

(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
2017 年 2 月 2 日(02.02.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/018516 A1

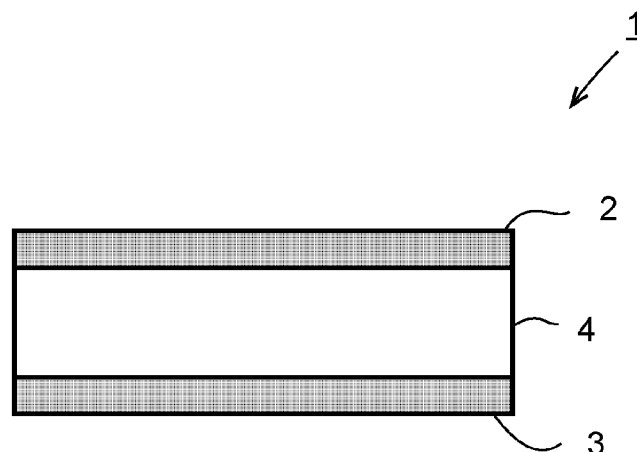
- (51) 国際特許分類:
B21B 1/02 (2006.01) *C22F 1/00* (2006.01)
B21B 3/00 (2006.01) *C22F 1/18* (2006.01)
C22C 14/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072338
- (22) 国際出願日: 2016 年 7 月 29 日(29.07.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-149398 2015 年 7 月 29 日(29.07.2015) JP
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 北浦 知之(KITAURA, Tomoyuki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 白井 善久(SHIRAI, Yoshihisa); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 藤井 秀樹(FUJII, Hideki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ブライタス(BRIGHTAS IP ATTORNEYS); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎 2 丁目 5 番 1 0 号 Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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))

(54) Title: TITANIUM COMPOSITE MATERIAL AND TITANIUM MATERIAL FOR HOT WORKING

(54) 発明の名称: チタン複合材および熱間加工用チタン材



(57) Abstract: Provided is a titanium composite material 1 having a first surface layer part 2, an inner layer part 4, and a second surface layer part 3, wherein: the first surface layer part 2 and the second surface layer part 3 are formed from a titanium alloy; the inner layer part 4 is formed from industrial-use pure titanium having voids; the chemical composition of at least the first surface layer part 2 or the second surface layer part 3 contains a total of 0.08-1.0 mass% of one or more elements selected from Fe, Cr, Ni, Al and Zr, with the remainder being Ti and impurities; the thickness of the first surface layer part 2 and/or the second surface layer part 3 is 5-100 μm and accounts for 20% or less of the total thickness of the titanium composite material 1; and the volume fraction of the voids in a cross section perpendicular to the plate thickness is greater than 0% and no more than 30%.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/018516 A1



第一表層部 2 と、内層部 4 と、第二表層部 3 とを備えるチタン複合材 1 であって、第一表層部 2 および第二表層部 3 がチタン合金からなり、内層部 4 が、空隙を有する工業用純チタンからなり、第一表層部 2 および第二表層部 3 の少なくとも一方の化学組成が、質量%で、Fe、Cr、Ni、Al および Zr から選択される 1 種以上の合計：0.08～1.0%、残部：Ti および不純物であり、第一表層部 2 および第二表層部 3 の少なくとも一方の厚さが、5～100 μm であり、かつ、チタン複合材 1 の全厚さに占める割合が 20% 以下であり、空隙の板厚方向に垂直な断面における体積率が、0% を超えて 30% 以下である、チタン複合材。

明 細 書

発明の名称：チタン複合材および熱間加工用チタン材

技術分野

[0001] 本発明は、チタン複合材および熱間加工用チタン材に関する。

背景技術

[0002] チタン材は、耐食性、耐酸化性、耐疲労性、耐水素脆化性、中性子遮断性などの特性に優れている。これらの特性は、チタンに様々な合金元素を添加することにより達成することができる。

[0003] 工業用チタン冷延板材（例えば、工業用純チタン冷延板材）は、板式熱交換器、ＦＣセパレータなどのように、板材を所定の形状に成形加工して用いられるほか、その用途は拡大している。このため、工業用チタン冷延板材には、成形性に加えて、疲労強度の向上による薄手化、高付加環境（高荷重下）も要求されている。

[0004] 一方、他の金属材料同様に純チタンでも成形性を支配する延性と強度（疲労強度）とは相反する関係にある。

[0005] 特開２００８－１９５９９４号公報（特許文献１）には、純チタン、 α 型チタン合金、 β 型チタン合金または $\alpha + \beta$ 型チタン合金のいずれかからなるチタン製品を処理対象としてプラズマ窒化を行い、処理対象の表面に硬化層を形成するプラズマ窒化処理と、プラズマ窒化処理後の処理対象に対して１種または２種以上の微粒子を衝突させる微粒子衝突処理とを行うことにより硬化層の表面に存在する化合物層を除去することによって、チタン製品の表面改質を行って疲労強度を向上させる方法が開示されている。

[0006] 特開２０１３－７６１１０号公報（特許文献２）には、チタン合金およびチタンからなる基体の表面に微粒子ピーニング処理を行う工程Ａと、温度帯域Ｔ１において第一の熱処理を行う工程Ｂと、温度帯域Ｔ２において第二の熱処理を行う工程Ｃと、温度帯域Ｔ３において第三の熱処理を行う工程Ｄと、を順に備え、 $T1 > T2 > T3$ の関係を満足するとともに、Ｔ１を９００

～1000℃とする、チタン合金およびチタンからなる基体の表面処理方法が開示されている。すなわち、この表面処理方法は、チタン材の表面の近傍領域に、表面側から順に、非晶質層、微細粒層（ α 相、粒径：約300nm）、サブミクロン粒層（ α 相、粒径：約500nm）、ミクロン粒層（ β 相、粒径：約3000nm）を形成することによって、疲労強度を向上させる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-195994号公報

特許文献2：特開2013-76110号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1により開示された方法によれば、硬化層の形成に固溶強化能の高いCおよびNを用いるためにこれらを固溶させると硬くなり疲労強度を向上できるものの、急激な延性低下を招き、成形性が劣る。

[0009] また、本発明者らの検討結果によれば、特許文献2により開示されたこの表面処理方法では成形性を向上することは容易ではない。

[0010] さらに、特許文献1および2により開示された発明は、チタン材に特殊な表面処理を行う必要があり、製造コストの上昇は避けられない。

[0011] 本発明は、耐疲労性を向上させるために添加する合金元素の含有量（目標特性を発現する特定の合金元素の使用量）を低減し、かつ、チタン材の製造コストを抑制することにより、安価に所望の特性を有するチタン材を得ることを目的としている。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、下記のチタン複合材および熱間加工用チタン材を要旨とする。

