

(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
2022年10月6日(06.10.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/210221 A1

(51) 国際特許分類:

B22F 7/00 (2006.01) *C22C 30/00* (2006.01)
B29C 45/17 (2006.01) *B33Y 80/00* (2015.01)
C22C 27/04 (2006.01) *B29C 33/38* (2006.01)
C22C 29/08 (2006.01) *B22F 10/00* (2021.01)

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/013749

(22) 国際出願日: 2022年3月23日(23.03.2022)

(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 2021-056502 2021年3月30日(30.03.2021) JP

(71) 出願人: 日立金属株式会社 (**HITACHI METALS,LTD.**) [JP/JP]; 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 Tokyo (JP).

(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:

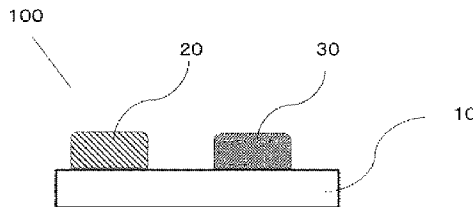
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(72) 発明者: 小関秀峰 (**KOSEKI Shuho**); 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内 Tokyo (JP). 菅原潤樹 (**SUGAWARA Hiroki**); 〒1088224 東京都港区港南一丁目2番70号 日立金属株式会社内 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, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) **Title:** COMPOSITE MEMBER, PRODUCT, AND METHOD FOR PRODUCING COMPOSITE MEMBER

(54) 発明の名称: 複合部材、製造物および複合部材の製造方法



(57) **Abstract:** The present invention provides a composite member, a product, and a method for producing a composite member that make it possible to efficiently improve properties of a member against a load that is not uniform. Provided is a composite member comprising a base material that is made of an alloy, and two or more enhanced-property sections that each include an alloy of a different composition from that of the base material and are disposed so as to be continuous with and integrated with the base material.

(57) 要約: 一様ではない負荷に対して、部材の特性を効率的に高めることが可能な、複合部材、製造物および複合部材の製造方法を提供する。合金からなる基材と、前記基材とは異なる組成の合金を含み、前記基材に対して連続一体的に配置された二ヶ所以上の特性強化部と、を有する複合部材である。



WO 2022/210221 A1

明 細 書

発明の名称：複合部材、製造物および複合部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、複合部材、例えば耐久性に優れる工具、金型、材料押出機、射出成形機のシリンダ又はスクリーに好適な部材に関する。

背景技術

[0002] 金型は、被加工材を所望形状に成形するために形状付与されていることが多い。このとき、従来のような、鑄造、熱間冷間加工に用いられる金型は、通常、単一組成で構成されている。金型は、被加工材と接触し、形状に応じた様々な荷重や衝撃、熱影響を受けたり、被加工材と反応したりすることで劣化し損傷していく。成型時に金型に加わる負荷は、金型の形状によって異なり、例えば、荷重や衝撃が高く、摺動速度が高く、温度が高くなる箇所がある。被加工材が溶湯の場合は、その流速や温度の影響を受けることで、金型の成形面の一部で劣化が著しく進行する箇所もある。被加工材に付着したスケールにより、金型を損傷させる場合もある。

[0003] 例えば、特許文献1では、 $\text{Mo}_2(\text{Ni}, \text{Cr})\text{B}_2$ 型の複硼化物を含有した合金粉末を用いて溶射を行うことにより、得られた溶射層の耐食性および耐摩耗性を向上させる技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-68052号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来のような一種の合金組成物で構成された部材や、部材に硬化層や被膜などを形成する表面強化手法だけでは、一様ではない負荷に対して、部材の特性を効率的に高めることが不十分であった。

[0006] そこで本発明の目的は、一様ではない負荷に対して、部材の特性を効率的

に高めることが可能な、複合部材、製造物および複合部材の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、合金からなる基材と、前記基材と異なる合金を含み、前記基材に対して連続一体的に配置された二ヶ所以上の特性強化部と、を有する複合部材である。

[0008] また、上記特性強化部は、前記基材に対して、硬さが50HV以上高い、または耐食性が1.2倍以上高いことが好ましい。

[0009] また、上記特性強化部は、前記基材に対して、耐Al溶損性が20%以上高いことが好ましい。

[0010] また、上記特性強化部は、前記基材に対して、熱伝導率が5W/(m・K)以上高いことが好ましい。

[0011] また、前記特性強化部は、硬さが200HV以上であることが好ましい。

[0012] また、上記特性強化部は、Ni-Cr-Mo系合金、Cr-Mo-Ni-Al系合金、WC-Co系合金、WC-Co-Cu系合金、第1元素群としてNbおよびMo、第2元素群として、Ta、W、Ti、HfおよびZrの少なくとも一種を含み、第1元素群および第2元素群の元素の合計が100at.%としたとき、含まれる元素の含有範囲は5～35at.%である合金、およびNi-Cr-Moを含むハイエントロピー合金の中から選択された少なくとも1種の合金を用いることもできる。前記合金を含む箇所の厚みが0.1mm以上であることが好ましい。

[0013] また本発明は、上記の複合部材を少なくとも一部に含むことを特徴とする製造物である。

[0014] また、上記の製造物が、工具、金型、材料押出機、射出成形機のシリンダ又はスクリューであることが好ましい。

[0015] また本発明は、合金からなる基材を加工する加工工程と、前記基材に、前記基材と異なる合金を含む特性強化材を造形して造形体を得る造形工程と、を備えることを特徴とする複合部材の製造方法である。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、一様ではない負荷に対して、部材の特性を効率的に高めることが可能な複合部材、製造物および複合部材の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明に係る複合部材の一実施形態の概略図である。

[図2]複合部材の用途の一例を示す図である。

[図3]複合部材の製造物の一例を示す模式図である。

[図4]複合部材の製造物の一例を示す模式図である。

[図5]複合部材の製造方法の一例を示すフロー図である。

[図6]実施例にて製造した複合部材の模式図である。

[図7]実施例にて製造した複合部材の断面写真である。

[図8]実施例における硬度測定結果を示す図である。

[図9]実施例における硬度測定結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態を詳しく説明する。なお、本明細書において「～」の数値範囲は、前後の数値を以上、以下で含む範囲とする。また、図中、同一または類似する部分には同一の符号を付し、その説明は繰り返さない。まず、複合部材について説明し、次に製造物、その次に複合部材の製造方法について説明する。なお、本明細書でいう複合部材とは、作業物質と接触させて使用する部材で良く、また特性強化部とは、作業物質等と接する部位の少なくとも一部を構成し、例えば、製造物外形の一部を成すものとすることができる。

