することができる。

符号の説明

- [0057] 1 接合継手
- 1 1 第一被接合材
 - 1 2 第二被接合材
 - 1 3 第二金属層
 - 2 0 異種金属層積層構造
 - 2 1 第一異種金属層
 - 2 2 第二異種金属層

- 2 3 第三異種金属層
- 3 0 L M D 装置
- 3 1 ノズル
- 3 2 レーザ光
- 3 3 金属粒子
- 3 4 ビード
- 3 5 ワイヤ供給装置
- 4 0 タービンロータ
- 4 1 タービン翼車
- 4 2 ロータ軸
- 4 4 T字接合継手
- 4 5 母材
- 4 6 部材
- A アルミニウム（第一金属）
- B 鉄（第二金属）
- C 混合溶加材
- P 1 第一被接合材形成工程
- P 2, P 3, P 4 異種金属層形成工程
- P 5 第二金属層形成工程
- P 6 第二被接合材溶接工程

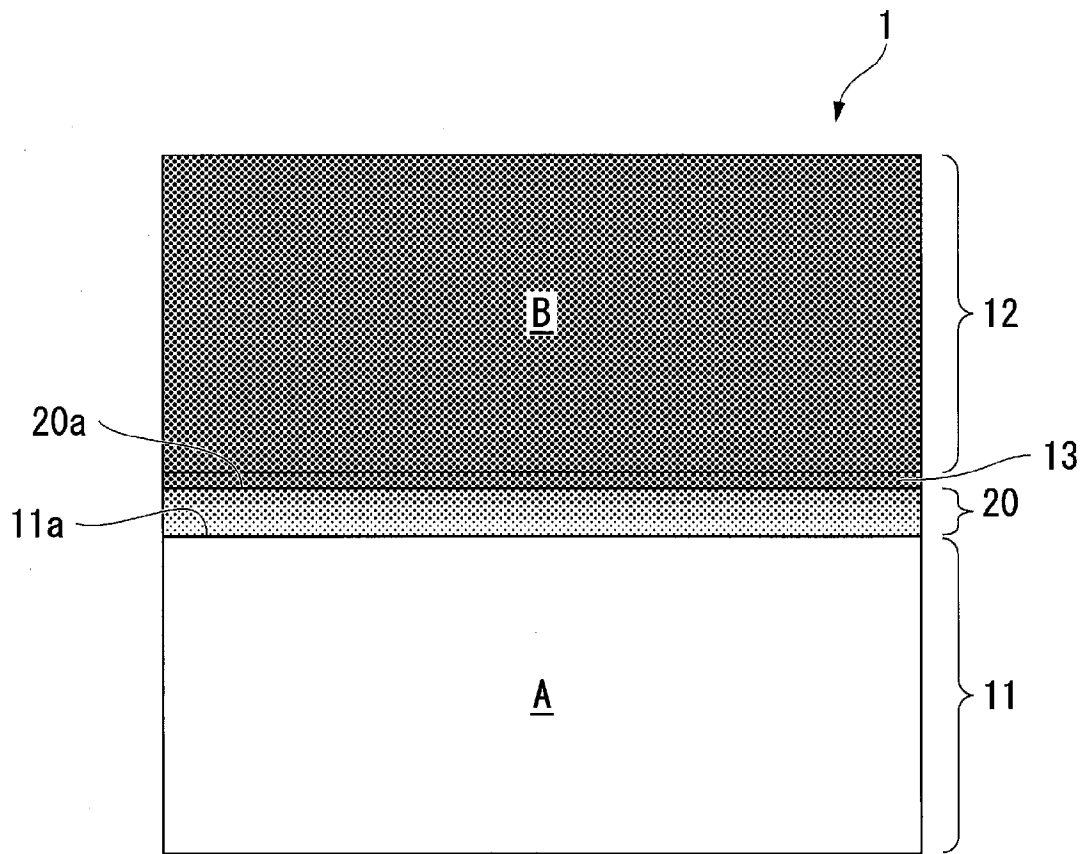
請求の範囲

- [請求項1] 第一金属から形成された第一被接合材の表面に、前記第一金属から形成された溶加材と前記第一金属よりも融点の高い第二金属から形成された粒子とを有する混合溶加材を供給して、前記混合溶加材を前記第一金属の融点以上前記第二金属の融点以下の温度となるように加熱することで異種金属層を形成する異種金属層形成工程と、
- 前記異種金属層の表面に、前記第二金属から形成された溶加材を供給して、前記第二金属から形成された溶加材を前記第二金属の融点以上の温度となるように加熱することで前記第二金属からなる第二金属層を形成する第二金属層形成工程と、