[0013] （1）第一表層部と、
内層部と、

第二表層部と、を備えるチタン複合材であって、
前記第一表層部および前記第二表層部がチタン合金からなり、
前記内層部が、空隙を有する工業用純チタンからなり、
前記第一表層部および前記第二表層部の少なくとも一方の化学組成が、質量%で、

Fe、Cr、Ni、AlおよびZrから選択される1種以上の合計：0.08～1.0%、

残部：Tiおよび不純物であり、

前記第一表層部および前記第二表層部の前記少なくとも一方の厚さが、5～100 μ mであり、かつ、前記チタン複合材の全厚さに占める割合が20%以下であり、

前記空隙の板厚方向に垂直な断面における体積率が、0%を超えて30%以下である、

チタン複合材。

[0014] (2) 前記第一表層部および前記第二表層部の前記少なくとも一方における α 相の結晶粒径が15 μ m以下である、

上記(1)に記載のチタン複合材。

[0015] (3) 前記工業用純チタンの化学組成が、質量%で、

C：0.1%以下、

H：0.015%以下、

O：0.4%以下、

N：0.07%以下、

Fe：0.5%以下、

残部：Tiおよび不純物である、

上記(1)または(2)に記載のチタン複合材。

[0016] (4) 疲労強度比が0.65以上である、

上記(1)から(3)までのいずれかに記載のチタン複合材。

[0017] (5) 圧延時幅方向の破断伸びが25%以上である、

上記（１）から（４）までのいずれかに記載のチタン複合材。

[0018] （６）筐体と、

前記筐体内に充填された、スポンジチタン、スポンジチタンを圧縮したブリケットおよび工業用純チタンスクラップから選択される１種以上と、を備え、

前記筐体の一部であって、熱間加工後に表層を構成する部分が、チタン合金からなり、

前記チタン合金の化学組成が、質量％で、

Fe、Cr、Ni、AlおよびZrから選択される１種以上の合計：０．０８～１．０％、

残部：Tiおよび不純物である、

熱間加工用チタン材。

発明の効果

[0019] 本発明に係るチタン複合材は、その表層部がチタン合金からなり、その内層部が工業用純チタンからなるものであるから、全体が同一のチタン合金からなるチタン材と比較して、同等の耐疲労性を有するが、安価に製造することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図１]図１は、本発明に係るチタン複合材の構成の一例を示す説明図である。

[図２]図２は、本発明に係るチタン複合材の熱間加工用素材であるチタン材の構造を示す説明図である。

[図３]図３は、平面曲げ疲労試験材を示す説明図である。

[図４]図４は、本明細書で示す方法により作製した場合の組織写真の一例を示す。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討を重ね、最終製品のチタン板の表層部のみを合金化することにより、目標特性を発現する特定の合金元素の使用量を低減し、かつ、チタン材の製造コストを抑制するべく、鋭

意検討を行った結果、チタン合金材からなる筐体中に、比較的安価なスポンジチタンなどの材料を減圧下で充填・封入しておき、このチタン材を熱間加工してチタン複合材とする方法を見出した。

[0022] 本発明は上記の知見に基づいてなされたものである。以下、本発明に係るチタン複合材およびその熱間加工用のチタン材を、図面を参照しながら説明する。なお、以降の説明では、各元素の含有量に関する「%」は特にことわりがない限り「質量%」を意味する。

[0023] 1. チタン複合材

1-1. 全体構成

図1に示すように、本発明に係るチタン複合材1は、第一表層部2と、内層部4と、第二表層部3とを備えるチタン複合材1であって、第一表層部2および第二表層部3がチタン合金からなり、内層部4が、空隙が存在する工業用純チタンからなる。このように、このチタン複合材における耐疲労性は、外部環境に接する表層部（第一表層部2、第二表層部3）によって担保される。そして、第一表層部2および第二表層部3は、工業用純チタンよりも各種性能に優れるチタン合金で構成されている。

[0024] このチタン複合材1全体が同一のチタン合金からなるチタン材と比較して、同等の特性を有するが、安価に製造することができる。

[0025] 1-2. 第一表層部および第二表層部
(厚さ)

第一表層部2および第二表層部3のうち外部環境に接する表層部の厚さが薄過ぎると、耐疲労性が十分に得られない。第一表層部2および第二表層部3の厚さは製造に用いる素材の厚さ、またはその後の加工率によって変化するが、 $5\mu\text{m}$ 以上あれば十分効果を発揮する。そのため、第一表層部2および第二表層部3の少なくとも一方（少なくとも外部環境に接する表層部）の厚さは、 $5\mu\text{m}$ 以上であることが望ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上であることがより望ましい。また、チタン複合材1の全厚さに対する第一表層部2および第二表層部3の厚さは、それぞれ1%以上であることが望ましい。

[0026] 一方、第一表層部2および第二表層部3が厚い場合には耐疲労性には問題はないが、成形性が低下する。また、チタン複合材全体に占めるチタン合金の割合が増すため、コストメリットが小さくなる。このため、第一表層部2および第二表層部3の厚さは、それぞれ100 μ m以下であることが望ましく、50 μ m以下であることがより望ましい。また、チタン複合材1の全厚さに対する第一表層部2および第二表層部3の厚さは、それぞれ20%以下であることが望ましく、10%以下であることがより望ましい。

[0027] (化学成分)

本発明に係るチタン複合材1では、第一表層部2および第二表層部3の少なくとも一方（少なくとも外部環境に接する表層部）の耐疲労性を高めるために、以下に掲げる各種合金元素を含有させる必要がある。

[0028] Fe、Cr、Ni、AlおよびZrから選択される1種以上：0.08～1.0%

疲労破壊の起点は板材の表面であることから、成形性を維持したまま高い耐疲労性を得るためには、 α 相の結晶粒径を15 μ m以下とすることが好ましい。 α 相の結晶粒径は10 μ m以下とするのがより好ましく、5 μ m以下とするのがさらに好ましい。

[0029] α 相の結晶粒径を15 μ m以下とし、高い耐疲労性を得るためには、Fe、Cr、Ni、AlおよびZrの合計含有量を0.08%以上とする。一方、これらの元素の合計含有量が1.0%を超えると伸びまたは成形性などの延性を大きく低下させる場合がある。そのため、Fe、Cr、Ni、AlおよびZrから選択される1種以上の合計含有量を0.08～1.0%とする。