[0019] (複合部材)

本発明に係る複合部材の一実施形態は、合金からなる基材と、前記基材とは異なる組成の合金を含み、前記基材に対して連続一体的に配置された二ヶ所以上の特性強化部と、

を有することを特徴の一つとする複合部材である。

[0020] 本実施形態の複合部材であれば、母材となる基材と、基材と異なる合金を

含む特性強化部を2か所以上配した複合部材、すなわち特性強化部が前記基材表面の少なくとも一部に配されている構成により、基材のみで構成された部材では付与するのが困難であった任意の特性を部材に付与することができる。かかる構成によって、一様ではない負荷に対して、部材の特性を効率的に高めることができる。

[0021] 以下、本発明に係る複合部材100の実施形態について、図1を用いて説明する。

[0022] 複合部材の一実施形態は、図1に示すように、合金からなる基材10と、基材10とは異なる組成の合金を含み、基材10に対して連続一体的に配置された二ヶ所以上の特性強化部20および30と、を有している。

[0023] [基材]

基材10は、特に限定されず、各種金属材料を用いることができる。例えば、Fe基合金、Ni基合金、Ti基合金、超硬合金、より具体的には、ダイカスト等に使用される熱間金型用合金工具鋼、プレス成形に使用される冷間金型用合金工具鋼、切削等に使用される高速度工具鋼、押出成形に使用される押出成形金型用合金、プラスチック成形に用いられるプラスチック金型用鋼、一般鋼、ステンレス鋼などを用いることができる。

[0024] より具体的には、鋼種としてSKD61、マルエージング鋼、SKD11、SKH51、SCM440、S50C、SUS316L、Alloy718、ステライト6（ケナメタル インコーポレイテッド社登録商標）、Ti6Al4Vなどが挙げられる。

[0025] [特性強化部]

特性強化部20および30は、母材である基材10の特性を局所的に強化（向上）することを目的として、基材10に配する合金である。特性強化部は基材と異なる特性を持つ。二ヶ所以上の特性強化部はそれぞれ同じ材料または特性の合金を配置してもよいし、強化部毎に異なる材料・特性の合金を配置してもよい。

[0026] 本明細書でいう特性とは、例えば、耐摩耗性、耐食性、熱伝導率、耐溶損

性、耐熱性のことを指す。これら特性を強化できる合金であれば特に制限しないが、基材に対して、硬さ（HV）が50HV以上高い、又は耐食性が1.2倍以上高いことが好ましい。また、耐食性は、基材に対して、好ましくは2倍、さらに好ましくは3倍である。また、特性強化部の硬さ（HV）が200HVであることが好ましく、300HV以上であるとより好ましく、400HV以上だとさらに好ましい。さらに、上記特性のうち、2種類以上の特性を強化できる合金であることが好ましい。また、特性強化部の厚みは、0.1mm以上であることが好ましい。特性強化部は、厚さが均一な通常の被覆層ではなく、厚さが不均一な、複合部材の一部の部位として構成することが好ましい。すなわち、特性強化部とは、作業物質等と接する部位の少なくとも一部を構成し、例えば、製造物の外形の一部を成すことができる。

[0027] 以下、特性強化部を構成する合金を例示する。

[0028] <WC-Co系合金>

特性強化部を構成する合金としては、例えば、WCとCoを主体とする超硬合金（以下、WC-Co系合金と称する）がある。WC-Co系合金は、硬質相であるWCと金属であるCoの量を変えることで硬さを調整することができ、10mass%Co～40mass%Coのとき、硬さはおよそ450HV～1500HVである。TiC-Ni系サーメット材料も同様に金属であるNiの量を変えることで硬さの調整が可能である。その他、硬質サーメットとして、硬質相が4、5、6族遷移金属の炭化物、窒化物、ホウ化物、炭窒化物、酸化物、酸窒化物であり、これらと金属で構成される材料は、硬さの調整ができるため、特性強化部を構成する合金として好ましい。

[0029] また例えば、耐摩耗性と耐食性とを強化できる、CrとMoとを含有したNi基合金（以下、Ni-Cr-Mo系合金と称する）がある。Ni-Cr-Mo系合金は、質量比でNiの含有量が最も多く、次いでCrおよびMoの含有量が多いNi基合金である。例えば、以下に示すような、Ni-Cr-Mo系合金に、副構成元素としてTaとB、C、WCを含有させた合金が好ましい。

[0030] <Ni-Cr-Mo系合金にBを含有させたもの>

副構成元素としてBを含有させたNi-Cr-Mo系合金は、質量比でNiの含有量が最も多く、次いでCrおよびMoの含有量が多いNi基合金であって、Cr、MoおよびNiを主構成元素、TaとBを副構成元素としている。例えば、主構成元素のなかで、Niの含有量が最も多く、CrおよびMoは、質量%で、Cr：18%～22%、Mo：18%～39%の範囲で含有されるのが好ましい。また、副構成元素のTaおよびBは、質量%で、Ta：1.5%～2.5%、B：1.0%～2.5%の範囲で含有されるのが好ましい。Niの含有量はCr、Mo、TaおよびBに対して残部として特定される。

[0031] <Ni-Cr-Mo系合金にCを含有させたもの>

副構成元素としてCを含有させたNi-Cr-Mo系合金は、例えば、質量%でCr：18～22%、Mo：18～28%、Ta：1.5～5.7%、C：1.0～2.5%を含有し、Nb：0～4.2%、Ti：0～1.5%、V：0～2.7%、Zr：0～2.9%であり、残部がNiおよび不可避不純物からなり、モル比で、 $(Ta + 0.7Nb + Ti + 0.6V + Zr) / C = 0.5 \sim 1.5$ を満たすことが好ましい。強化相として形成させる場合には、例えば凝固組織を有する積層造形体（単に造形体と称する場合がある）または鋳造物であり、前記凝固組織は、面心立方格子構造である金属相と炭化物を有し、デンドライト状の結晶組織を有している。

