



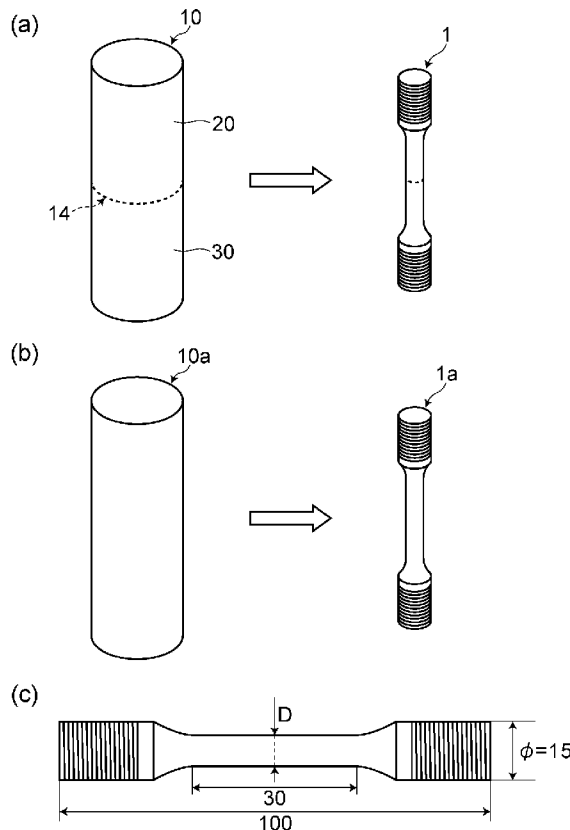
- (51) 国際特許分類:
B23K 20/00 (2006.01) B32B 15/01 (2006.01)
B22D 17/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/067996
- (22) 国際出願日: 2007年9月14日 (14.09.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1630811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo (JP). 株式会社MOLE'S ACT (MOLE'S ACT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3920013 長野県諏訪市沖田町二丁目122番地 Nagano (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 北澤 敏明 (KITAZAWA, Toshiaki) [JP/JP]; 〒3920013 長野県諏訪市沖田町二丁目122番地 株式会社MOLE'S ACT内 Nagano (JP). 藤森 ▲隆▼幸 (FUJIMORI, Takayuki) [JP/JP]; 〒3920013 長野県諏訪市沖田町二丁目122番地 株式会社MOLE'S ACT内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 松尾 誠剛, 外 (MATSUO, Nobutaka et al.); 〒3990214 長野県諏訪郡富士見町落合9862番地 60 松尾江森国際特許事務所 長野ランチ Nagano (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH,

[続葉有]

(54) Title: JOINED MATERIAL, STEEL PRODUCT AND DIECAST PRODUCT

(54) 発明の名称: 接合体、鉄鋼製品及びダイカスト製品

[図5]



(57) Abstract: The joined material is joined material (10) comprising, joined together, two steel members (20,30), characterized in that when a tensile test is carried out with respect to test piece (1) containing junction plane (14) of the joined material prepared from the joined material (10) and with respect to comparative test pieces (1a) prepared from steel members (10a) of the types identical with those of the two steel members (20,30), the value of tensile strength obtained from the test piece (1) is the same as those obtained from the comparative test pieces (1a). Accordingly, this joined material (10) is one which can provide a steel product excelling in durability as compared with those produced from conventional joined materials.

(57) 要約: 本発明の接合体は、2つの鉄鋼部材20、30が互いに接合された接合体10であって、接合体10は、接合体10から接合体の接合面14を含む試験片1を作成するとともに、2つの鉄鋼部材20、30と同じ種類の鉄鋼部材10aから比較試験片1aを作成し、試験片1及び比較試験片1aを用いて引張試験を行ったとき、試験片1から得られる引張強度と比較試験片1aから得られる引張

強度とが同一の値を示すことを特徴とする。このため、本発明の接合体10によれば、鉄鋼製品を製造した場合に、従来

[続葉有]



BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

接合体、鉄鋼製品及びダイカスト製品

技術分野

[0001] 本発明は、接合体、鉄鋼製品及びダイカスト製品に関する。

背景技術

[0002] 図10は、従来の鉄鋼部材の接合方法を説明するために示すフローチャートである。図11は、従来の鉄鋼部材の接合方法を説明するために示す図である。

[0003] 従来の鉄鋼部材の接合方法は、図10及び図11に示すように、2つの鉄鋼部材を準備する鉄鋼部材準備工程S910と、2つの鉄鋼部材における接合予定面を突き合わせた状態で、2つの鉄鋼部材を所定の圧力条件で押圧しながら2つの鉄鋼部材を接合可能な第1温度に加熱することにより、2つの鉄鋼部材を互いに接合して接合体を形成する接合体形成工程S920と、接合体を所定の温度条件の下で熱処理することにより接合体における接合力を強化する接合力強化工程S930を含む(例えば、特許文献1参照)。

[0004] このため、従来の鉄鋼部材の接合方法によれば、溶接補助材を全く使用せずに2つの鉄鋼部材を接合することが可能となる。また、従来の鉄鋼部材の接合方法によれば、接合体を形成した後に接合力強化工程S930を行うことにより、接合体における接合力を強化することが可能となる。

[0005] また、従来の鉄鋼部材の接合方法によって接合された接合体(以下、従来の接合体という。)からは、プラスチックギアなどの樹脂成形用金型に適した鉄鋼製品を製造することが可能である。

[0006] 特許文献1:特開2002-59270号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、従来の接合体から例えばダイカスト金型を製造した場合、さほど多くないショット回数で接合部分が破損してしまい、耐久性に優れたダイカスト金型を得ることが難しいという問題がある。

[0008] なお、このような問題は、ダイカスト金型を製造した場合にのみ生じる問題ではなく、他の鉄鋼製品を製造した場合にも生じる問題である。すなわち、従来の接合体から鉄鋼製品を製造した場合には、耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることができないという問題がある。

[0009] そこで、本発明は、上記した問題を解決するためになされたもので、鉄鋼製品を製造した場合に、従来の接合体から鉄鋼製品を製造した場合と比較してより耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体を提供することを目的とする。また、このような接合体を用いて製造された鉄鋼製品を提供することを目的とする。さらにまた、鉄鋼製品がダイカスト金型である場合に当該ダイカスト金型を用いて製造されたダイカスト製品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

[0010] (1) 本発明の接合体は、2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体であって、前記接合体は、前記接合体から前記接合体の接合面を含む試験片を作成するとともに、前記2つの鉄鋼部材と同じ種類の鉄鋼部材から比較試験片を作成し、前記試験片及び前記比較試験片を用いて引張試験を行ったとき、前記試験片から得られる引張強度と前記比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すことを特徴とする。

[0011] ところで、従来の接合体からダイカスト金型を製造した場合にさほど多くないショット回数で接合部分が破損するのは、接合体における接合部分の機械的強度が接合体における母材部分の機械的強度よりも低いためである。これに対し、本発明の接合体によれば、試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すことから、接合体における接合部分の機械的強度が接合体における母材部分の機械的強度と同等の接合体となる。このため、このような接合体からダイカスト金型を製造すれば、従来を超えるショット回数でも接合部分が破損することがなくなり、耐久性に優れたダイカスト金型を得ることが可能となる。また、このことはダイカスト金型以外の鉄鋼製品の場合にも同様であることから、本発明の接合体は、ダイカスト金型を含む鉄鋼製品全般にわたって、耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体であるといえる。

[0012] なお、本発明においては、比較試験片作成時の熱履歴と試験片作成時の熱履歴

とは、同一とすることが好ましい。

[0013] また、本発明の接合体は、2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体にのみ限定されるものではなく、本発明の接合体には3つ以上の鉄鋼部材が接合された接合体も含まれる。この場合、3つ以上の鉄鋼部材のうち接合面を挟んで隣り合う2つの鉄鋼部材に着目すれば、本発明と同様に、2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体となる。

また、本発明の接合体には、2つの鉄鋼部材(2つの鉄鋼部材とも例えばSKD61)の間に薄板鉄鋼部材(例えばSUS304)を介在させた状態で、これら2つの鉄鋼部材及び薄板鉄鋼部材が互いに接合された接合体も含まれる。