[0030] 上記以外の残部は、Tiおよび不純物である。不純物としては、目標特性を阻害しない範囲で含有することができ、その他の不純物は主にスクラップから混入する不純物元素としてSn、Mo、V、Mn、Nb、Si、Cu、Co、Pd、Ru、Ta、Y、LaおよびCe等があり、一般的な不純物元素であるC、N、OおよびHと併せて、総量で5%以下であれば許容される

。

[0031] (機械特性)

チタン複合材 1 は、優れた成形性を維持したまま高い疲労強度を兼ね備え、疲労強度比（10⁷回疲労強度／引張強度）が0.65以上である。疲労強度比が高いほど疲労特性に優れる材料であり、チタン材は一般的にこの数値が0.5～0.6であることから、0.65以上であれば一般的なチタン材と比較して疲労特性が優れているといえ、0.70以上であればさらに優れているといえる。

[0032] 加えて、チタン複合材 1 は、圧延方向に垂直方向の破断伸びが25%以上である。成形加工では伸びが大きく影響し、伸びが大きいほど優れた成形性を示す。

[0033] 1-3. 内層部

(化学成分)

チタン複合材 1 の内層部 4 の純チタンの成分は、後述するように、製造する際に使用するスポンジチタンの成分に依存する。本発明に係るチタン複合材 1 では、JISに規定される純チタンのうち、JIS 1種、JIS 2種、JIS 3種またはJIS 4種の工業用純チタンを用いることができる。すなわち、0.1%以下のC、0.015%以下のH、0.4%以下のO、0.07%以下のN、0.5%以下のFeを含有し、残部がTiである工業用純チタンである。

[0034] これらJIS 1～4種の工業用純チタンを使用すれば、十分な加工性を有しており、割れなどが発生せず、熱間加工後に表面のチタン合金と一体化したチタン材が得られる。ただし、チタンは活性な金属であるため、スポンジチタンの平均粒径が0.1mm以下の微粉になると質量当たりの表面積が大きくなり、実操業下においてOのキャッチアップ（濃化）が不可避となることに留意が必要である。

[0035] チタン複合材の内層部のO含有率は所望の機械的特性に応じて調整することが可能であり、高い強度を必要とする場合には最大0.4%まで含有して

もよい。O含有量が0.4%を超えると、割れなどが発生し、熱間加工後に表面のチタン合金と一体化したチタン材が得られなくなるおそれがある。一方、強度よりも延性が要求される場合には、O含有量をより低くすることが好ましく、0.1%以下であるのが好ましく、0.05%以下であるのがより好ましい。

[0036] (空隙率)

本発明に係るチタン複合材1は、後述するチタン材5を素材として、熱間加工および冷間加工により製造される。この際、チタン材5中の純チタン部分に形成される空隙は、熱間加工および冷間加工にともない圧着されていくが、完全には除去されず一部は内層部4中に残存する。この内層部4中の空隙が多すぎると、バルク金属としての機械的特性（強度および延性）が低下するため、空隙は少ないほど望ましい。

[0037] ただし、空隙を完全に圧着させるためには大圧下が必要となり、製造されるチタン複合材1の形状（厚さ）が制限され、さらには、製造コスト高騰の要因となりうる。一方、チタン複合材1としての構造を維持するのに十分な機械的特性（強度および延性など）を有する程度に空隙が含有される場合には、内部チタンの密度が低くなるため、製造されるチタン複合材1の軽量化が期待できる。

[0038] この際、内層部4中の空隙率が30%以下であれば、内層部4と第一表層部2および第二表層部3とが一体化したチタン複合材1として製造される。チタン複合材1を効率的に製造するためには、一定量を超えて熱間および冷間加工することが望ましく、この際の空隙率は10%以下となる。

[0039] 以上のように、バルク金属としての機械的特性が重要な場合には空隙率を低くし、素材の軽量化を優先する場合には空隙率を高くするなど、用途に応じて、空隙率を選択することが可能である。この際の内層部4中の空隙率は0%超30%以下であることが望ましく、より望ましくは、0%超10%以下である。

[0040] (空隙率の算出方法)

チタン複合材 1 の内層部 4 中に残存する空隙の割合（空隙率）は、次のように算出される。チタン材の断面が観察できるように樹脂に埋め込んだ後、ダイヤモンドまたはアルミナ研濁液を用いて観察面をバフ研磨して鏡面化仕上げする。この鏡面化仕上げした観察用試料を用いて、倍率 500 倍で板厚中心部の光学顕微鏡写真を撮影する。撮影した光学顕微鏡写真にて観察される空隙の面積割合を測定し、20 枚の測定結果を平均して、空隙率として算出する。観察に用いる顕微鏡は、通常の光学顕微鏡でも問題ないが、偏光観察が可能な微分干渉顕微鏡を用いることでより明瞭に観察できるため、使用することが望ましい。

[0041] 2. チタン複合材の熱間加工用素材

図 2 は、チタン複合材 1 の熱間加工用素材である熱間加工用チタン材 5 の構造を示す説明図である。第一表層部 2 および第二表層部 3 がチタン合金からなるとともに、内層部 4 が純チタンからなるチタン複合材 1 は、例えば、図 2 に示すような、各種の特性を有するチタン合金材で全周を密封して筐体 6 とし、筐体 6 の内部にチタン塊 7 を充填し、筐体 6 の内部を減圧してチタン材 5 とし、このチタン材 5 を熱間加工用素材として熱間加工することにより、製造される。以下で、素材の各構成の詳細を説明する。

[0042] 2-1. チタン塊

（化学成分）

本発明に係る熱間加工用チタン材 5 に充填するチタン塊 7 は、従来のクロール法等の製錬工程で製造された通常のチタン塊であり、その成分は、JIS 1 種、JIS 2 種、JIS 3 種または JIS 4 種に相当する工業用純チタンを用いることができる。

[0043] （形状）

チタン塊 7 は、スポンジチタン、スポンジチタンを圧縮したブリケットおよび工業用純チタンスクラップから選択される 1 種以上を含むものである。チタン塊 7 の大きさは、平均粒径で 30 mm 以下が好ましい。平均粒径が 30 mm より大きいと、搬送する際に取り扱いにくい、チタン材に入れにくい

などハンドリング時に問題があり、その結果、作業効率が悪くなる。また、筐体 6 中に充填した際の充填率が低くなる可能性があり、熱間加工により製造されるチタン複合材 1 の密度が低くなって、延性などの特性低下を招く要因となり得る。

[0044] 一方、チタン塊 7 の大きさが小さすぎると、筐体 6 中に充填する際に粉塵が問題となって作業に支障をきたすおそれがあるだけでなく、質量当たりの表面積が大きくなり、ハンドリング中に O の濃化が生じるおそれがある。このため、チタン塊 7 の平均粒径は 0.1 mm 以上であることが好ましく、1 mm 以上であることがより好ましい。