[0032] <Ni-Cr-Mo系合金にWCを含有させたもの>

副構成元素としてWCを含有させたNi-Cr-Mo系合金は、例えば、質量%で、Cr：8.5%～23.0%、Mo：8.5%～27.0%、Ta：0.5%～2.5%、W：15.0～51.0%およびC：1.0%～3.5%を含有し、残部がNiおよび不可避不純物からなり、Ni、CrおよびMoの質量比Ni：Cr：Moが2.5～3.5：1：1.0～1.5である合金を用いることができる。

[0033] <MoCr-NiAl系合金>

また例えば、耐摩耗性と耐溶損性とを強化できる、含有量が多い上位四元素としてCr、Mo、Ni及びAlを含有した合金（MoCr-NiAl系合金）を用いることができる。合金組成物において、耐溶損性を重視する場合には、以下の化学組成Ⅰを採用でき、硬さが高いことに起因する耐カジリ性の向上や、合金組成物の低融点化という効果を重視する場合には、以下の化学組成ⅠⅠを採用することができる。

[化学組成Ⅰ]

$Mo + Cr + Ni + Al = 100 \text{ at. \%}$ としたとき、 $Ni + Al = 15 \sim 50 \text{ at. \%}$ 、 $Mo + Cr = 50 \sim 85 \text{ at. \%}$

[化学組成ⅠⅠ]

$Mo + Cr + Ni + Al = 100 \text{ at. \%}$ としたとき、 $Ni + Al = 40 \sim 70 \text{ at. \%}$ 、 $Mo + Cr = 30 \sim 60 \text{ at. \%}$

[0034] 化学組成Ⅰを採用する場合には、好ましくは、Niが7.5～25at.%であり、Alが7.5～25at.%であり、Crが10～25at.%であり、残部がMo及び不可避不純物である。

[0035] 化学組成ⅠⅠを採用する場合には、好ましくは、Niが20～35at.%であり、Alが20～35at.%であり、Crが10～50at.%であり、残部がMo及び不可避不純物である。

[0036] 化学組成Ⅰ、ⅠⅠは一部の範囲が重複している。この重複範囲、すなわち、 $Ni + Al = 40 \sim 50 \text{ at. \%}$ 、 $Mo + Cr = 50 \sim 60 \text{ at. \%}$ とすることが、耐溶損性、硬さの向上、合金組成物の低融点化の観点からは最も好ましい。

[0037] <WC-Co-Cu系合金>

また例えば、耐摩耗性と熱伝導率とを強化できる、WC-Co系合金にCuを含有させた合金（WC-Co-Cu系合金）を用いることができる。耐摩耗性と熱伝導率とを強化できる合金として、WC粒子と、Cuと、Co、FeおよびCrのうちの少なくとも1つからなる金属結合相と、を含む合金であり、前記WCの含有量が40質量%以上であり、前記Co、Feおよび

C rのうちの少なくとも1つの含有量が25質量%以上60質量%未満であり、前記C uの含有量aと、前記C o、F eおよびC rのうちの少なくとも1つの含有量bの割合 a/b が $0.070 \leq a/b \leq 1.000$ を満たすものが良い。上述のWC-C o-C u系合金であれば、熱伝導率が $40\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上であると見込むことができるため、基材に対しても高い熱伝導率を実現でき、具体的には基材に対して $5\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 以上高いことを実現できるので好ましい。

[0038] <ハイエントロピー合金>

また例えば、1～3種類の主要成分元素に複数種の副成分元素を微量添加した合金の技術思想とは一線を画した新しい技術思想の合金である、ハイエントロピー合金(High Entropy Alloy: HEA)を用いることができる。HEAとは、5種類以上の主要金属元素(それぞれ5～35原子%)から構成された合金と定義されており、機械的特性と耐食性に優れ、更に硬度が改善されて耐摩耗性を備えた合金である。

[0039] また、複数の主要元素を有するが多相の存在を許容する多主要元素合金(Multi-principal element alloy: MPEA)の合金概念も提案されているが、本願ではHEAとMPEAを同一の概念として扱い、両者を合わせてHEAと呼称する。C o、C r、F e、N i、T iの各元素をそれぞれ5原子%以上35原子%以下の範囲で含み、かつM oを0原子%超8原子%以下の範囲で含み、残部が不可避不純物からなる合金とすると、肉盛り造形後に時効処理を加えるなどによって、軟化抵抗に優れた材料を得ることができる。

[0040] <粉末高速度工具鋼>

また、例えば、耐摩耗性、耐熱性を強化できる、高炭素系合金でC r、W、M o、V、C o等の炭化物形成元素を含有する粉末高速度工具鋼を用いることができる。好ましくは、質量%で、Cが0.3～2.8%であり、C rが3.0～10.0%であり、Wが1.5～10.5%であり、M oが2.0～9.0%であり、Vが1.0～8.0%であり、残部がF e及び不可避

不純物である。

[0041] <高融点金属>

また、例えば、耐摩耗性と耐溶損性を強化できる高融点金属を用いることができる。高融点金属とは、例えば、W、Ta、Nb、Mo等である。高融点金属を用いることで耐A1溶損性を高めることができる。すなわち、基材に対しても高い耐A1溶損性を備えた特性強化部を配することができ、例えば、基材に対して20%以上高い耐A1溶損性を実現できるので好ましい。

[0042] (作用効果)

母材となる基材と、基材と異なる合金を含む特性強化部を2か所以上配した複合部材、すなわち特性強化部が前記基材表面の少なくとも一部に配されている構成により、基材のみで構成された部材では付与するのが困難であった任意の特性を部材に付与することができる。かかる構成によって、一様ではない負荷に対して、部材の特性を効率的に高めることができる。

[0043] (特性)

ここで、本明細書中の硬さ(HV)とは、例えば、ビッカース硬さ試験機そのもので測定した値もしくは、ロックウェル硬さ、ショア硬さなどの各種の硬さ試験機で測定した値から換算して求めた値とすることができる。また、耐A1溶損性とは、例えば、A1溶湯に試験材料を一定時間浸漬した時の質量の減量を評価したとき、SKD61の単位時間当たりの減量と比較し、質量変化が少ない状態を指す。また、耐食性とは、例えば、各供試材(合金部材)を10mm×10mm×2.5mmに切断し、試験片の全面を耐水エメリー紙#1000まで研磨した後、アセトン、エタノールで脱脂して腐食試験に供すればよい。沸騰した10% H_2SO_4 中に各試験片を24時間浸漬し、その後、腐食液から試験片を取り出し、各試験片の質量を測定して、質量変化から腐食速度を求めればよい。また、走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope: SEM)によって試験片の外観の腐食形態を観察すればよい。また、熱伝導率とは、例えば、フラッシュ法や温度傾斜法で測定したときの値である。