- 前記第二金属層に前記第二金属から形成された第二被接合材を溶接する第二被接合材溶接工程と、を備える異種金属接合方法。
- [請求項2] 前記異種金属層形成工程を繰り返すことにより、複数の前記異種金属層が順次積層された異種金属層積層構造を形成し、
- 積層順序の第一番目の前記異種金属層形成工程で使用される前記混合溶加材における前記第一金属の比率が前記第二金属の比率よりも大きくなるように実行し、
- 前記積層順序の第二番目以降の前記異種金属層形成工程を、前記積層順序が増加するにつれて、前記第二金属の比率が順次大きくなるとともに、前記第一金属の比率が順次小さくなるように実行する請求項1に記載の異種金属接合方法。
- [請求項3] 前記異種金属層形成工程を繰り返すことにより、複数の前記異種金属層が順次積層された異種金属層積層構造を形成し、
- 複数の前記異種金属層形成工程を、積層順序が増加するにつれて前記第二金属の粒子の粒径が順次小さくなるように実行する請求項1又は請求項2に記載の異種金属接合方法。
- [請求項4] 前記異種金属層形成工程を繰り返すことにより、複数の前記異種金属層が順次積層された異種金属層積層構造を形成し、

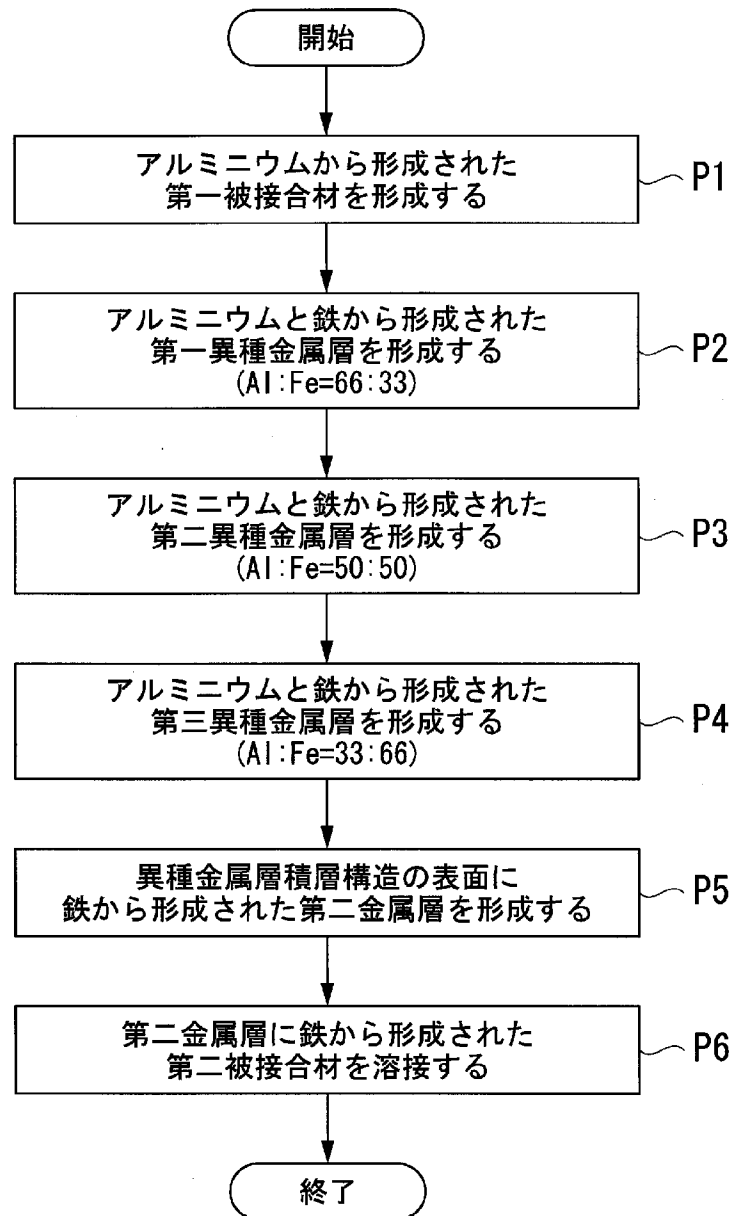
複数の前記異種金属層形成工程を、積層順序が増加するにつれて前記混合溶加材の加熱温度が大きくなるように実行する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の異種金属接合方法。