[0014] (2)本発明の接合体においては、前記接合体は、2つの鉄鋼部材を準備する鉄鋼部材準備工程と、前記2つの鉄鋼部材における接合予定面を突き合わせた状態で、前記2つの鉄鋼部材を所定の圧力条件で押圧しながら前記2つの鉄鋼部材を接合可能な第1温度に加熱することにより、前記2つの鉄鋼部材を互いに接合して接合体を形成する接合体形成工程と、前記接合体を前記鉄鋼部材における A_1 変態点以上の第2温度に加熱した後、前記 A_1 変態点から600°Cに降温するのに2時間以上かける条件で、前記接合体を600°C以下の第3温度に徐冷することにより、前記接合体における接合力を強化する接合力強化工程とをこの順序で行うことによって接合された接合体であることが好ましい。

[0015] このような方法とすることにより、後述する試験例からも明らかなように、試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すようになり、その結果、従来の接合体から鉄鋼製品を製造した場合と比較してより耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体となる。

[0016] ところで、本発明の発明者らは、従来の接合体から例えばダイカスト金型を製造した場合になぜ、さほど多くないショット回数で接合部分が破断してしまうのか、その原因を探るべく鋭意研究を重ねた結果、接合体の接合面に空隙が存在することに原因があるという知見を得た。本発明の発明者らは、この知見に基づき、接合面に存在する空隙を低減するための手段を探るべく鋭意研究を重ねた結果、上述のように、接合体形成工程により形成した接合体を A_1 変態点以上の第2温度に加熱した後、 A_1 変

態点から600℃に降温するのに2時間以上かける条件で、600℃以下の第3温度に徐冷すれば、接合面に存在する空隙は、徐冷に伴って接合体の金属組織が変化する過程で母相の鉄鋼材料中に溶け込んでいき、最終的には接合面に存在する空隙を消散させることが可能となるという知見を得た。

[0017] すなわち、本発明の接合体は、上記の接合力強化工程を行うことによって接合された接合体であることから、接合面に存在する空隙が低減されているため、このような接合体からダイカスト金型を製造した場合に、従来を超えるショット回数でも接合部分が破損することがなくなり、耐久性に優れたダイカスト金型を得ることが可能となる。このことはダイカスト金型以外の鉄鋼製品の場合にも同様であって、本発明の接合体は、ダイカスト金型を含む鉄鋼製品全般にわたって、耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体となる。

[0018] なお、 A_1 変態点から600℃の範囲において接合体を極めてゆっくりした条件で徐冷したときになぜ、接合面に存在する空隙が母相の鉄鋼材料中に溶け込むのかについては、詳細は不明であるが、上述のような比較的低い温度範囲においても鉄鋼部材の結晶粒がサブミクロン単位で移動可能であることが1つの理由として推測される。

[0019] なお、上記(2)に記載の接合体において、接合体の接合力をより高くする観点から言えば、 A_1 変態点から600℃に降温するのにかける時間としては、5時間以上であることがより好ましく、10時間以上であることがさらに好ましく、15時間以上であることがさらに好ましい。

[0020] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合体形成工程を行った後、前記接合力強化工程が複数回行われた接合体であることが好ましい。

[0021] このように構成することにより、より高い接合力を備える接合体を実現することが可能となる。

[0022] 上記(2)に記載の接合体においては、前記第1温度は、850℃～1150℃の範囲内にあることが好ましい。

[0023] このように構成することにより、所定の圧力条件で押圧しながら2つの鉄鋼部材を接合して接合体を形成することが可能となる。

- [0024] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合体形成工程を行った後徐冷された接合体であることが好ましい。
- [0025] このように構成することにより、加圧により生じる接合体の応力歪みの発生を抑制することができ、均質性の高い接合体となる。
- [0026] 上記(2)に記載の接合体においては、前記第2温度は、830℃～1050℃の範囲内にあることが好ましい。
- [0027] このように構成することにより、接合面に存在する空隙を十分に消散させることが可能となる。
- [0028] 上記(2)に記載の接合体においては、前記第3温度は、550℃以下であることが好ましい。
- [0029] このように構成することにより、均質性の高い接合体となるとともに、硬度がそれほど高くない接合体、すなわち機械加工する際の加工性の高い接合体となる。
- [0030] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合体形成工程及び前記接合力強化工程が真空中又は不活性ガス雰囲気中において行われた接合体であることが好ましい。
- [0031] このように構成することにより、各熱処理工程における酸素等の活性ガスの存在に起因して発生する悪影響が抑制された接合体となる。
- [0032] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合体形成工程と前記接合力強化工程との間に、前記接合体を、前記接合体の金属組織をより均一にすることが可能な第4温度に加熱する金属組織均一化工程がさらに行われた接合体であることが好ましい。
- [0033] このように構成することにより、接合体形成工程を経て不均一な状態となっている金属組織をより均一にすることが可能となるため、さらに均質性の高い接合体となる。
- [0034] この場合、前記第4温度は、850℃～1150℃の範囲内にあることが好ましい。
- [0035] また、前記金属組織均一化工程を行った後、前記接合体をMs点まで急冷し、その後前記接合体を徐冷することが好ましい。これにより、焼入れ効果により、接合体の硬度を高くすることで、機械的強度が高く高品質の接合体となる。
- [0036] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合力強化工程にお

いて、前記接合体を前記第2温度に加熱してから前記第3温度まで徐冷する間に、800℃～900℃の範囲内にある第5温度で少なくとも30分間保持された接合体であることが好ましい。

[0037] このように構成することにより、接合体を第5温度で保持する間にも、接合面に存在する空隙は接合体の金属組織が変化する過程で母相の鉄鋼材料中に溶け込んでいき、接合面に存在する空隙を十分に消散させることが可能となる。

[0038] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合力強化工程において、加圧した状態で熱処理された接合体であることが好ましい。

[0039] このように構成することにより、接合面をより強い力で押圧しながら接合力強化工程が実施されているため、より高い接合力を備える接合体となる。

[0040] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合力強化工程を行った後、不活性ガス雰囲気下で冷却された接合体であることが好ましい。

[0041] このように構成することにより、冷却過程で接合体の表面が酸化するのが抑制されているため、品質面で優れた接合体となる。

[0042] 上記(2)に記載の接合体においては、前記接合体は、前記接合体形成工程において、磁気加熱により前記2つの鉄鋼部材が加熱された接合体であることが好ましい。

[0043] 本発明の接合体を製造する際には、接合体形成工程を外部加熱又は通電加熱(パルス通電加熱を含む。)によって行うこともできるが、接合体形成工程を磁気加熱によって行うことにより、2つの鉄鋼部材を高速かつ均一に加熱することが可能となり、結果として応力歪みの小さい高品質の接合体を生産性よく製造することが可能となる。

[0044] (3)本発明の接合体においては、前記鉄鋼部材は、Crを含有する鉄鋼部材であることが好ましい。

[0045] Crを含有する鉄鋼部材からなる接合体から製造された鉄鋼製品は、例えばダイカスト金型であればさほど多くないショット回数で接合部分が破損する等、従来は耐久性に乏しい傾向にあったが、本発明の接合体によれば、上述のように、試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すことから、Cr

を含有する鉄鋼部材からなる接合体であったとしても耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能となる。

[0046] ところで、本発明の発明者らは、従来の接合体からダイカスト金型を製造した場合にさほど多くないショット回数で接合部分が破断してしまう原因を調査する過程で、上記した知見のほか、次のような知見も得た。すなわち、接合体を構成する2つの鉄鋼部材がCrを含有する鉄鋼部材である場合には、接合体の接合面に空隙が存在することだけでなく、接合面にCr含有不導態層が存在すること、さほど多くないショット回数で接合部分が破断してしまう原因の1つとなっているのである。本発明の発明者らは、この知見に基づき、接合面に存在するCr含有不導態層を低減するための手段を探るべく鋭意研究を重ねた結果、上記(2)で述べたように、接合体形成工程により形成した接合体を第2温度に加熱した後、 A_1 変態点から600°Cに降温するのに2時間以上かける条件で、600°C以下の第3温度に徐冷すれば、接合面に存在する空隙のみならずCr含有不導態層についても、徐冷に伴って接合体の金属組織が変化する過程で母相の鉄鋼材料中に溶け込んでいき、最終的には接合面に存在する空隙及びCr含有不導態層を消散させることが可能となるという知見を得た。