[0044] [中間層]

また例えば、基材と特性強化部との間に中間層を設けることが好ましい。基材に対して異種材である特性強化部を基材に接合させる場合、中間層とよばれる緩衝領域を設けることで、基材と特性強化部との性質差の違いによる、割れや変形、剥離などを生じにくくさせることができる。中間層は、靱性の高いオーステナイト系の材料が好ましく、例えば、Ni基超耐熱合金やオーステナイト系ステンレス合金、あるいは純Niが好ましい。

[0045] (製造物)

上記にて説明した複合部材を用いた製造物の実施形態について、図2～図4を用いて説明する。例えば、図2に示すような用途に適用することが出来る。本明細書では、複合部材を用いた製造物の一例として、温間鍛造用金型、射出成型機用スクリー及びホットスタンプ金型、攪拌棒の場合について説明するが、用途はこれに限らない。例えば、上記複合部材は、除去加工用の切削工具や塑性加工用の金型、切断刃やダイカットロール等の治工具など、各種の工具、金型、材料押出機、射出成形機のシリンダ又はスクリーに好適である。

[0046] 温間鍛造に用いられる金型は、高温での耐摩耗性と鍛造時の衝撃に耐えるための靱性が要求される製造物である。図3に、複合部材を用いた製造物の一例を示す模式図（温間鍛造パンチ）を示す。基材10には高速度工具鋼のマトリックスハイスであるYXR33（日立金属株式会社製、YXRは登録商標）を用いることができ、特性を強化する特性強化部20にはWC-20%Coを用いることができ、特性強化部30にはWC-40%Coを用いることができる。

[0047] 図3に示す製造物の製造方法としては、基材10には硬さと靱性の両立されたマトリックスハイス（焼き入れまま材）を用いることができる。次に、鍛造時の高温・高圧環境下での摩擦により摩耗しやすい部分と、衝撃により割れが生じやすい部分と、にそれぞれ開先加工を施し、耐摩耗性に優れるWC-20%Coと靱性に優れるWC-40%Coをそれぞれ粉体肉盛り造形

により付加する。粉体肉盛り時の熱源は、レーザ、プラズマ等を用いることができる。粉体肉盛り造形後の部材表面を切削加工し、形状を整えることで、複数の特性強化部を有する、複数の材料で構成された製造物が得られる。また、この製造物に、さらに表面処理を施してもよい。

[0048] また、図4に、複合部材を用いた製造物の一例として、射出成型機用スクリューの場合の模式図を示す。射出成型機用スクリューは、耐摩耗性と耐食性が要求される製造物である。基材10にはステンレス鋼であり、小中型スクリューやスクリュー先端部品に使用されるYPT42（日立金属株式会社製 YPTは登録商標）（硬度：58HRC）を用いることができ、特性を強化する特性強化部20にはハイエントロピー合金（ $26.7\text{Cr}-18.0\text{Fe}-26.9\text{Ni}-8.9\text{Ti}-1.8\text{Mo}$ 質量%）を用いることができ、特性強化部30にはNi-Cr-Mo系合金にCを含有させた合金（ $46.7\text{Ni}-19.0\text{Cr}-19.0\text{Mo}-1.8\text{Ta}-12.0\text{Nb}-1.5\text{C}$ 質量%）を用いることができる。

[0049] まず、硬さと耐食性を有するYPT42を用いた棒状の基材10を準備する。次に、基材10の外周部に設けるフィン形状部、すなわち特性を強化する特性強化部20を構成させる。例えば、ハイエントロピー合金粉末を用いて基材10外周部に付加製造すればよい。ハイエントロピー合金はYPT42よりも優れた耐食性を有するため、腐食起因の摩耗の抑制に効果的である。また、基材10の片端、すなわちスクリュー部となる箇所を特性強化部30として、Ni-Cr-Mo系合金にC（炭素）を含有させた合金を付加製造する。スクリュー部はフィン形状部よりも耐摩耗性が必要であることから、硬質粒子（NbC）が分布している耐食性の高いNi-Cr-Mo系合金にCを含有させた合金を適用することが有効である。

[0050] 固形物が沈殿または浮いた状態にある酸化性液体を攪拌するための攪拌棒は、耐食性と耐摩耗性が要求される製造物である。図6に、複合部材の一例を示す模式図を示す。基材となるAの箇所には18%Niマルエージング鋼であり、ロケットのモーターケース等に使用されるYAG300（日立金属

株式会社 Y A Gは登録商標）を用いることができる。特に、攪拌棒の先端では酸化性液体による腐食が課題となるため、強化部となるBの箇所に、例えば、高耐食N i 基合金であるM A T 2 1（日立金属株式会社製 M A T 2 1は登録商標）を付加製造すればよい。

[0051] また、攪拌棒側面では酸化性液体に堆積した不純物による摩耗が課題となるため、強化部となるCの箇所に、例えば、高強度、高耐食性を両立したC o C r F e N i T i M o系ハイエントロピー合金を付加製造すればよい。粉体肉盛り造形後の部材表面を切削加工し、形状を整えることで、複数の特性強化部を有する、複数の材料で構成された製造物が得られる。この製造物に、さらにP V D法やC V D法によるセラミックコーティングなどの表面処理を施してもよい。

[0052] ホットスタンプに用いられる金型は、加熱された被加工材をプレス成型すると同時に水冷された金型で被加工材を抜熱することで、焼き入れを行うことで、被加工材の強度を向上させる。金型には、抜熱作用が求められる。金型は、水冷されているが、水冷孔の配置された基材と金型表面の間を構成する材料の熱伝導率が高いことが要求される。高熱伝導材料を配置することで、抜熱にかかる時間が短くなり、生産性も向上する。

[0053] また、冷却され、焼き入れ処理後の被加工材は高硬度となっているため、金型から取り外す際にカジリが生じる。そのため金型表面には硬さが高いことも要求される。水冷孔の近傍まで開先加工を施し、高い熱伝導率と硬さをもつ合金（W C − 3 0 % C o − 5 C u w t %）を用いることで、抜熱特性と耐摩耗特性を具備することができる。また、成形時に被加工材に皺が形成される部位があり、ここでは局所的な焼き付きやカジリ現象がおこる。そのような場所には、より高硬度のW C − 1 5 % C o合金等を付加製造することで耐摩耗性向上に有効である。