[0045] なお、平均粒径が 0.1 mm 以下の非常に細かい粉末として、MM (Mechanical Milling) 処理を施した純チタン粉末を用いることが考えられる。MM 処理とは、粉末および硬質ボールをポット内に入れて封入し、ポットミルを振動させることによって、粉末を微細化する処理である。MM 処理後の微粉末の表面は活性な状態となっているため、ポット内から純チタン粉末を回収する際に大気中の O および N を吸収しないよう、不活性ガス化で取り扱う必要がある。

[0046] また、O および N の濃度の低い純チタンを MM 処理すると、高延性であるため粉末同士が圧着したり、硬質ボールまたはポット表面に純チタンが圧着したりする。そのため、MM 処理して得られる純チタン粉末の歩留が悪いという問題が生じる。このような理由により、MM 処理による純チタン粉末の作製は多大な労力と費用とを必要とし、大量生産には不向きである。

[0047] チタン微粉末をスポンジチタンから水素化脱水素法で製造する方法もある。しかし、質量あたりの表面積が増加し、表面酸化により O 濃度が上昇しやすくなるため、材質の制御が難しくなる。したがって、スポンジチタンをそのまま使用する本発明の方が、品質・コストの面で優れている。

[0048] なお、スポンジチタンをプレス成形によりブリケットとして使用する場合には、スポンジチタンの一部または全てを、スクラップ（純チタンスクラップ）またはチタン粉末で代替してもよい。

[0049] 2-2. 筐体

(化学成分)

最終製品であるチタン複合材 1 の第一表層部 2 および第二表層部 3 のチタン合金をなすように、上述した合金成分のチタン合金を用いる。

[0050] (形状)

筐体 6 として用いるチタン合金材の形状は、熱間加工用素材として用いられるチタン材 5 の形状に依存するため、特に定形はなく、板材または管材などを用いることができる。ただし、熱間加工、冷間加工および焼鈍などの製造工程を経て製造されるチタン複合材 1 に、表層の合金化による高機能化および優れた表面性状を具備させるためには、筐体 6 に用いるチタン合金材の厚さが重要となる。

[0051] 厚さが 1 mm 未満と薄い場合、塑性変形に伴い熱間加工の途中で筐体 6 が破断して真空が破れて、内部のチタン塊 7 の酸化を招く。また、チタン材 5 の内部に充填されたチタン塊 7 の起伏がチタン材 5 の表面に転写されて、熱間加工中にチタン材 5 の表面で大きな表面起伏を生じる。これらの結果、製造されるチタン複合材 1 の表面性状および延性などの機械的特性、さらには耐疲労性に悪影響を及ぼす。

[0052] また、仮に、熱間加工および冷間加工中に表面欠陥が発生しない場合においても、製造されるチタン複合材 1 中でチタン合金部分の厚みが局所的に薄くなって十分な耐疲労性を発揮できない可能性がある。また、筐体 6 が過度に薄くなると内部に充填したチタン塊 7 の重量を支え切れないため、室温または熱間での保持中または加工中にチタン材 5 の剛性が不足して変形してしまう。

[0053] 筐体 6 に用いるチタン合金材の厚さが 1 mm 以上であれば、これら問題が発生することなく熱間加工を行うことができ、優れた表面性状と耐疲労性を具備したチタン複合材 1 を製造できる。なお、チタン合金材の厚さを 2 mm 以上とするとより好ましい。

[0054] 一方、チタン合金材の厚さが厚くなり過ぎると、製造される熱間加工用チ

タン材 5 に占める筐体 6 の割合が増大し、相対的に、チタン材 5 に占めるチタン塊 7 の割合が低下するため、歩留りが低下してコスト高になる。

[0055] 2-3. 熱間加工用チタン材

次に、前記のチタン塊 7 と筐体 6 とを用いて製造される、チタン材 5 について説明する。

[0056] (形状)

チタン材 5 の形状は、特定の形状に限られるものではないが、製造されるチタン複合材 1 の形状によって決められる。板材の製造を目的とする場合は直方体形状のチタン材 5 が製造され、丸棒、線材または押出材の製造を目的とする場合には円柱形または八角柱等多角柱形状のチタン材 5 が製造される。チタン材 5 の大きさは、製品の大きさ（厚さ、幅、長さ）および製造量（重量）により決められる。

[0057] (内部)

筐体 6 で全周を密封して囲まれたチタン材 5 の内部には、チタン塊 7 が充填される。チタン塊 7 は塊状の粒であるため、粒と粒との間には空間（隙間）がある。チタン塊 7 のハンドリング性向上およびこれら隙間を少なくするために、予めチタン塊 7 を圧縮成形してからチタン材 5 に入れてもよい。チタン材 5 内の隙間に空気が残存していると、熱間加工前の加熱時にチタン塊 7 が酸化・窒化してしまい、製造されるチタン複合材 1 の延性が低下する。このため、チタン材 5 内を減圧して高真空度とする。

[0058] (真空度)

熱間加工時のチタン塊 7 の酸化・窒化を防止するためには、チタン材 5 の内部の真空度を 1.0 Pa 以下、好ましくは 1 Pa 以下にする。チタン材 5 の内部圧力（絶対圧）が 1.0 Pa より大きいと、残留している空気によりチタン塊 7 が酸化または窒化してしまう。下限は特に定めるものではないものの、真空度を極端に小さくするには、装置の気密性向上および真空排気装置の増強など製造コストの上昇に繋がるため、 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 未満にする必要はない。

[0059] (溶接)

筐体 6 を溶接する方法としては、TIG 溶接もしくは MIG 溶接等のアーク溶接、電子ビーム溶接またはレーザー溶接等を用いることができ、特に限定されない。ただし、チタン塊 7 および筐体 6 の面が酸化または窒化されないように、溶接雰囲気は、真空雰囲気または不活性ガス雰囲気とする。筐体 6 のつなぎ目を最後に溶接する場合は、チタン材 5 を真空雰囲気の容器（チャンバー）に入れて溶接を行い、チタン材 5 の内部を真空に保つのが好ましい。

[0060] 3. チタン複合材の製造方法

次に、上記本発明のチタン材 5 を熱間加工用素材として熱間加工を行うチタン複合材 1 の製造方法について説明する。

[0061] チタン複合材（製品）1 は、チタン材 5 を熱間加工用素材として、熱間加工を施して形成される。熱間加工の方法は、製品の形状によって選択することができる。