[0047] つまり、本発明の接合体が上記(2)に記載の接合体からなる場合、接合面に存在する空隙及びCr含有不導態層が消散しているため、このような接合体からダイカスト金型を製造した場合に、従来を超えるショット回数でも接合部分が破損することがなくなり、耐久性に優れたダイカスト金型を得ることが可能となる。このことはダイカスト金型以外の鉄鋼製品の場合にも同様であって、本発明の接合体は、ダイカスト金型を含む鉄鋼製品全般にわたって、耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体となる。

[0048] (4)本発明の接合体においては、前記鉄鋼部材は、熱間金型用鋼、冷間金型用鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼、機械構造用金属鋼又は高速度工具鋼からなる鉄鋼部材であることが好ましい。

[0049] このように構成することにより、様々な用途に用いることが可能な接合体となる。

[0050] (5)本発明の接合体においては、前記鉄鋼部材は、Crを含有しない鉄鋼部材であることが好ましい。

- [0051] このように構成することにより、Crを含有しない鉄鋼部材からなる接合体においても耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能となる。
- [0052] (6)本発明の接合体においては、前記鉄鋼部材は、炭素鋼、一般構造用圧延鋼材、冷間圧延鋼板又は炭素鋼鍛鋼品からなる鉄鋼部材であることが好ましい。
- [0053] このように構成することにより、様々な用途に用いることが可能な接合体となる。
- [0054] (7)本発明の接合体においては、前記2つの鉄鋼部材における接合予定面は、平面であることが好ましい。
- [0055] このように構成することにより、接合予定面を高精度に加工することで2つの鉄鋼部材を突き当てたときの鉄鋼部材間の密着度を高めることができるため、接合面に存在する空隙をさらに低減することが可能となる。その結果、さらに耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能となる。
- [0056] (8)本発明の接合体においては、前記接合予定面における算術平均粗さRaは、0.2 μm 以下であることが好ましい。
- [0057] このように構成することにより、2つの鉄鋼部材における接合予定面同士の間隔が平均で0.4 μm 以下となる状態で接合された接合体(言い換えると、接合面に残存することのある空隙が極めて小さい接合体。)となるため、さらに耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能となる。
- [0058] (9)本発明の鉄鋼製品は、本発明の接合体から製造された鉄鋼製品である。
- [0059] このため、本発明の鉄鋼製品は、十分に高い接合力で接合された鉄鋼製品となり、様々な用途に用いることが可能となる。
- [0060] 鉄鋼製品としては、各種成形金型、各種工具、各種構造材などを例示することができる。
- [0061] (10)本発明の鉄鋼製品においては、前記接合体における接合面のうち外側部分は、除去されていることが好ましい。
- [0062] 接合体における接合面のうち外側部分は、他の部分(例えば、接合体における接合面のうち中心部分)と比べると接合力が低い可能性があるが、上記のように構成することにより、相対的に接合力が低い部分が除去された高品質な鉄鋼製品となる。
- [0063] なお、この明細書において、「接合体における接合面のうち外側部分が除去されて

いる」とは、2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体において、当該接合体の表面のうち接合面と接合体の側面とが交差する部分を含む表面と、当該表面から少なくとも0.2mm内側の部分とが除去されていることを意味している。後述する図4に示すような円筒形状の接合体を例に説明すると、接合面と接合体の側面とが交差する部分を含む表面と、当該表面から少なくとも0.2mm内側の部分とが除去されていることを意味している。ただし、ドーナツ形状の接合体等のように接合体の内側に空間を有する接合体であって、接合面と接合体の側面とが交差する部分が接合体の外周部分及び内周部分に存在する接合体の場合には、必ずしも接合体の外周部分における接合面近傍だけが除去されるのではなく、接合体の内周部分における接合面近傍が除去されていてもよいし、外周部分及び内周部分の両方における接合面近傍が除去されていてもよい。

[0064] (11)本発明の鉄鋼製品においては、前記鉄鋼製品には、表面硬度を高くする表面処理が施されていることが好ましい。

[0065] ところで、本発明の鉄鋼製品は、上述したように、接合力強化工程が行われた接合体を用いて製造された鉄鋼製品であることから、高い接合力(耐久性)を備える反面、鉄鋼製品の硬度が低くなってしまう傾向にあるが、上記のように構成することにより、鉄鋼製品の表面硬度を高くして鉄鋼製品の耐摩耗性を向上することが可能となる。また、鉄鋼製品がダイカスト金型などの成形金型である場合には、離型性を向上することが可能となる。

[0066] (12)本発明の鉄鋼製品においては、前記鉄鋼製品は、ダイカスト金型である。

[0067] ところで、ダイカスト金型として、熱交換用媒体流路を内部に含む構造からなるダイカスト金型が要望されることがあるが、このような構造からなるダイカスト金型を単一の鉄鋼部材を用いて製造するのは極めて困難である。

これに対し、本発明の鉄鋼製品(ダイカスト金型)によれば、本発明の接合体を用いて製造された鉄鋼製品(ダイカスト金型)であるため、熱交換用媒体流路を内部に含む構造からなるダイカスト金型を比較的容易に実現することが可能となる。

また、本発明の鉄鋼製品(ダイカスト金型)は、十分に高い接合力で接合されていることから、耐久性に優れたダイカスト金型となる。

[0068] (13)本発明のダイカスト製品は、本発明のダイカスト金型を用いて製造されたダイカスト製品である。

[0069] このため、本発明のダイカスト製品は、上述のように、熱交換用媒体流路を内部に含む構造からなるダイカスト金型であって、耐久性に優れたダイカスト金型を用いて製造されたダイカスト製品であるため、高品質でかつ製造コストの安価なダイカスト製品となる。

図面の簡単な説明

[0070] [図1]実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法を説明するために示すフローチャートである。

[図2]実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法を説明するために示す図である。

[図3]実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法を説明するために示す図である。

[図4]実施形態1に係る接合体100を説明するために示す斜視図である。

[図5]実施例に係る接合体10及び比較例に係る鉄鋼部材10aを説明するために示す図である。

[図6]比較例に係る鉄鋼部材10aに与えた熱履歴を説明するために示す図である。

[図7]引張試験を行った後の試験片の一例を示す写真である。

[図8]実施形態2に係る接合体200及びダイカスト金型250を説明するために示す図である。

[図9]実施形態3に係る接合体300及び加圧ピン350を説明するために示す図である。

[図10]従来の鉄鋼部材の接合方法を説明するために示すフローチャートである。

[図11]従来の鉄鋼部材の接合方法を説明するために示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0071] 以下、本発明の接合体、鉄鋼製品及びダイカスト製品について、図に示す実施の形態に基づいて説明する。なお、本発明の接合体、鉄鋼製品及びダイカスト製品を説明する前に、まず、本発明の接合体を製造するための方法(鉄鋼部材の接合方法)について説明する。

[0072] [実施形態1]

実施形態1は、本発明の接合体及び当該接合体を製造するための方法(鉄鋼部材の接合方法)を説明するための実施形態である。

[0073] 図1は、実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法を説明するために示すフローチャートである。図2は、実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法を説明するために示す図である。図2中、横軸は時間を示し、縦軸は温度を示す。

[0074] 図3は、実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法を説明するために示す図である。図3(a1)は鉄鋼部材準備工程S110を説明するために示す図であり、図3(b1)は接合体形成工程S120を説明するために示す図であり、図3(c1)は金属組織均一化工程S130を説明するために示す図であり、図3(d1)及び図3(e1)は接合力強化工程S140を説明するために示す図であり、図3(a2)～図3(e2)は図3(a1)～図3(e1)における領域Rの部分拡大図である。