[0054] （複合部材の製造方法）

複合部材の製造方法の実施形態について、図5を用いて説明する。図5に示すように、複合部材の製造方法の実施形態としては、母材となる基材を加

工する加工工程と、前記基材に、前記基材と異なる合金を含む特性強化材を造形して造形体を得る造形工程と、を備えていることを特徴の一つとする複合部材の製造方法である。

[0055] 加工工程（S101）は、基材10を所望の形状に加工する工程であり、例えば、加工工具90を用いるなどして所望形状に加工すればよい。次に、造形工程（S103）は、例えば、付与したい特性に応じて、上述した合金系の合金粉末（特性強化材）を用いて、基材10に特性強化材60と特性強化材70とを付加することで造形体を製造すればよい。付加方法は、特に限定しないが、例えば、溶射や付加製造（積層造形）法を用いることができる。

[0056] 造形工程後に、仕上げ工程（S105）や熱処理工程を追加で実施しても良い。仕上げ工程（S105）は、造形工程（S103）で得られた造形体を所望の形状に加工し、製造物を得る工程であり、例えば、造形体を機械加工することで所望形状に加工し製造物を得ることができる。熱処理工程は、得られた造形体または製造物を熱処理する工程である。

[0057] 付加製造法について詳細に説明する。

付加製造法は、合金粉末を供給し、粉末を敷いた領域にレーザビーム、電子ビーム等の高エネルギーを照射して、合金粉末を選択的に溶融結合させることによって、所望形状の造形体（複合部材）を造形することができる。付加製造装置としては、造形体の形状等に応じて、粉末床溶融結合方式（PBF: Powder Bed Fusion）と指向性エネルギー堆積方式（DED: Directed Energy Deposition）に区分することができるが、本実施形態の複合部材はいずれの方式でも造形でき、付加製造装置の形式等については特に制限されるものではない。

[0058] また、個々の粉末について溶融・凝固を繰り返すことにより形状付与をしていく造形法であるが、合金粉末の粒径が $1\mu\text{m}$ 未満だと1回の溶融凝固に必要な容積が得にくくなるため、健全な造形体が得にくい。一方、合金粉末の粒径が $100\mu\text{m}$ を超えると、1回の溶融凝固に必要な容積が大き過ぎ、

健全な造形体が得にくい。したがって、合金粉末の粒径の範囲は、 $1 \sim 200 \mu\text{m}$ とするのが好ましい。より好ましくは、 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ である。また、球形形状が得られるガスアトマイズ法で得られた粉末が好ましい。なお、粉末の粒径は、レーザ回折式粒度分布測定装置を用いて測定することができ、粒子径と小粒子径側からの体積積算との関係を示す積算分布曲線において、粉末の積算頻度50体積%に対応する粒子径 d_{50} とすることができる。

[0059] (実施例)

図6を用いて、作製した複合部材について説明する。図6(a)に示すように、基材10は、基材側面部12と基材先端部13とを有するものを準備した。そして、図6(b)に示すように、基材10に2種類の金属粉末を特性強化部20および特性強化部30の箇所にそれぞれ付加製造することで、複合部材を作製した。具体的には、基材10とした18%Niマルエージング鋼であるYAG300(日立金属株式会社製)に、基材先端部13を強化するための特性強化材32としてNi-Cr-Mo合金であるMAT21の合金粉末を基材先端部13、基材側面部12を強化するための特性強化材22としてハイエントロピー合金であるHiPEACE(日立金属株式会社製HiPEACEは登録商標)の合金粉末を基材側面部12にそれぞれ配した複合部材を、付加製造方法を用いて製造した。

[0060] 特性強化材32として用いたMAT21の組成を表1および2に示す。粒径は d_{50} の値で $80.344 \mu\text{m}$ であった。特性強化材22として用いたHiPEACEの組成を表3に示す。粒径は d_{50} の値で $88.418 \mu\text{m}$ であった。

[表1]

(mass%)			
Ni	Cr	Mo	Ta
Bal.	19.17	18.68	1.74

[表2]

(mass%)										
C	Si	Mn	P	S	Co	Fe	V	Al	N	O
0.0072	<0.01	<0.01	0.001	0.0002	<0.01	<0.01	<0.01	0.005	0.0007	0.0117

[表3]

(mass%)									
Cr	Fe	Ni	Ti	Mo	Co	C	S	N	O
18.44	14.39	23.64	7.39	3.89	Bal.	0.011	0.0002	0.0004	0.00021

[0061] ここで、基材10に特性強化材22および特性強化材32を付加製造する前に、付加製造予定箇所を開先加工を施した。加工条件は4枚刃のコーテッド超合金工具を準備し、切削速度25m/min、一刃送り速度0.05mm/toothとし、基材10の表層部を除去した。

[0062] 付加製造方式は、指向性エネルギー堆積方式を用いた。造形条件は、出力2400W、走査速度1000mm/minとした。

[0063] 製造した複合部材の硬度を測定した。図7に示す通り、作製した複合部材を切断、研磨、樹脂埋めをした試料500を用いて硬度を測定した。硬度測定用の試験片は、試料500のうち、基材10から先端強化部30までの硬度推移を測定するために実線で囲ったA点と、基材10から側面強化部20までの硬度推移を測定するために実線で囲ったB点とから採取した。

[0064] 図8に、図7中に示すA点の箇所のビッカース硬さ測定試験の結果を示し、図9に、図7中に示すB点の箇所のビッカース硬さ測定試験の結果を示す。図7に示す通り、マイクロビッカースを用いて試験片のA点とB点についてビッカース硬さを測定した。図8および図9に示す実線は基材の表面位置を示すものであり、基材の表面、すなわち、実線を基準にして造形方向と造形方向に対して逆方向についてそれぞれ3mm進んだ箇所までの硬度を測定した。測定間隔は200μmとした。それぞれ300μmずらした3ラインずつ測定し、平均を計算した。測定条件は以下の通りとした。

- ・装置名：FM-110ARS-F（株式会社フューチャテック社製）
- ・試験荷重：0.1kgf
- ・保持時間：10秒

[0065] (結果)