[請求項5] 前記第一金属から形成された溶加材はワイヤである請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の異種金属接合方法。

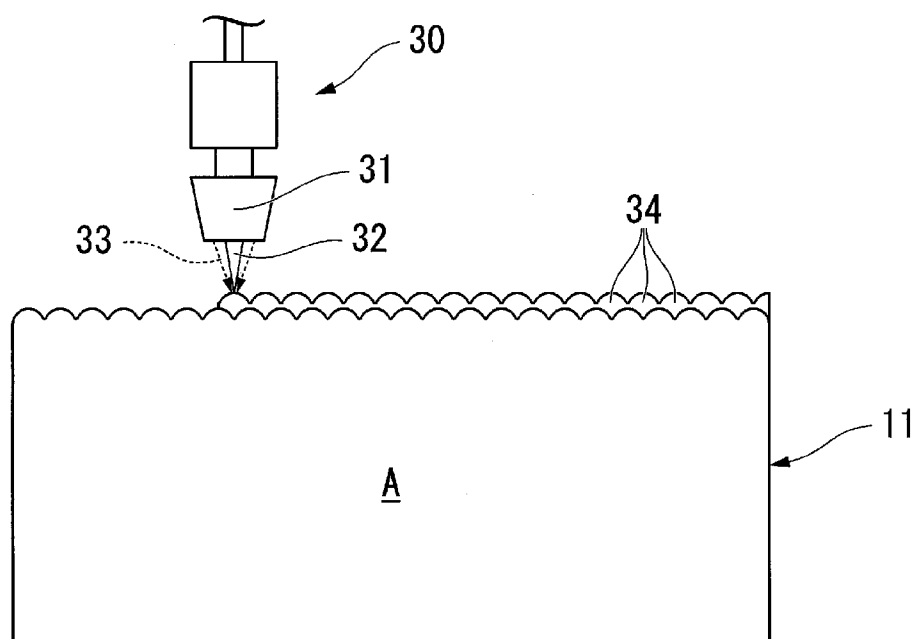
[図1]



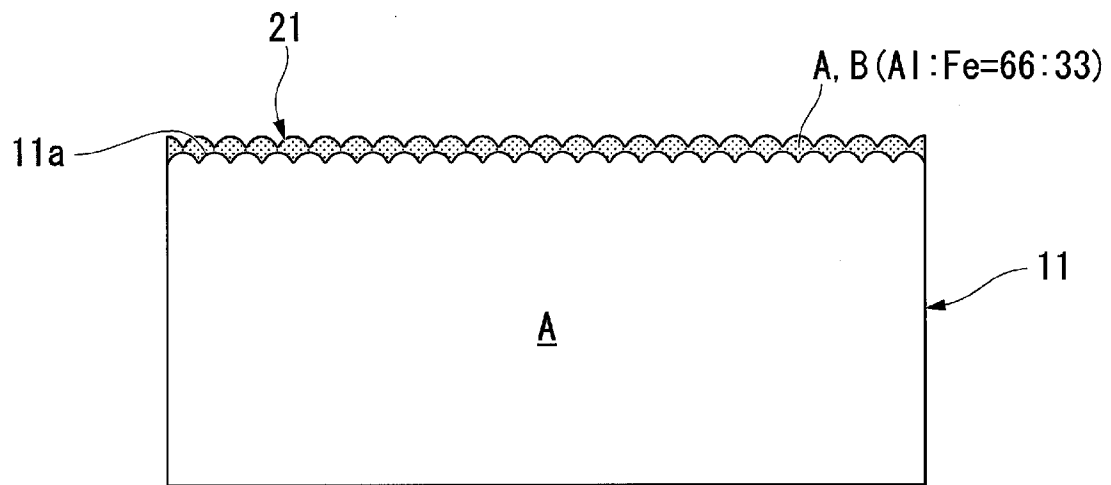
[図2]