[0062] 板材を製造する場合は、直方体形状（スラブ）のチタン材 5 を加熱して、熱間圧延を行いチタン板とする。必要に応じて、従来工程と同様に、熱間圧延後に表面の酸化層を酸洗などで除去した後、冷間圧延を行い、さらに薄く加工してもよい。

[0063] 丸棒または線材を製造する場合は、円柱または多角形状（ビレット）のチタン材 5 を加熱して、熱間圧延または熱間押出を行い、チタン丸棒または線材とする。また、必要に応じて、従来工程と同様に、熱間加工後に酸化層を酸洗などで除去した後、冷間圧延を行い、さらに細く加工してもよい。

[0064] さらに、押出型材を製造する場合は、円柱または多角形状（ビレット）のチタン材 5 を加熱して、熱間押出を行い、種々の断面形状のチタン型材とする。

[0065] 熱間加工前の加熱温度としては、通常のチタンスラブまたはビレットを熱間加工する場合と同様の加熱温度とすればよい。チタン材 5 の大きさまたは熱間加工の度合い（加工率）によって異なるが、600℃以上1200℃以

下とすることが好ましい。加熱温度が低過ぎるとチタン材 5 の高温強度が高くなり過ぎるため、熱間加工中に割れの原因となり、また、チタン塊 7 および筐体（チタン合金部） 6 の接合が不十分となる。一方、加熱温度が高過ぎると得られたチタン複合材 1 の組織が粗くなるため、十分な材料特性が得られず、また、酸化により表面の筐体（チタン合金部） 6 が減肉されてしまう。加熱温度を 600～1200℃とすればこのような問題が発生することなく熱間加工を行うことができる。

[0066] 熱間加工の際の加工の度合い、すなわち加工率は、チタン複合材 1 の内部の空隙率を制御するために選択することができる。ここでいう加工率は、チタン材 5 の断面積と熱間加工後のチタン複合材 1 の断面積の差を、チタン材 5 の断面積で除した割合（百分率）である。

[0067] 加工率が低い場合には、チタン材 5 の内部のチタン塊 7 間の隙間が十分に圧着されないため、熱間加工後に空隙として残存する。このような空隙を多く含むチタン複合材 1 は、含有する空隙の分だけ、軽量となる。ただし、内部に存在する空隙が多いため、機械的特性が十分に発揮されない。一方、加工率が増大するとともに、空隙率は低下して機械的特性が向上する。このため、製造されるチタン複合材 1 の機械的特性が重要視される場合には、加工率は高い方が好ましい。

[0068] 具体的には、加工率が 90%以上では、チタン材 5 の内部のチタン塊 7 の粒界の隙間を十分に圧着することができ、チタン複合材 1 の空隙を少なくすることができる。加工率は高いほど、チタン複合材 1 の空隙を確実に消滅させるために好ましいものの、チタン材 5 の断面積を大きくしなければならず、また、熱間加工を繰り返して何回も行わなければならない。その結果、長い製造時間を要するなどの問題が生じるため、加工率は 99.9%以下にすることが好ましい。

[0069] 以下、実施例によって本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

実施例

[0070] 図1および2に示すように、チタン合金板の筐体6の内部にチタン塊7を充填してチタン材5とし、このチタン材5を圧延する方法を行い、試験片作製を行った。

[0071] なお、チタン材5の全体の厚みを125mm、筐体6のFe、Cr、Ni、Al、Zrの合計含有量が0.03~1.12%、内部のチタン塊7の化学成分は、O:0.043~0.301%、Fe:0.028~0.088%の範囲で、C:0.01%以下、H:0.003以下、N:0.006%以下である。一部、熱間圧延率の影響を比較するために、全体の厚みが25mm、50mmのチタン材5も作製した。

[0072] 具体的には、外周に、Fe、Cr、Ni、Al、Zr濃度および厚さを調整したチタン合金板を使用して筐体6を作製し、この筐体6の内部にスポンジチタンを圧縮成形した圧縮体（ブリケット）を充填し、その後、チタン材5の蓋を溶接した。

[0073] 一部、ブリケットを形成せずスポンジチタンのままで充填したチタン材5、スポンジチタンと組成が同等の純チタン板を約25mm角にカットしたスクラップを10%または30%混合したブリケットを作製して充填したチタン材5を作製した。

[0074] 溶接方法は、熱間加工時のチタン塊7の酸化・窒化を防止するためには、チタン材5の内部の真空度が10Pa以下となる真空雰囲気中で、電子ビーム溶接した。

[0075] その後、厚さ5mmまで熱間圧延した後、脱スケール（ショットブラストと酸洗）、冷間圧延および焼鈍を施して、チタン複合材1とした。なお、元素濃化領域（チタン合金）をなす第一表層部2および第二表層部3の厚みは、外側のチタン合金板6の厚みと脱スケール時の表面除去量とによって、調整した。

[0076] チタン複合材1である各試験材について、各位置での α 相結晶粒径、引張強度、伸び、疲労強度、成形性を以下に示す条件で評価した。

[0077] (α 相結晶粒径)

第一表層部2および第二表層部3の厚みはE P M Aで測定した。光学顕微鏡により撮影した組織写真において、J I S G 0551 (2005) に準拠した切断法により、内層部および表層部において、板厚1~10%の位置の α 相の平均結晶粒径を算出した。

[0078] (引張強度、伸び)

平行部6.25×32mm、標点間25mm、チャック部10mm幅、全長80mmの引張試験材(J I S 13-B引張試験材の半分のサイズ)を作製し、0.2%耐力測定までは標点間0.5%/minで、耐力以降は30%/minの引張速度で引張試験を行った。ここでは、圧延方向に垂直方向の引張強度、全伸びを評価した。

[0079] (疲労強度)

図3に示す平面曲げ疲労試験材と、東京衡機製平面曲げ試験機を用いて、応力比 $R = -1$ 、周波数25Hzの条件で疲労試験を行った。ここでは各応力振幅における破断までの繰返し数を求めて応力疲労曲線を作成し、 10^7 回繰返し曲げを行っても破断しない疲労限度(疲労強度)を評価した。

[0080] (成形性)

東京試験機製、型番S A S - 350Dの深絞り試験機にて $\phi 40$ mmの球頭ポンチを用いて、90mm×90mm×0.5mmの形状に加工したチタン板に対して球頭張出し試験を行った。張出し試験は、日本工作油(株)製高粘性油(#660)を塗布し、この上にポリシートを乗せ、ポンチとチタン板が直接触れないようにし、試験材が破断した時の張出し高さを比較することで評価した。