図8が示すように、基材10と比較して、特性強化材32が付加造形されている特性強化部30の硬さが低くなり、すなわち靱性が向上したといえる。特性強化材32は高耐食性のNi基合金であるため、特性強化材32が付加造形された特性強化部30の耐食性の向上が期待できる。

[0066] また、図9が示すように、基材10と特性強化材22が付加造形されている箇所とでは硬さが異なっている。特性強化材22が高強度、高耐食性の合金であるため、付加造形された特性強化部20の強度、耐食性の向上が期待できる。

[0067] 以上から、本実施例の複合部材であれば、例えば、固形物が沈殿または浮いた状態にある酸化性液体を攪拌するための攪拌棒に適用した場合、基材先端部は酸化性液体による腐食を抑制でき、基材側面部は酸化性液体に堆積した不純物による摩耗を抑制できるので、一様ではない負荷に対して、部材の特性を効率的に高めることが可能となる。

符号の説明

- [0068] 10：基材
12：基材側面部
13：基材先端部
20：特性強化部
22：特性強化材
30：特性強化部
32：特性強化材
60：特性強化材
70：特性強化材
90：加工工具
100：複合部材
500：試料
S101：加工工程

S 1 0 3 : 造形工程

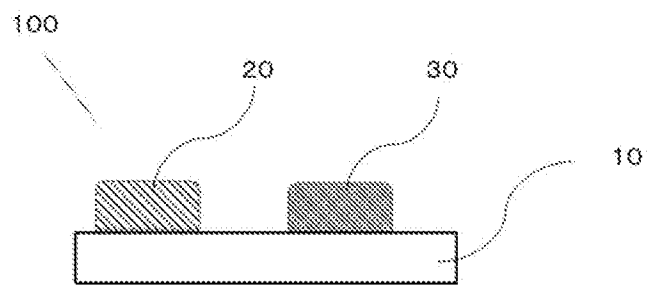
S 1 0 5 : 仕上げ工程

請求の範囲

- [請求項1] 合金からなる基材と、
前記基材とは異なる組成の合金を含み、前記基材に対して連続一体的に配置された二ヶ所以上の特性強化部と、
を有する複合部材。
- [請求項2] 前記特性強化部は、
前記基材に対して、硬さが50HV以上高い、または耐食性が1.2倍以上高いことを特徴とする請求項1に記載の複合部材。
- [請求項3] 前記特性強化部は、
前記基材に対して、耐A1溶損性が20%以上高いことを特徴とする請求項1または2に記載の複合部材。
- [請求項4] 前記特性強化部は、
前記基材に対して、熱伝導率が5W/(m・K)以上高いことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の複合部材。
- [請求項5] 前記特性強化部は、
硬さが200HV以上であることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の複合部材。
- [請求項6] 前記特性強化部は、
Ni-Cr-Mo系合金、Cr-Mo-Ni-Al系合金、WC-Co系合金、WC-Co-Cu系合金、またはNi-Cr-Moを含むハイエントロピー合金の中から選択された少なくとも1種の合金であり、
前記特性強化部の厚みが0.1mm以上であることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の複合部材。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか一項に記載の複合部材を少なくとも一部に含むことを特徴とする製造物。
- [請求項8] 工具、金型、材料押出機、射出成形機のシリンダ又はスクリーであることを特徴とする請求項7に記載の製造物。

[請求項9] 合金からなる基材を加工する加工工程と、
前記基材の二ヶ所以上に、前記基材と異なる組成の合金を含む特性
強化材を造形して造形体を得る造形工程と、を備える複合部材の製造
方法。

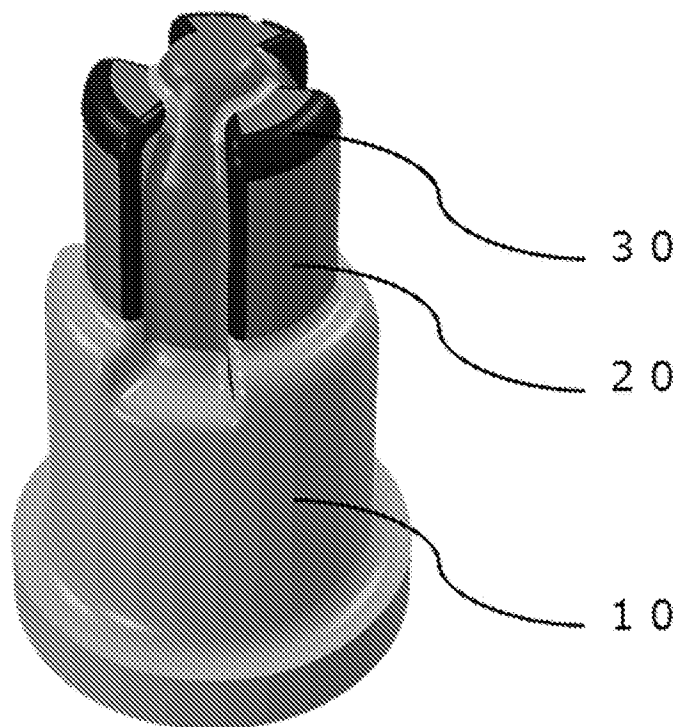
[図1]



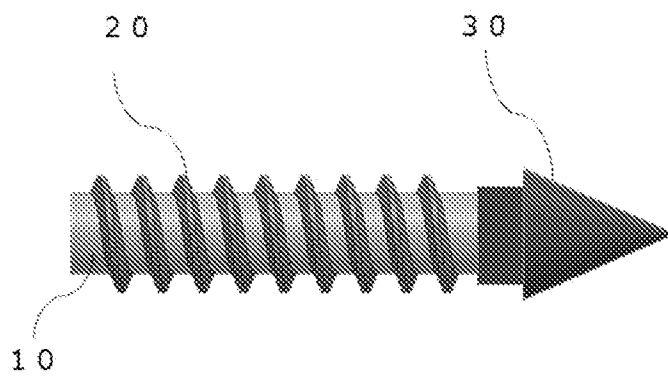
[図2]