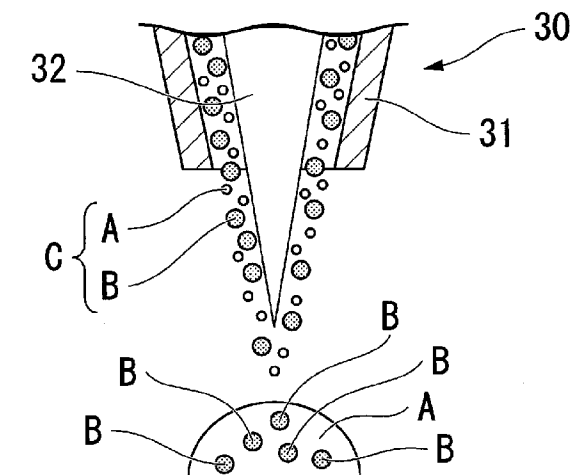
[図3]



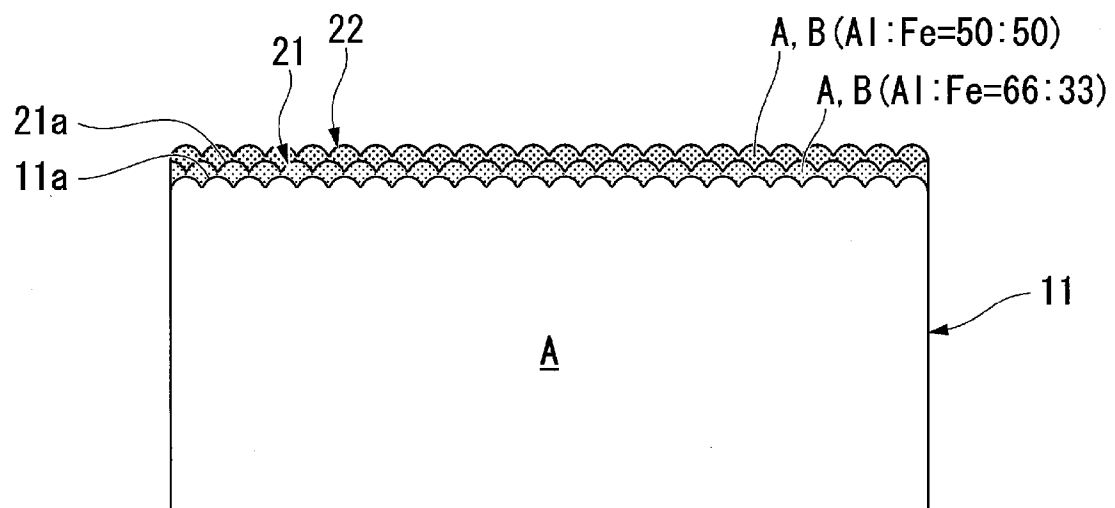
[図4]