なお、Cr含有不導態層は、通常の断面電子顕微鏡において視認できるものではないが、理解を容易にするために、図3(b2)～図3(d2)においてCr含有不導態層142を網掛化して示すこととする。

[0075] 図4は、実施形態1に係る接合体100を説明するために示す図である。図4(a)は鉄鋼部材準備工程S110で準備された2つの鉄鋼部材110、120を示す斜視図であり、図4(b)は接合力強化工程S140終了後の接合体100を示す斜視図である。

[0076] 実施形態1に係る接合体100は、実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法を実施することにより製造することができる。

実施形態1に係る鉄鋼部材の接合方法は、図1に示すように、鉄鋼部材準備工程S110と、接合体形成工程S120と、金属組織均一化工程S130と、接合力強化工程S140とをこの順序で含む。なお、本発明者らは、接合力強化工程のことを「CORE-X処理」(CORE-Xは株式会社MOLE'S ACTの登録商標。)と呼んでいる。

[0077] 1. 鉄鋼部材準備工程

鉄鋼部材準備工程S110は、Crを含有する2つの鉄鋼部材を準備する工程である(図3(a1)参照。)

[0078] Crを含有する2つの鉄鋼部材としては、熱間金型用鋼(例えばSKD61)からなる鉄鋼部材110、120を用いている。2つの鉄鋼部材110、120の形状は、それぞれ円柱

形状である(図4(a)参照。)。2つの鉄鋼部材110, 120における接合予定面112, 122は平面であり、接合予定面112, 122の算術平均粗さRaは、例えば $0.1\mu\text{m}$ である。

[0079] 2. 接合体形成工程

接合体形成工程S120は、2つの鉄鋼部材110, 120における接合予定面112, 122を突き合わせた状態で、2つの鉄鋼部材110, 120を所定の圧力条件で押圧しながら、2つの鉄鋼部材110, 120を接合可能な第1温度 T_1 (例えば、 $850^{\circ}\text{C}\sim 1150^{\circ}\text{C}$ (図2においては 1070°C))に加熱することにより、2つの鉄鋼部材110, 120を互いに接合して接合体100を形成する工程である(図3(b1)参照。)

[0080] 接合体形成工程S120においては、複数の接合対象部材にパルス電流を流して当該複数の接合対象部材を接合するパルス通電接合装置(例えば、特許第3548509号公報参照。)を用いて接合体100の形成を行う。2つの鉄鋼部材110, 120の押圧は、油圧を用いて例えば 10MPa の圧力条件で行う。2つの鉄鋼部材110, 120の加熱は、2つの鉄鋼部材110, 120にパルス通電することにより行う。第1温度 T_1 における保持時間(第1熱処理時間 t_1)は、例えば30分間である(図2参照。)。接合体形成工程S120を行った後、接合体100を室温まで徐冷する。

[0081] 3. 金属組織均一化工程

金属組織均一化工程S130は、接合体100を、接合体100の金属組織をより均一にすることが可能な第4温度 T_4 (例えば、 $850^{\circ}\text{C}\sim 1150^{\circ}\text{C}$ (図2においては 1040°C))に加熱する工程である(図3(c1)参照。)

[0082] 金属組織均一化工程S130においては、真空炉を用いて接合体100の加熱を行う。第4温度 T_4 における保持時間(第4熱処理時間 t_4)は、例えば1時間(図2参照。)である。金属組織均一化工程S130を行った後、接合体100を M_s 点まで急冷し、その後接合体100を徐冷する。

[0083] 4. 接合力強化工程

接合力強化工程S140は、接合体100を鉄鋼部材110, 120における A_1 変態点(約 820°C)以上の第2温度 T_2 (図2においては 950°C 。)に加熱した後、 A_1 変態点 T_{A1} から 600°C に降温するのに5時間かける条件で、接合体100を 600°C 以下の第3温

度 T_3 (図2においては 500°C 。)に徐冷することにより、接合体100における接合力を強化する工程である。

[0084] 接合力強化工程S140においては、真空炉を用いて接合体100の加熱を行う。第2温度 T_2 における保持時間(第2熱処理時間 t_2)は、例えば2時間である(図2参照。)。第3熱処理時間 t_3 は、5時間である。接合力強化工程S140を行った後、不活性ガス雰囲気下(例えば、 N_2 ガス雰囲気下)で接合体100を冷却する。

[0085] なお、上記した各工程において、接合体の温度を測定する際には、熱電対又は放射温度計を用いて、接合体の最外周部の温度を測定している。

[0086] 以上の工程を行うことにより、図4(b)に示す接合体100を製造することができる。

[0087] 実施形態1に係る接合体100は、2つの鉄鋼部材110、120が互いに接合された接合体であって、接合体100は、詳細については後述するが、接合体100から接合体の接合面を含む試験片を作成するとともに、2つの鉄鋼部材110、120と同じ種類の鉄鋼部材から比較試験片を作成し、試験片及び比較試験片を用いて引張試験を行ったとき、試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すものである。

[0088] このため、実施形態1に係る接合体100によれば、接合体100における接合部分(接合面140近傍)の機械的強度が接合体100における母材部分の機械的強度と同等の接合体となる。その結果、実施形態1に係る接合体100は、鉄鋼製品を製造した場合に、従来の接合体から鉄鋼製品を製造した場合と比較してより耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体となる。

[0089] 実施形態1に係る接合体100においては、鉄鋼部材110、120は、Crを含有する鉄鋼部材である。Crを含有する鉄鋼部材からなる接合体から製造された鉄鋼製品は、例えばダイカスト金型であればさほど多くないショット回数で接合部分が破損する等、従来は耐久性に乏しい傾向にあったが、実施形態1に係る接合体100によれば、上述のように、試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すことから、Crを含有する鉄鋼部材からなる接合体であったとしても耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能となる。

[0090] 実施形態1に係る接合体100においては、鉄鋼部材110、120は、熱間金型用鋼

からなる鉄鋼部材であるため、様々な用途に用いることが可能な接合体となる。

[0091] 実施形態1に係る接合体100においては、2つの鉄鋼部材110, 120における接合予定面112, 122(図3(a1)参照。)は、平面である。これにより、接合予定面112, 122を高精度に加工することで2つの鉄鋼部材110, 120を突き当てたときの鉄鋼部材間の密着度を高めることができるため、接合面140に存在する空隙144をさらに低減することが可能となる。その結果、さらに耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能となる。

[0092] 実施形態1に係る接合体100においては、接合予定面112, 122における算術平均粗さRaは、 $0.2\mu\text{m}$ 以下である。これにより、2つの鉄鋼部材110, 120における接合予定面同士の間隔が平均で $0.4\mu\text{m}$ 以下となる状態で接合された接合体(言い換えると、接合面140に残存することのある空隙が極めて小さい接合体。)となるため、さらに耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能となる。

[0093] [試験例]

次に、実施例に係る接合体1と比較例に係る鉄鋼部材1aをもとにして、引張試験(引張強度試験)を行った。

図5は、実施例に係る接合体10及び比較例に係る鉄鋼部材10aを説明するために示す図である。図5(a)は実施例に係る接合体10及び試験片1を示す斜視図であり、図5(b)は比較例に係る鉄鋼部材10a及び比較試験片1aを示す斜視図であり、図5(c)は試験片1及び比較試験片1aの平面図である。

図6は、比較例に係る鉄鋼部材10aに与えた熱履歴を説明するために示す図である。図6中、横軸は時間を示し、縦軸は温度を示す。

図7は、引張試験を行った後の試験片の一例を示す写真である。

[0094] 実施例に係る接合体10(図5(a)参照。)は、2つの鉄鋼部材20, 30が互いに接合された接合体であって、実施形態1で説明した工程と同一の工程を実施することによって得られる接合体である。ただし、実施例に係る接合体10においては、接合力強化工程における第2温度 T_2 を 850°C としている。

[0095] 比較例に係る鉄鋼部材10a(図5(c)参照。)は、実施例に係る接合体10と同じ種類の鉄鋼部材10aを準備し、第1熱処理工程S122、第2熱処理工程S132及び第3