	油・熱間鍛造型	ホイスランプ型	ダイカスト型	スクリュー
用途	パンチ・ダイ	鍛冶型	入れ子・抜きピン	スクリューヘッド
鍛造形態	熱鍛造/軟化 → 厚肉	高温度 → カジリ	熱鍛造 → 高機	熱鍛造
強化材の組成例	鍛錬合金系 (WC-Co)	(WC-Co-Cr合金系)	Mo-Cr-Ni-Al系	(Ni-Cr-Mo系合金)
特性	高強度・高耐摩耗	高強度・高耐食性	高強度・高耐摩耗	高耐食・高耐摩耗

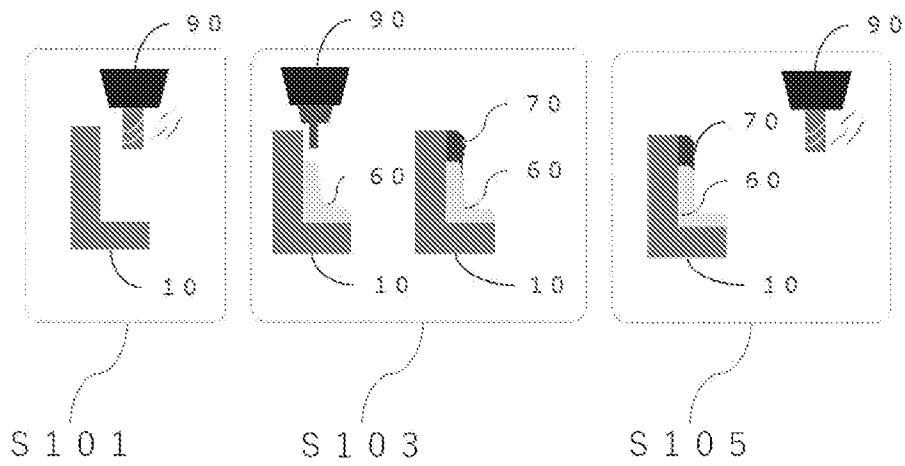
[図3]



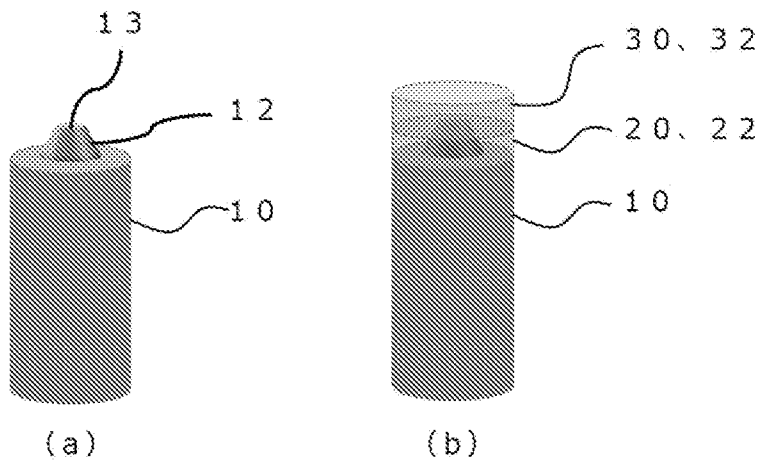
[図4]



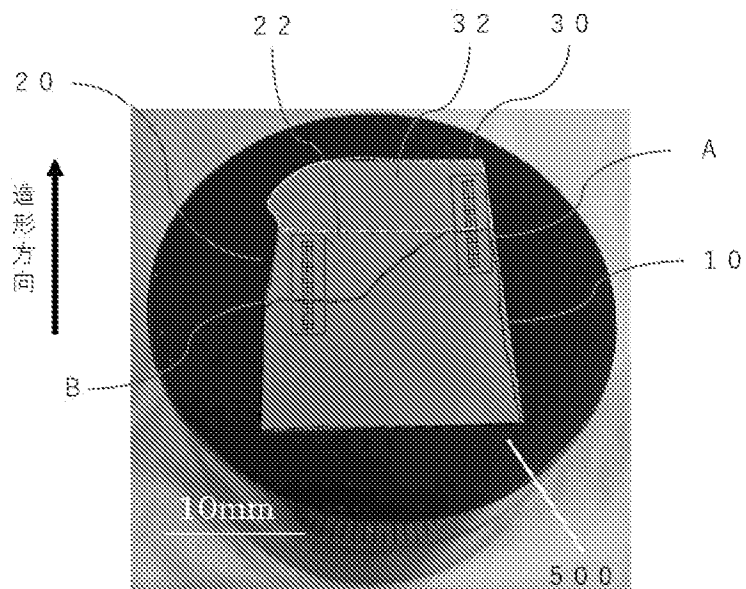
[図5]



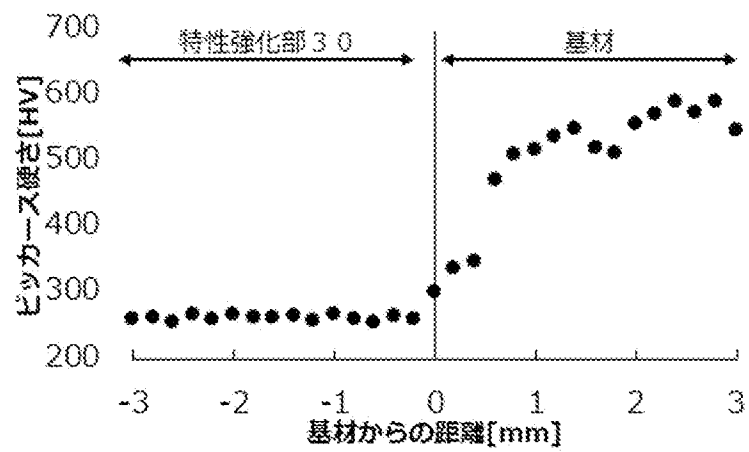
[図6]