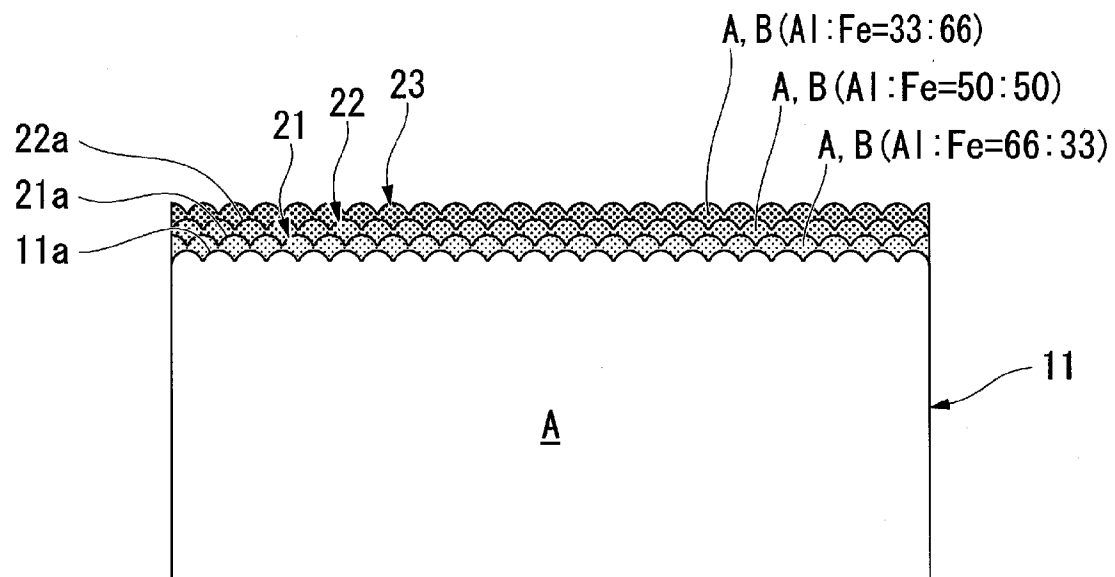
[図5]



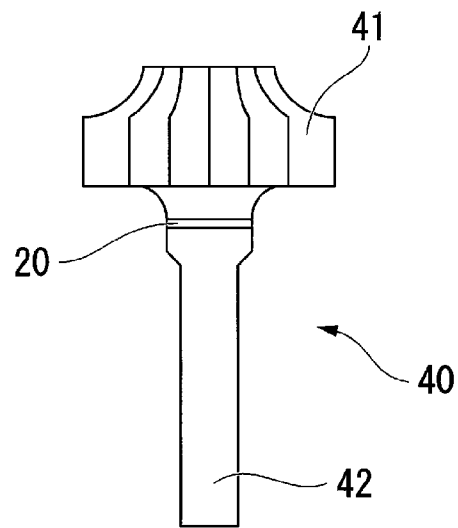
[図6]



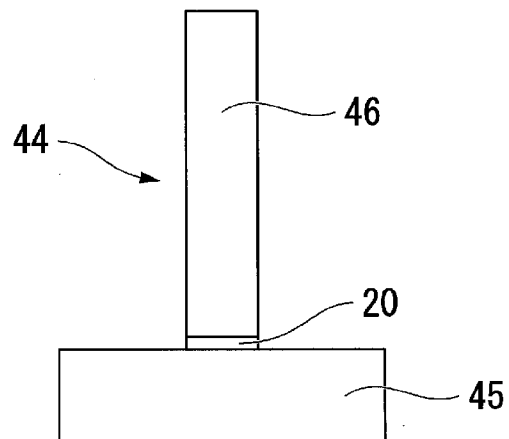
[図7]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/036952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23K26/342 (2014.01) i, B23K9/04 (2006.01) i, F01D1/06 (2006.01) i, F01D25/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B23K26/342, B23K9/04, F01D1/06, F01D25/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-55351 A (RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE) 23 March 2015, entire text, all drawings & US 2016/0223041 A1 & WO 2015/037731 A1 & EP 3034902 A1 & TW 201530012 A & KR 10-2016-0032273 A & CN 105556155 A	1-5
A	JP 11-315973 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 16 November 1999, entire text, all drawings (Family: none)	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/036952

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-224889 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 06 September 1990, entire text, all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K26/342(2014.01)i, B23K9/04(2006.01)i, F01D1/06(2006.01)i, F01D25/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K26/342, B23K9/04, F01D1/06, F01D25/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-55351 A（公益財団法人鉄道総合技術研究所） 2015.03.23, 全文、全図 & US 2016/0223041 A1 & WO 2015/037731 A1 & EP 3034902 A1 & TW 201530012 A & KR 10-2016-0032273 A & CN 105556155 A	1-5
A	JP 11-315973 A（石川島播磨重工業株式会社） 1999.11.16, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

07.11.2017

国際調査報告の発送日

05.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

竹下 和志

3 P

2926

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2-224889 A (石川島播磨重工業株式会社) 1990.09.06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 5