熱処理工程S142の順で熱処理することにより得られるものである。図6に示すように、第1熱処理工程S122の熱処理温度 T_1' 及び第2熱処理工程S132の熱処理温度 T_4' は 1030°C であり、熱処理時間 t_1' 、 t_4' はともに1時間である。第1熱処理工程S122を行った後、鉄鋼部材10aを室温まで徐冷する。第2熱処理工程S132を行った後、鉄鋼部材10aを M_s 点まで急冷し、その後鉄鋼部材10aを徐冷する。第3熱処理工程S142においては、鉄鋼部材10aを 850°C まで加熱した後、 A_1 変態点 T_{A1} から 600°C に降温するのに5時間かける条件で、鉄鋼部材10aを 500°C まで徐冷している。熱処理時間 t_2' は2時間であり、熱処理時間 t_3' は5時間である。第3熱処理工程S142を行った後、不活性ガス雰囲気下(例えば、 N_2 ガス雰囲気下)で鉄鋼部材10aを冷却している。

[0096] 図2と図6とを比較して分かるように、実施例に係る接合体10に与える熱履歴と比較例に係る鉄鋼部材10aに与える熱履歴とは、ほぼ同じである。

[0097] これら実施例に係る接合体10及び比較例に係る鉄鋼部材10aから、試験片1及び比較試験片1a(JIS Z2201に準拠)を作成し、引張試験(JIS Z2241に準拠)を行った。実施例及び比較例で用いた鉄鋼部材の材質について、Crを含有する鉄鋼部材としては、STAVAX(ウッデホルム社の登録商標)、HPM38(HPMは日立金属株式会社の登録商標)、SKD11、SKD61、SUS420J2、SKH51の6種類を、Crを含有しない鉄鋼部材としてはS55Cの1種類を選び、各材質で試験片1及び比較試験片1aを3つずつ作成し、各試験片1及び比較試験片1aが破断するときの強度を測定して引張強度を算出した。

[0098] 表1は、引張試験の結果を示す表である。

[表1]

材質		No.	外形D (mm)	断面積 (mm ²)	破断強度 (N)	引張強度 (N/mm ²)	平均 (N/mm ²)
STAVAX	試験片	1	8.00	50.265	34900	694.31	
		2	8.00	50.265	34000	676.41	
		3	8.00	50.265	35900	714.21	694.98
	比較試験片	1	8.05	50.896	35150	690.63	
		2	8.05	50.896	35700	701.43	
		3	8.05	50.896	35300	693.57	695.21
HPM38	試験片	1	8.00	50.265	33500	666.46	
		2	8.00	50.265	33550	667.46	
		3	8.00	50.265	33450	665.47	666.46
	比較試験片	1	8.10	51.530	33450	649.14	
		2	8.10	51.530	34600	671.45	
		3	8.10	51.530	34550	670.48	663.69
SKD11	試験片	1	8.00	50.265	37800	752.01	
		2	8.00	50.265	36800	732.11	
		3	8.00	50.265	34250	681.38	706.75
	比較試験片	1	8.10	51.530	36250	703.47	
		2	8.10	51.530	36200	702.50	
		3	8.10	51.530	36200	702.50	702.83
SKD61	試験片	1	8.00	50.265	33700	670.44	
		2	8.00	50.265	34250	681.38	
		3	8.00	50.265	36200	720.18	690.67
	比較試験片	1	8.05	50.896	34900	685.72	
		2	8.05	50.896	34850	684.73	
		3	8.05	50.896	34850	684.73	685.06
SUS420J2	試験片	1	8.00	50.265	32250	641.59	
		2	8.00	50.265	32650	649.55	
		3	8.00	50.265	32350	643.58	644.91
	比較試験片	1	8.05	50.896	31100	611.05	
		2	8.10	51.530	31650	614.21	
		3	8.10	51.530	31750	616.15	613.80
SKH51	試験片	1	8.00	50.265	40250	800.75	
		2	8.00	50.265	40550	806.72	
		3	8.00	50.265	40200	799.75	802.41
	比較試験片	1	8.05	50.896	41500	815.39	
		2	8.05	50.896	41700	819.32	
		3	8.10	51.530	41700	809.24	814.65
S55C	試験片	1	8.00	50.265	32250	641.59	
		2	8.00	50.265	32200	640.60	
		3	8.00	50.265	32200	640.60	640.93
	比較試験片	1	8.00	50.265	32150	639.60	
		2	8.00	50.265	32250	641.59	
		3	8.00	50.265	31800	632.64	637.95

[0099] 引張試験の結果、表1からわかるように、Crを含有する鉄鋼部材及びCrを含有しない鉄鋼部材のいずれの材質においても、試験片1から得られる引張強度と比較試験片1aから得られる引張強度とがほぼ同一の値を示していることがわかった。これより、

実施例に係る接合体10は、接合体10における接合部分(接合面近傍)の機械的強度が接合体10における母材部分の機械的強度と同等であることがわかる。

[0100] なお、本発明において、「試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示す」というときの「同一」とは、これらの引張強度が完全に同一である場合のみならず、これらの引張強度が実質的に同一である場合をも含むものである。すなわち、本発明における「同一」の概念には、接合体10及び鉄鋼部材10aの製造誤差や引張試験における測定誤差などの誤差により完全に同一ではないが実質的に同一であるものも含まれる。

[0101] 以上のことから、実施例に係る接合体10、つまり実施形態1に係る接合体100は、鉄鋼製品を製造した場合に、従来の接合体から鉄鋼製品を製造した場合と比較してより耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体であると結論付けることができる。

[0102] [実施形態2]

実施形態2は、本発明の接合体及び当該接合体から製造される鉄鋼製品(本発明の鉄鋼製品)を説明するための実施形態である。実施形態2においては、鉄鋼製品として、ダイカスト金型(実施形態2に係るダイカスト金型)を例にとって説明する。

[0103] 図8は、実施形態2に係る接合体200及びダイカスト金型250を説明するために示す図である。図8(a)～図8(d)のそれぞれは接合体200を製造するための方法を示す工程図であって、図8(a)は鉄鋼部材準備工程S210を説明するために示す図であり、図8(b)は接合体形成工程S220を説明するために示す図であり、図8(c)は金属組織均一化工程S230を説明するために示す図であり、図8(d)は接合力強化工程S240を説明するために示す図であり、図8(e)は接合体200に切削加工及び表面処理を施したダイカスト金型250を説明するために示す図である。

[0104] 実施形態2に係る接合体200は、図8(a)～図8(d)に示すように、鉄鋼部材準備工程S210と、接合体形成工程S220と、金属組織均一化工程S230と、接合力強化工程S240とをこの順序で行うことにより製造することができる。なお、これら各工程は、実施形態1で説明したものと同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0105] 実施形態2に係る接合体200においては、図8(a)に示すように、接合対象として、

接合予定面212, 222に熱交換用媒体流路形成用溝214, 224が形成された2つの鉄鋼部材210, 220を用いている。鉄鋼部材210, 220は、実施形態1に係る接合体100の場合と同様に、熱間金型用鋼(例えばSKD61)からなる鉄鋼部材である。

[0106] 上記工程を行って製造された接合体200に対して切削加工及び表面処理を行うことにより、熱交換用媒体流路260を内部に含むダイカスト金型250(実施形態2に係るダイカスト金型)を製造することができる(図8(e)参照。)

[0107] 表面処理としては、窒化処理(例えばイオン窒化処理など)を行っている。なお、窒化処理に限らず、他の表面処理方法(例えば、マルチナイト処理、浸炭処理、各種コーティング処理(例えばチタンコーティングやセラミックコーティング)など)を用いてもよい。

[0108] 実施形態2に係る接合体200は、2つの鉄鋼部材210, 220が互いに接合された接合体であって、接合体200は、実施形態1に係る接合体100の場合と同様に、接合体200から接合体の接合面を含む試験片を作成するとともに、2つの鉄鋼部材210, 220と同じ種類の鉄鋼部材から比較試験片を作成し、試験片及び比較試験片を用いて引張試験を行ったとき、試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すものである。