[0081] 球頭張出し試験での張出し高さは、酸素濃度の影響を強く受けることから、J I S 1種では21.0mm以上、J I S 2種では19.0mm以上、J I S 3種では13.0mm以上を成形性が良好(表中の○印)と判定した。これ未満の場合には不芳(表中の×印)とした。

[0082] (金属組織)

図4に、上記の方法で作製した場合の組織写真の一例を示す。図4(a)

は試験Ｎｏ．１（比較例、一般的なチタン材料）の組織写真であり、図４（ｂ）は試験Ｎｏ．９（本発明例）の組織写真であり、図４（ｃ）は試験Ｎｏ．１６（本発明例）の組織写真であり、図４（ｄ）は試験Ｎｏ．２２（本発明例）の組織写真である。

[0083] なお、図４（ｂ）～図４（ｄ）は、本発明例であり、第一表層部２および第二表層部３の厚さが異なっている。

[0084] 試験結果を表１および２にまとめて示す。表１はチタン塊７としてＪＩＳ１種に相当する工業用純チタンを用いた場合であり、表２はチタン塊７としてＪＩＳ２，３種に相当する工業用純チタンを用いた場合である。また、表１および２における「筐体内部に使用した素材形態の水準」の欄の記号Ｎ１～Ｎ４は、以下の種類と比率を示す。

Ｎ１：スポンジチタンを１００％使用したブリケット

Ｎ２：スポンジチタンままを１００％

Ｎ３：スポンジチタン９０％と組成が同等のスクラップ１０％を混合したブリケット

Ｎ４：スポンジチタン７０％と組成が同等のスクラップ３０％を混合したブリケット

[0085]

～6、20、25、31および32は本発明で規定する条件を満足しない比較例である。

[0087] 試験N o. 1～3は、J I S 1種相当のチタン合金板であり、本発明例の成形性および疲労強度を評価する際の基準となる成形性および疲労強度を有する。試験N o. 1～3の疲労強度比はそれぞれ0.63、0.63および0.55であり、一般的な値である。

[0088] 試験N o. 7～19、21～24、26～30および33～40は、伸び：30～46%、引張強さ：295～341MPa、疲労強度：197～251MPa、疲労強度比：0.67～0.78、張出し高さ：21.0～21.7mmの機械特性を得られており、成形性と疲労強度との双方に優れることがわかる。

[0089] これに対し、試験N o. 4は、第一表層部2および第二表層部3のFe含有量が本発明の範囲を下回るため、疲労強度比が0.63と不芳である。

[0090] 試験N o. 5および6は、第一表層部2および第二表層部3のFe含有量が本発明の範囲を上回るため、伸びがそれぞれ20%および18%と不芳である。

[0091] 試験N o. 20は、第一表層部2および第二表層部3の厚さが、3μm、厚さ／全板厚×100が0.5%と本発明の範囲を下回るため、疲労強度比が0.63と不芳である。

[0092] 試験N o. 25は、第一表層部2および第二表層部3の厚さが、128μm、厚さ／全板厚×100が25.6%と本発明の範囲を上回るため、製造コストが高い。

[0093] 試験N o. 31は、第一表層部2および第二表層部3のAl含有量が本発明の範囲を下回るため、疲労強度比が0.62と不芳である。

[0094] さらに、試験N o. 32は、第一表層部2および第二表層部3のAl含有量が本発明の範囲を上回るため、伸びが22%と不芳である。

[0095]

[表2]

試験 No.	試験 No.	熱間加工用チタン材				熱延以降の条件				チタン-複合材									
		チタン塊の化学組成 (質量%)		合金成分		熱間 圧延率 (%)	冷延後 の最終 板厚 (mm)	温度 (°C)	時間 (min)	内部		表層部		平均結晶 粒径 (μm)		機械的特性			
		チタン塊の化学組成 (質量%)	成分	質量%	酸素濃度 質量%					平均結晶 粒径 (μm)	空疎率 (%)	表層厚 (μm)	表層部 の比率 (%)	平均結晶 粒径 (μm)	伸び (%)	引張 強度 (MPa)	疲労 強度 (MPa)	疲労 強度比	張出し 高さ (mm)
41	(溶製鋳塊)	0.082	0.056	-	-	96	1.0	660	240	39	0	-	-	-	31	358	207	0.58	19.2
42	(溶製鋳塊)	0.082	0.056	-	-	96	1.0	700	240	65	0	-	-	-	33	339	189	0.59	20.1
43	N1	0.082	0.058	Fe	0.04 *	96	1.0	660	240	38	0.02	-	-	43	32	358	204	0.57	19.2
44	N1	0.082	0.058	Fe	1.04 *	96	1.0	660	240	39	0.02	42	4.2	2	20	370	270	0.73	17.5
45	N1	0.082	0.058	Fe	1.12 *	96	1.0	660	240	7	0.02	41	4.1	1	16	472	293	0.62	16.5
46	N1	0.082	0.058	Fe	0.10	96	1.0	630	240	20	0.02	42	4.2	10	26	398	275	0.69	19.2
47	N1	0.082	0.058	Fe	0.10	96	1.0	660	240	40	0.02	40	4.0	8	27	371	280	0.75	19.8
48	N1	0.082	0.058	Fe	0.10	96	1.0	700	240	66	0.02	12	1.2	11	33	341	255	0.75	20.6
49	N1	0.082	0.058	Fe	0.10	96	1.0	700	240	66	0.02	40	4.0	12	31	365	272	0.75	20.2
50	N1	0.082	0.058	Fe	0.45	96	1.0	700	240	65	0.02	43	4.3	6	30	364	280	0.77	20.1
51	N1	0.082	0.058	Fe	0.10	96	1.0	700	240	66	0.02	80	8.0	11	25	378	284	0.75	19.3
52	N1	0.082	0.058	Fe	0.10	96	1.0	700	240	66	0.02	160	16.0	11	20	389	284	0.73	17.3
53	N1	0.082	0.058	Al	0.20	96	1.0	700	240	66	0.02	40	4.0	11	26	365	279	0.76	20.0
54	N1	0.082	0.058	Fe0.03,Al0.1,Cr0.03,Zr0.07/合計0.23	0.091	96	1.0	700	240	65	0.02	42	4.2	9	31	362	275	0.76	20.3
55	(溶製鋳塊)	0.180	0.050	-	-	96	1.0	660	240	39	0	-	-	-	29	540	321	0.59	13.6
56	(溶製鋳塊)	0.280	0.049	-	-	96	1.0	660	240	38	0	-	-	-	26	602	348	0.58	13.1
57	N1	0.180	0.048	Fe	0.03 *	96	1.0	660	240	38	0.02	-	-	49	28	535	318	0.59	13.6
58	N1	0.180	0.048	Fe	1.04 *	96	1.0	660	240	39	0.02	33	3.3	3	19	553	373	0.67	11.5
59	N1	0.180	0.048	Fe	0.11	96	1.0	660	240	41	0.02	10	1.0	9	27	546	379	0.69	13.5
60	N1	0.180	0.048	Fe	0.11	96	1.0	660	240	41	0.02	39	3.9	8	28	552	402	0.73	13.5
61	N1	0.180	0.048	Fe	0.11	96	1.0	660	240	41	0.02	79	7.9	9	25	563	415	0.74	13.2
62	N1	0.180	0.048	Fe	0.42	96	1.0	660	240	41	0.02	35	3.5	6	26	555	417	0.75	13.3
63	N1	0.280	0.049	Fe	0.279	96	1.0	660	240	40	0.02	45	4.5	5	25	606	421	0.69	13.1
64	N1	0.180	0.048	Al	0.20	96	1.0	660	240	41	0.02	48	4.8	9	26	556	407	0.73	13.1
65	N1	0.180	0.048	Fe0.04,Al0.1,Cr0.04,Zr0.07/合計0.24	0.180	96	1.0	660	240	41	0.02	39	3.9	6	26	606	407	0.67	13.1
66	N1	0.301	0.052	Fe	0.24	96	1.0	660	240	40	0.02	45	4.5	6	25	614	400	0.65	10.0