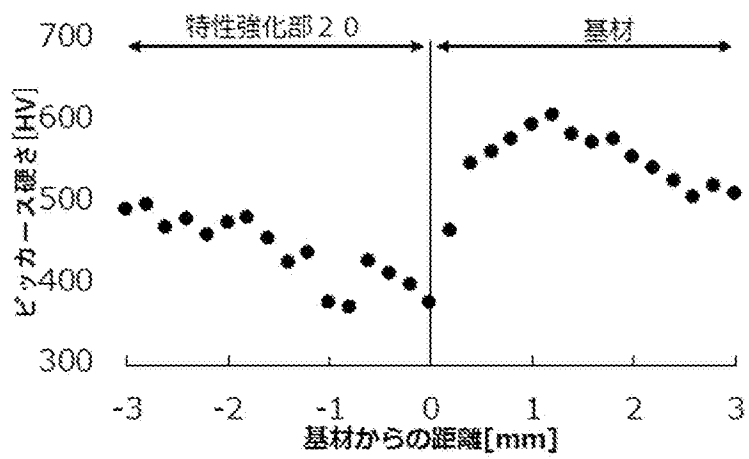
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/013749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22F 7/00(2006.01)i; **B29C 45/17**(2006.01)i; **C22C 27/04**(2006.01)i; **C22C 29/08**(2006.01)i; **C22C 30/00**(2006.01)i;
B33Y 80/00(2015.01)i; **B29C 33/38**(2006.01)i; **B22F 10/00**(2021.01)i
 FI: B22F7/00 F; B29C33/38; B29C45/17; C22C29/08; C22C30/00; C22C27/04 102; B22F10/00; B33Y80/00

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)

B22F7/00; B29C45/17; C22C27/04; C22C29/08; C22C30/00; B33Y80/00; B29C33/38; B22F10/00

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	WO 2019/069701 A1 (HITACHI METALS LTD) 11 April 2019 (2019-04-11) claims, paragraphs [0032]-[0047]	1, 2, 5-9
Y		3, 4
X	JP 2021-42403 A (HITACHI METALS LTD) 18 March 2021 (2021-03-18) claims, paragraphs [0014]-[0043]	1, 2, 5, 7-9
Y		3, 4, 6
X	WO 2017/170729 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND COMPRESSOR CORP) 05 October 2017 (2017-10-05) claims, paragraphs [0022]-[0049]	1, 2, 7, 9
A		3-6, 8
X	JP 5-117820 A (KUBOTA CORP) 14 May 1993 (1993-05-14) paragraphs [0008]-[0025]	1, 2, 7-9
A		3-6

☒ 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

18 May 2022

Date of mailing of the international search report

31 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/013749**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/196879 A1 (HITACHI METALS LTD) 01 October 2020 (2020-10-01) claims, paragraphs [0005], [0024]-[0037]	3-6
Y	WO 2019/031577 A1 (HITACHI METALS LTD) 14 February 2019 (2019-02-14) claims, paragraphs [0021]-[0047]	3-6
Y	WO 2020/111231 A1 (HITACHI METALS LTD) 04 June 2020 (2020-06-04) claims, paragraphs [0032]-[0036]	3-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/013749

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/069701	A1	11 April 2019	US 2020/0299814 A1 claims, paragraphs [0051]-[0068] EP 3705216 A1 CN 111132782 A SG 11202002823Q A	
JP	2021-42403	A	18 March 2021	(Family: none)	
WO	2017/170729	A1	05 October 2017	JP 2017-180177 A	
JP	5-117820	A	14 May 1993	(Family: none)	
WO	2020/196879	A1	01 October 2020	CN 112969807 A	
WO	2019/031577	A1	14 February 2019	US 2019/0226058 A1 claims, paragraphs [0036]-[0062] EP 3527680 A1 CN 109689908 A SG 11201901923Y A	
WO	2020/111231	A1	04 June 2020	US 2021/0197281 A1 claims, paragraphs [0068]-[0079] CN 112334253 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B22F 7/00(2006.01)i; B29C 45/17(2006.01)i; C22C 27/04(2006.01)i; C22C 29/08(2006.01)i; C22C 30/00(2006.01)i; B33Y 80/00(2015.01)i; B29C 33/38(2006.01)i; B22F 10/00(2021.01)i FI: B22F7/00 F; B29C33/38; B29C45/17; C22C29/08; C22C30/00; C22C27/04 102; B22F10/00; B33Y80/00										
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）） B22F7/00; B29C45/17; C22C27/04; C22C29/08; C22C30/00; B33Y80/00; B29C33/38; B22F10/00										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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								
X	WO 2019/069701 A1（日立金属株式会社）11.04.2019（2019 - 04 - 11） 請求の範囲、[0032] - [0047]	1, 2, 5-9								
Y		3, 4								
X	JP 2021-42403 A（日立金属株式会社）18.03.2021（2021 - 03 - 18） 特許請求の範囲、[0014] - [0043]	1, 2, 5, 7-9								
Y		3, 4, 6								
X	WO 2017/170729 A1（三菱重工コンプレッサ株式会社）05.10.2017（2017 - 10 - 05） 請求の範囲、[0022] - [0049]	1, 2, 7, 9								
A		3-6, 8								
X	JP 5-117820 A（株式会社クボタ）14.05.1993（1993 - 05 - 14） [0008] - [0025]	1, 2, 7-9								
A		3-6								
Y	WO 2020/196879 A1（日立金属株式会社）01.10.2020（2020 - 10 - 01） 請求の範囲、[0005]、[0024] - [0037]	3-6								
☒ 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、一般的な技術水準を示すもの “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 18.05.2022		国際調査報告の発送日 31.05.2022								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 池ノ谷 秀行 4E 4142 電話番号 03-3581-1101 内線 3425								

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
Y	W0 2019/031577 A1 (日立金属株式会社) 14.02.2019 (2019 - 02 - 14) 請求の範囲、 [0 0 2 1] - [0 0 4 7]	3-6
Y	W0 2020/111231 A1 (日立金属株式会社) 04.06.2020 (2020 - 06 - 04) 請求の範囲、 [0 0 3 2] - [0 0 3 6]	3-6

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/013749

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2019/069701	A1	11.04.2019	US	2020/0299814	A1	
				claims, [0051]-[0068]			
				EP	3705216	A1	
				CN	111132782	A	
				SG	11202002823Q	A	
JP	2021-42403	A	18.03.2021	(ファミリーなし)			
WO	2017/170729	A1	05.10.2017	JP	2017-180177	A	
JP	5-117820	A	14.05.1993	(ファミリーなし)			
WO	2020/196879	A1	01.10.2020	CN	112969807	A	
WO	2019/031577	A1	14.02.2019	US	2019/0226058	A1	
				claims, [0036]-[0062]			
				EP	3527680	A1	
				CN	109689908	A	
				SG	11201901923Y	A	
WO	2020/111231	A1	04.06.2020	US	2021/0197281	A1	
				claims, [0068]-[0079]			
				CN	112334253	A	