[0109] このため、実施形態2に係る接合体200によれば、接合体200における接合部分(接合面240近傍)の機械的強度が接合体200における母材部分の機械的強度と同等の接合体となる。その結果、実施形態2に係る接合体200は、実施形態1に係る接合体100と同様に、鉄鋼製品を製造した場合に、従来の接合体から鉄鋼製品を製造した場合と比較してより耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体となる。

[0110] 実施形態2に係る接合体200は、接合対象が異なる点以外の点では、実施形態1に係る接合体100と同様の構成を有するため、実施形態1に係る接合体100が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

[0111] 実施形態2に係るダイカスト金型250は、実施形態2に係る接合体200から製造された鉄鋼製品であるため、十分に高い接合力で接合された鉄鋼製品となる。

[0112] なお、実施形態2に係るダイカスト金型250においては、ここでは図示による説明を省略するが、接合体200における接合面240のうち外側部分を除去している。具体

的には、接合体200の表面のうち接合面240と接合体200の側面とが交差する部分を含む表面と、当該表面から少なくとも0.2mm内側の部分とを除去している。接合体200における接合面240のうち外側部分は、他の部分(例えば、接合体200における接合面240のうち中心部分)と比べると接合力が低い可能性があるが、実施形態2に係るダイカスト金型250によれば、接合面240のうち外側部分を除去しているため、相対的に接合力が低い部分が除去された高品質なダイカスト金型となる。

[0113] 実施形態2に係るダイカスト金型250においては、ダイカスト金型250には、表面硬度を高くする表面処理が施されている。これにより、上述の接合力強化工程を行うことによってダイカスト金型250のバルクとしての硬度が低下することがあるとしても、ダイカスト金型250の表面硬度を高くすることでダイカスト金型250の耐摩耗性を向上することが可能となる。また、離型性も向上することが可能となる。

[0114] 実施形態2に係るダイカスト金型250は、十分に高い接合力で接合されているため、耐久性に優れたダイカスト金型となる。このため、ダイカスト金型250を用いて製造されたダイカスト製品は、高品質で製造コストの安価なダイカスト製品となる。

[0115] [実施形態3]

実施形態3は、本発明の接合体及び当該接合体から製造される鉄鋼製品(本発明の鉄鋼製品)を説明するための実施形態である。実施形態3においては、鉄鋼製品として、ダイカスト金型に用いる加圧ピン(実施形態3に係る加圧ピン)を例にとって説明する。

[0116] 図9は、実施形態3に係る接合体300及び加圧ピン350を説明するために示す図である。図9(a)～図9(d)のそれぞれは接合体300及び加圧ピンを製造するための方法を示す工程図であって、図9(a)は鉄鋼部材準備工程S310を説明するために示す図であり、図9(b)は接合体形成工程S320を説明するために示す図であり、図9(c)は金属組織均一化工程S330を説明するために示す図であり、図9(d)は接合力強化工程S340を説明するために示す図である。

[0117] 実施形態3に係る接合体300は、図9(a)～図9(d)に示すように、鉄鋼部材準備工程S310と、接合体形成工程S320と、金属組織均一化工程S330と、接合力強化工程S340とをこの順序で行うことにより製造することができる。なお、これら各工程は、

実施形態1で説明したものと同様であるため、詳細な説明は省略する。

- [0118] 実施形態3に係る接合体300においては、図9(a)に示すように、接合対象として、それぞれNC切削加工により所定の形状に切削されている2つの鉄鋼部材310, 320を用いている。鉄鋼部材310, 320は、実施形態1に係る接合体100の場合と同様に、熱間金型用鋼(例えばSKD61)からなる鉄鋼部材である。
- [0119] 実施形態3に係る接合体300は、2つの鉄鋼部材310, 320が互いに接合された接合体であって、接合体300は、実施形態1に係る接合体100の場合と同様に、接合体300から接合体の接合面を含む試験片を作成するとともに、2つの鉄鋼部材310, 320と同じ種類の鉄鋼部材から比較試験片を作成し、試験片及び比較試験片を用いて引張試験を行ったとき、試験片から得られる引張強度と比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すものである。
- [0120] このため、実施形態3に係る接合体300によれば、接合体300における接合部分(接合面340近傍)の機械的強度が接合体300における母材部分の機械的強度と同等の接合体となる。その結果、実施形態3に係る接合体300は、実施形態1に係る接合体100と同様に、鉄鋼製品を製造した場合に、従来の接合体から鉄鋼製品を製造した場合と比較してより耐久性に優れた鉄鋼製品を得ることが可能な接合体となる。
- [0121] 実施形態3に係る接合体300は、接合対象が異なる点以外の点では、実施形態1に係る接合体100と同様の構成を有するため、実施形態1に係る接合体100が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。
- [0122] 実施形態3に係る加圧ピン350は、実施形態3に係る接合体300から製造された鉄鋼製品であるため、十分に高い接合力で接合された鉄鋼製品となる。
- [0123] 実施形態3に係る加圧ピン350は、十分に高い接合力で接合されているため、耐久性に優れた加圧ピンとなる。
- [0124] 以上、本発明の接合体、鉄鋼製品及びダイカスト製品を上記の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記の各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。
- [0125] (1) 上記各実施形態においては、2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体を前

提として説明したが、本発明は2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体のみに限定されるものではなく、3つ以上の鉄鋼部材が互いに接合された接合体にも適用することが可能である。なぜなら、3つ以上の鉄鋼部材が互いに接合された接合体であっても、その中で隣り合う2つの鉄鋼部材に着目すれば、本発明と同様に、2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体となるからである。

[0126] (2) 上記各実施形態においては、接合体を構成する2つの鉄鋼部材が同じ種類の鉄鋼部材からなる場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、接合体を構成する2つの鉄鋼部材が異なる種類の鉄鋼部材からなる場合にも、本発明を適用することができる。この場合において、比較試験片は、接合体を構成する2つの異種鉄鋼部材のうちいずれか一方の鉄鋼部材と同じ種類の鉄鋼部材から作成したものであればよい。例えば、種類の異なる鉄鋼部材Aと鉄鋼部材Bとが互いに接合された接合体の場合、比較試験片は、鉄鋼部材A、Bのいずれか一方と同じ種類の鉄鋼部材から作成したものであればよい。

[0127] (3) 上記各実施形態においては、2つの鉄鋼部材の間に何も介在させない状態で接合体を形成する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、2つの鉄鋼部材とは異材質の薄板鉄鋼部材を2つの鉄鋼部材の間に介在させた状態で接合体を形成してもよい。

[0128] (4) 上記各実施形態においては、鉄鋼部材として、熱間金型用鋼であるSKD61を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。鉄鋼部材として、SKD61以外の熱間金型用鋼を用いてもよいし、冷間金型用鋼(例えばSKD11)、マルテンサイト系ステンレス鋼(例えばSUS420J2)、オーステナイト系ステンレス鋼(例えばSUS304、SUS316L)、機械構造用金属鋼(例えばSCM430、SNCM420)又は高速度工具鋼(例えばSKH51、HAP40)を用いてもよい。このような鉄鋼部材を用いた場合であっても、十分に高い接合力で接合することが可能となる。

[0129] (5) 上記各実施形態においては、2つの鉄鋼部材として、Crを含有する鉄鋼部材(SKD61)を用いた場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、Crを含有しない鉄鋼部材を用いた場合にも本発明を適用可能である。Crを含有しない鉄鋼部材としては、炭素鋼(例えばS45C、S55C)、一般構造用圧延鋼材(例