* 本発明の規定から外れることを意味する。

- [0096] 表2における試験N o. 46～51、53、54および59～66は本発明で規定する条件を全て満足する本発明例であり、試験N o. 41～45、52および55～58は本発明で規定する条件を満足しない比較例である。
- [0097] 試験N o. 41および42は、JIS2種相当のチタン合金板であり、試験N o. 55および56は、JIS3種相当のチタン合金板である。試験N o. 41、42、55および56は、いずれも、本発明例の成形性および疲労強度を評価する際の基準となる成形性および疲労強度を有する。試験N o. 41および42の疲労強度比はそれぞれ0.58および0.59であり、試験N o. 55および56の疲労強度比はそれぞれ0.59および0.58である。いずれも、一般的な値である。
- [0098] 試験N o. 47～51、53、54および59～65は、伸び：25～33%、引張強さ：341～614MPa、疲労強度：255～421MPa、疲労強度比：0.65～0.77、張出し高さ：10.0～20.6mmの機械特性を得られており、成形性と疲労強度との双方に優れることがわかる。
- [0099] これに対し、試験N o. 43は、第一表層部2および第二表層部3のFe含有量が本発明の範囲を下回るため、疲労強度比が0.57と不芳である。
- [0100] 試験N o. 44および45は、第一表層部2および第二表層部3のFe含有量が本発明の範囲を上回るため、伸びがそれぞれ20%および16%と不芳である。
- [0101] 試験N o. 52は、第一表層部2および第二表層部3の厚さが、160 μ mと本発明の範囲を上回るため、製造コストが高い。
- [0102] 試験N o. 57は、第一表層部2および第二表層部3のFe含有量が本発明の範囲を下回るため、疲労強度比が0.59と不芳である。
- [0103] 試験N o. 58は、第一表層部2および第二表層部3のFe含有量が本発明の範囲を上回るため、伸びが19%と不芳である。

符号の説明

- [0104] 1. チタン複合材

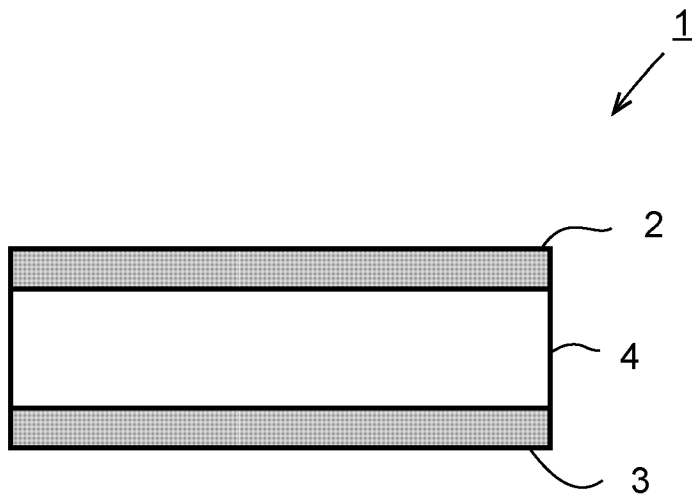
2. 第一表層部
3. 第二表層部
4. 内層部
5. 熱間加工用チタン材
6. 筐体
7. チタン塊

請求の範囲

- [請求項1] 第一表層部と、
内層部と、
第二表層部と、を備えるチタン複合材であって、
前記第一表層部および前記第二表層部がチタン合金からなり、
前記内層部が、空隙を有する工業用純チタンからなり、
前記第一表層部および前記第二表層部の少なくとも一方の化学組成が、質量%で、
Fe、Cr、Ni、AlおよびZrから選択される1種以上の合計
：0.08～1.0%、
残部：Tiおよび不純物であり、
前記第一表層部および前記第二表層部の前記少なくとも一方の厚さが、5～100 μm であり、かつ、前記チタン複合材の全厚さに占める割合が20%以下であり、
前記空隙の板厚方向に垂直な断面における体積率が、0%を超えて30%以下である、
チタン複合材。
- [請求項2] 前記第一表層部および前記第二表層部の前記少なくとも一方における α 相の結晶粒径が15 μm 以下である、
請求項1に記載のチタン複合材。
- [請求項3] 前記工業用純チタンの化学組成が、質量%で、
C：0.1%以下、
H：0.015%以下、
O：0.4%以下、
N：0.07%以下、
Fe：0.5%以下、
残部：Tiおよび不純物である、
請求項1または請求項2に記載のチタン複合材。

- [請求項4] 疲労強度比が0.65以上である、
請求項1から請求項3までのいずれかに記載のチタン複合材。
- [請求項5] 圧延時幅方向の破断伸びが25%以上である、
請求項1から請求項4までのいずれかに記載のチタン複合材。
- [請求項6] 筐体と、
前記筐体内に充填された、スポンジチタン、スポンジチタンを圧縮したブリケットおよび工業用純チタンスクラップから選択される1種以上と、を備え、
前記筐体の一部であって、熱間加工後に表層を構成する部分が、チタン合金からなり、
前記チタン合金の化学組成が、質量%で、
Fe、Cr、Ni、AlおよびZrから選択される1種以上の合計：0.08～1.0%、
残部：Tiおよび不純物である、
熱間加工用チタン材。