例えばSS400)、冷間圧延鋼板(例えばSPCC)又は炭素鋼鍛鋼品(例えばSF材)などを例示することができる。

- [0130] (6) 上記各実施形態ににおいては、接合予定面が平面である場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。接合予定面が互いに密着可能であれば、接合予定面は曲面であったり段差を有していたりしてもよい。
- [0131] (7) 上記各実施形態においては、鉄鋼部材における接合予定面の算術平均粗さRaが $0.1\mu\text{m}$ である場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、接合予定面の算術平均粗さRaが $0.2\mu\text{m}$ 以下であればよい。
- [0132] (8) 上記実施形態1においては、接合体形成工程をパルス通電加熱装置を用いたパルス通電加熱により行う場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、外部加熱又は磁気加熱により行うこともできる。このうち、磁気加熱の場合には、複数の鉄鋼部材を高速かつ均一に加熱することが可能となり、結果として応力歪みの小さい高品質の接合体を生産性よく製造することが可能となる。
- [0133] (9) 上記実施形態1においては、油圧により2つの鉄鋼部材を押圧しながら2つの鉄鋼部材を加熱する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、サーボモータを用いて2つの鉄鋼部材を所定の圧力条件で押圧しながら2つの鉄鋼部材を加熱することもできる。これにより、2つの鉄鋼部材を一定の圧力条件で押圧することが可能となり、結果として応力歪みの小さい高品質の接合体を製造することが可能となる。なお、エアにより2つの鉄鋼部材を押圧しながら2つの鉄鋼部材を加熱してもよい。
- [0134] (10) 上記実施形態1においては、接合力強化工程における第3熱処理時間 t_3 の始まりの温度を A_1 変態点としたが、本発明はこれに限定されるものではない。鉄鋼部材における A_1 変態点が 850°C よりも高い場合には、第3熱処理時間 t_3 の始まりの温度を 850°C としてもよい。
- [0135] (11) 上記実施形態1においては、第3熱処理時間 t_3 が5時間である場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、2時間以上あればよい。なお、接合体の接合力をより高くする観点から、第3熱処理時間 t_3 を10時間以上又は15時間以上としてもよい。

- [0136] (12) 上記実施形態1においては、接合力強化工程を行った後、不活性ガス雰囲気下(例えば、 N_2 ガス雰囲気下)で接合体を冷却する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。接合力強化工程を行った後の接合体を炉から取り出して、そのまま大気中で放置してもよい。
- [0137] (13) 上記実施形態1においては、接合体形成工程、金属組織均一化工程及び接合力強化工程を、真空中において行う場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、これらの工程を N_2 ガス、Arガス等の不活性ガス雰囲気中において行うこともできる。この場合にも、各熱処理工程において、酸素等の反応性ガスによる悪影響を抑制することが可能となる。
- [0138] (14) 上記実施形態1においては、接合力強化工程において、接合体を加圧せずに熱処理する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、接合体を加圧(例えば200MPaで加圧)した状態で熱処理してもよい。
- [0139] (15) 上記実施形態1においては、接合体形成工程と接合力強化工程との間に、金属組織均一化工程を行う場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。接合体形成工程を経たときの接合体の金属組織が比較的均一であれば、必ずしも金属組織均一化工程を行わなくてもよい。
- [0140] (16) 上記実施形態1においては、接合力強化工程において、第2熱処理時間 t_2 が経過した後は第3温度 T_3 まで所定の徐冷速度を維持しながら徐冷する場合を例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。接合体を第2温度 T_2 に加熱してから第3温度 T_3 まで徐冷する間に、 $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ の範囲内にある第5温度で少なくとも30分間保持することとしてもよい。
- [0141] (17) 上記各実施形態においては、鉄鋼製品として、ダイカスト金型及び加圧ピンを製造することとしているが、本発明はこれに限定されるものではない。鉄鋼製品としては、各種成形金型、各種工具、各種構造材などを例示することができる。

符号の説明

- [0142] 1…試験片、1a…比較試験片、10, 100, 200, 300…接合体、10a, 20, 30, 110, 120, 210, 220, 310, 320…鉄鋼部材、112, 122, 212, 222, 312, 322…接合予定面、14, 140, 240, 340…接合面、142…Cr含有不動態層、144…空隙、

214, 224…熱交換用媒体流路形成用溝、250…ダイカスト金型、260…熱交換用媒体流路、350…加圧ピン、Ms…Ms点、 T_1 …第1温度、 T_2 …第2温度、 T_3 …第3温度、 T_4 …第4温度、 T_{A1} … A_1 変態点、 t_1 …第1熱処理時間、 t_2 …第2熱処理時間、 t_3 …第3熱処理時間、 t_4 …第4熱処理時間

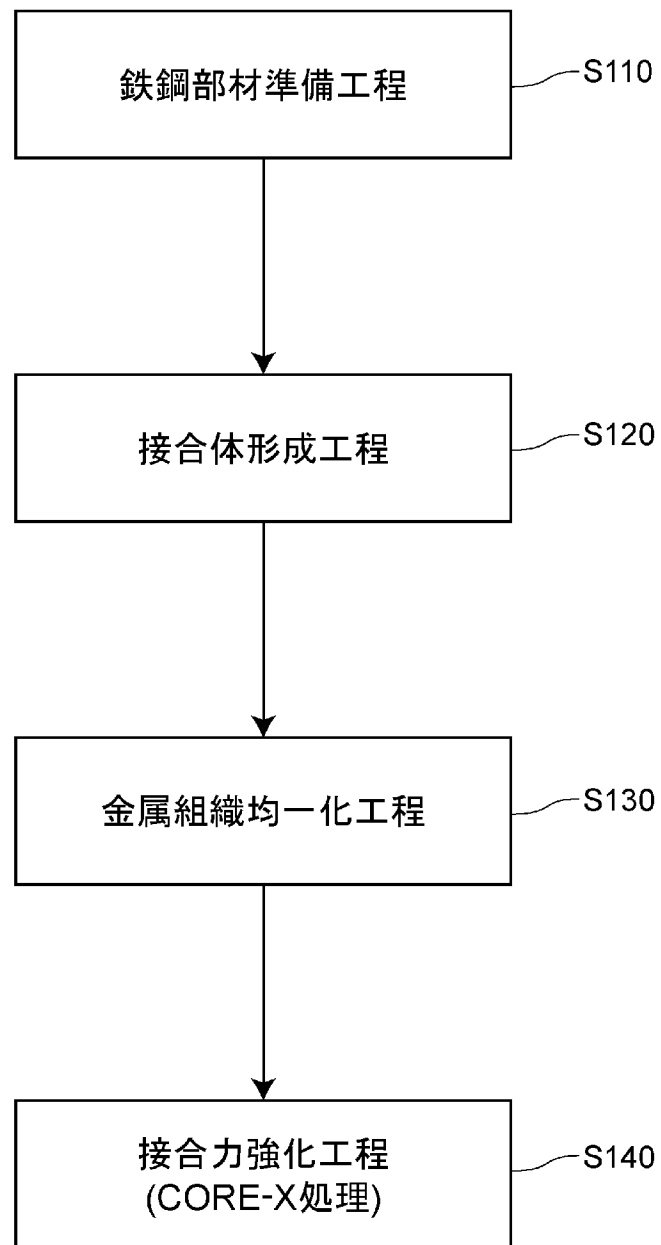
請求の範囲

- [1] 2つの鉄鋼部材が互いに接合された接合体であって、
前記接合体は、
前記接合体から前記接合体の接合面を含む試験片を作成するとともに、前記2つの鉄鋼部材と同じ種類の鉄鋼部材から比較試験片を作成し、前記試験片及び前記比較試験片を用いて引張試験を行ったとき、前記試験片から得られる引張強度と前記比較試験片から得られる引張強度とが同一の値を示すことを特徴とする接合体。
- [2] 請求項1に記載の接合体において、
前記接合体は、
2つの鉄鋼部材を準備する鉄鋼部材準備工程と、
前記2つの鉄鋼部材における接合予定面を突き合わせた状態で、前記2つの鉄鋼部材を所定の圧力条件で押圧しながら前記2つの鉄鋼部材を接合可能な第1温度に加熱することにより、前記2つの鉄鋼部材を互いに接合して接合体を形成する接合体形成工程と、
前記接合体を前記鉄鋼部材における A_1 変態点以上の第2温度に加熱した後、前記 A_1 変態点から600℃に降温するのに2時間以上かける条件で、前記接合体を600℃以下の第3温度に徐冷することにより、前記接合体における接合力を強化する接合力強化工程とをこの順序で行うことによって接合された接合体であることを特徴とする接合体。
- [3] 請求項1又は2に記載の接合体において、
前記鉄鋼部材は、Crを含有する鉄鋼部材であることを特徴とする接合体。
- [4] 請求項3に記載の接合体において、
前記鉄鋼部材は、熱間金型用鋼、冷間金型用鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼、機械構造用金属鋼又は高速度工具鋼からなる鉄鋼部材であることを特徴とする接合体。
- [5] 請求項1又は2に記載の接合体において、
前記鉄鋼部材は、Crを含有しない鉄鋼部材であることを特徴とする接合体。
- [6] 請求項5に記載の接合体において、