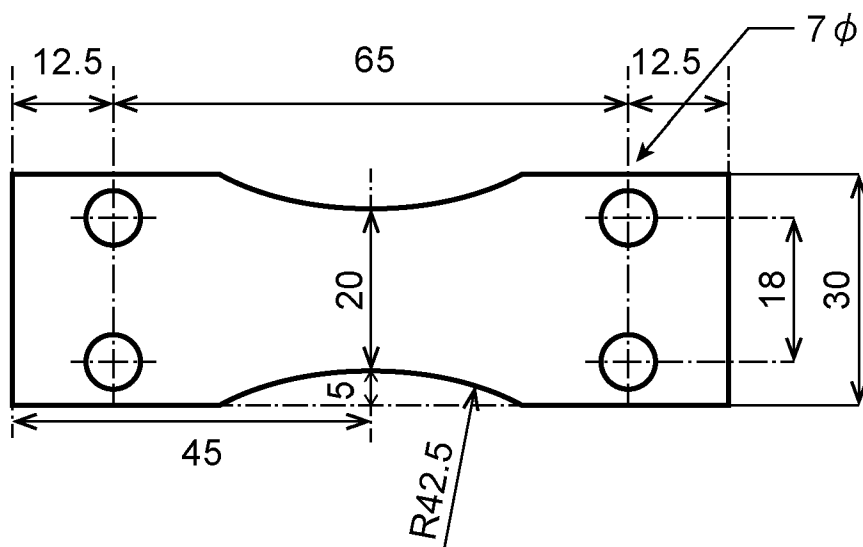
[図1]



[図2]

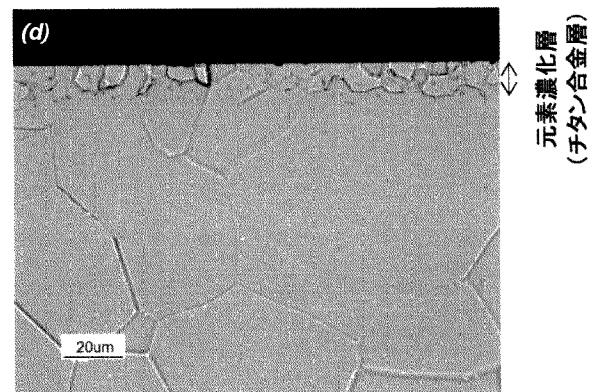
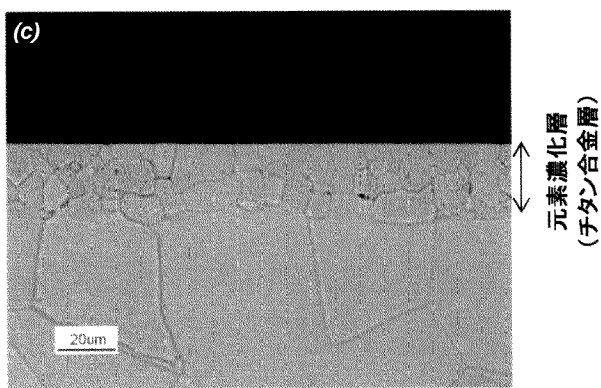
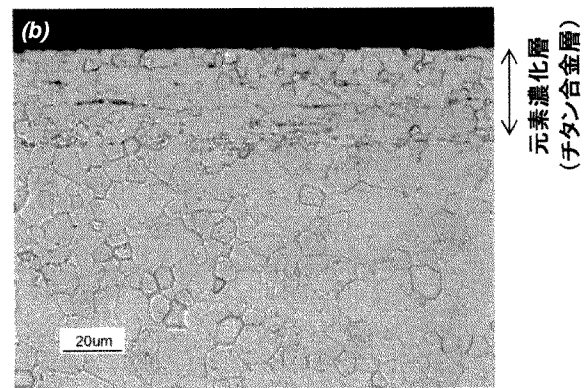
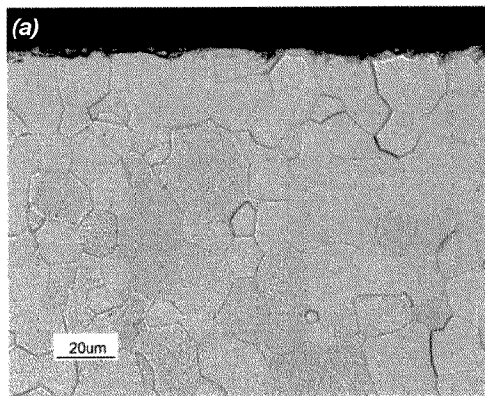


[図3]



平面曲げ疲労試験片

[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B1/02(2006.01)i, B21B3/00(2006.01)i, C22C14/00(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)i, C22F1/18(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)

B21B1/02, B21B3/00, C22C14/00, C22F1/00, C22F1/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
$\frac{Y}{A}$	US 5972521 A (MCDONNELL DOUGLAS CORP.), 26 October 1999 (26.10.1999), Detailed Description of the Preferred Embodiments; fig. 1, 2 (Family: none)	$\frac{6}{1-5}$
$\frac{Y}{A}$	WO 2014/163087 A1 (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corp.), 09 October 2014 (09.10.2014), paragraphs [0013] to [0057] & JP 2016-128171 A	$\frac{6}{1-5}$
A	WO 2014/163086 A1 (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corp.), 09 October 2014 (09.10.2014), paragraphs [0020] to [0057] & JP 2016-128172 A	1-6

☐ 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
21 October 2016 (21.10.16)

Date of mailing of the international search report
01 November 2016 (01.11.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21B1/02 (2006.01)i, B21B3/00 (2006.01)i, C22C14/00 (2006.01)i, C22F1/00 (2006.01)i, C22F1/18 (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. B21B1/02, B21B3/00, C22C14/00, C22F1/00, C22F1/18

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
<u>Y</u> A	US 5972521 A (MCDONNELL DOUGLAS CORPORATION) 1999.10.26, DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS, Fig.1,2 (フ ァミリーなし)	<u>6</u> 1-5
<u>Y</u> A	WO 2014/163087 A1 (新日鐵住金株式会社) 2014.10.09, 段落 [0013]-[0057] & JP 2016-128171 A	<u>6</u> 1-5
A	WO 2014/163086 A1 (新日鐵住金株式会社) 2014.10.09, 段落 [0020]-[0057] & JP 2016-128172 A	1-6

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

21.10.2016

国際調査報告の発送日

01.11.2016

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)

川崎 良平

4 E

4 6 6 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3425