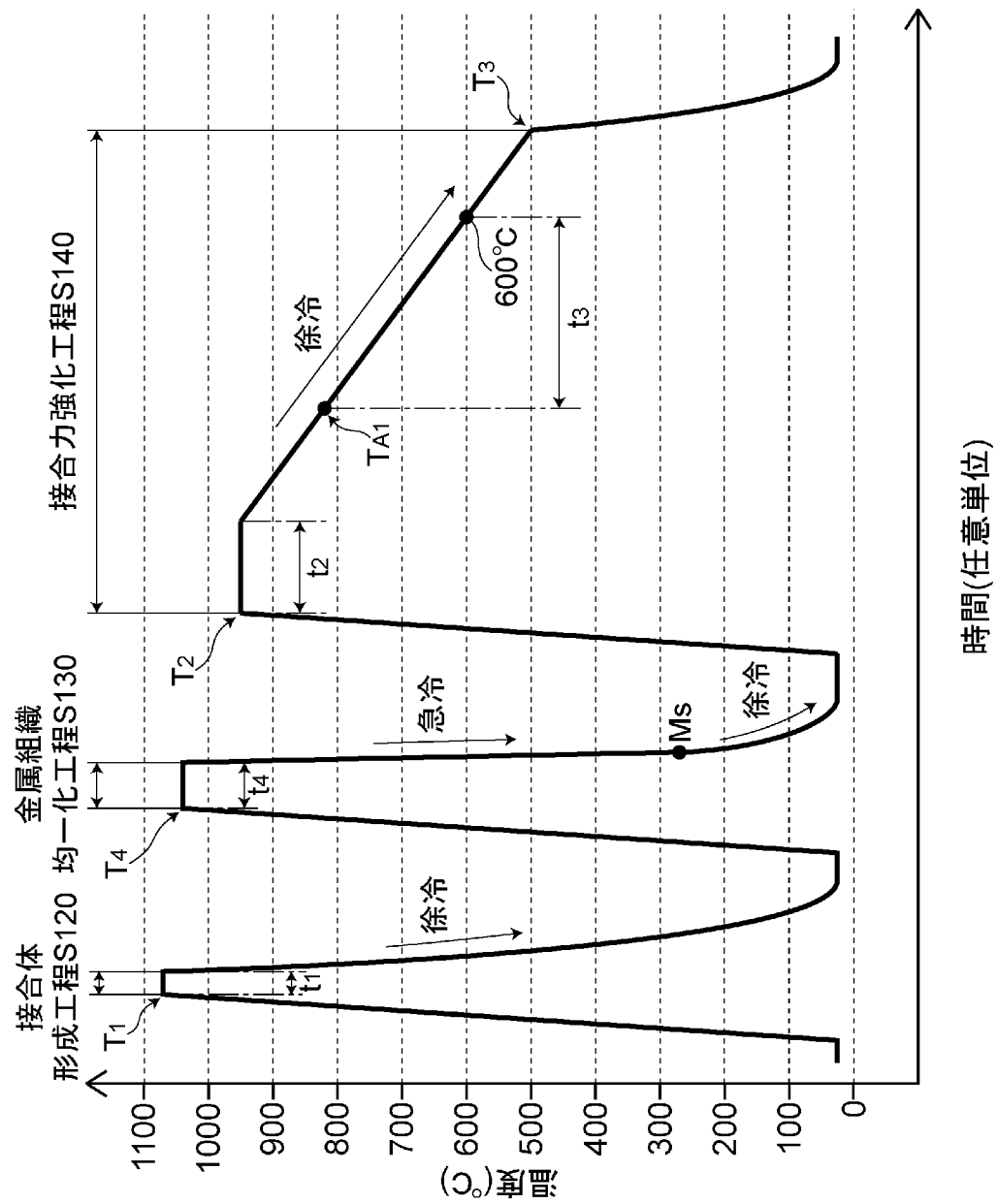
前記鉄鋼部材は、炭素鋼、一般構造用圧延鋼材、冷間圧延鋼板又は炭素鋼鍛鋼品からなる鉄鋼部材であることを特徴とする接合体。

- [7] 請求項1～6のいずれかに記載の接合体において、
前記2つの鉄鋼部材における接合予定面は、平面であることを特徴とする接合体。
- [8] 請求項7に記載の接合体において、
前記接合予定面における算術平均粗さRaは、 $0.2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする接合体。
- [9] 請求項1～8のいずれかに記載の接合体から製造された鉄鋼製品。
- [10] 請求項9に記載の鉄鋼製品において、
前記接合体における接合面のうち外側部分は、除去されていることを特徴とする鉄鋼製品。
- [11] 請求項9又は10に記載の鉄鋼製品において、
前記鉄鋼製品には、表面硬度を高くする表面処理が施されていることを特徴とする鉄鋼製品。
- [12] 請求項9～11のいずれかに記載の鉄鋼製品において、
前記鉄鋼製品は、ダイカスト金型であることを特徴とする鉄鋼製品。
- [13] 請求項12に記載のダイカスト金型を用いて製造されたダイカスト製品。

[図1]

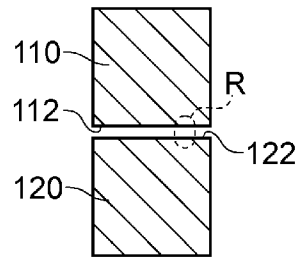


[図2]

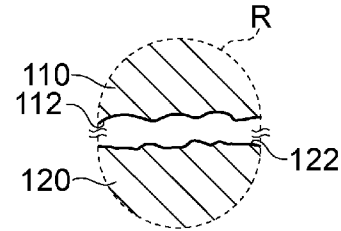


[図3]

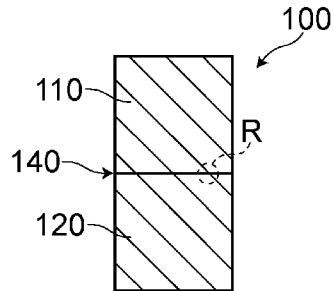
(a1) 鉄鋼部材準備工程S110



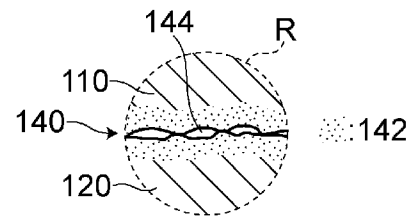
(a2) 鉄鋼部材準備工程S110



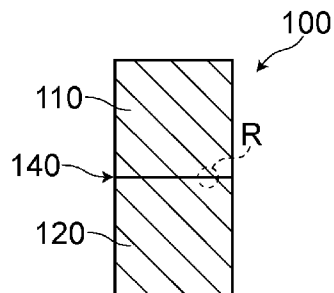
(b1) 接合体形成工程S120実施後



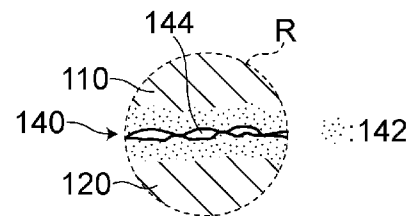
(b2) 接合体形成工程S120実施後



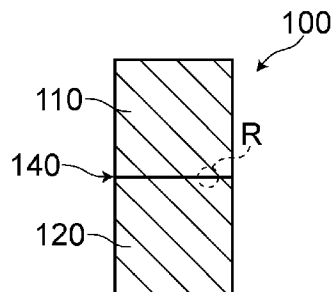
(c1) 金属組織均一化工程S130実施後



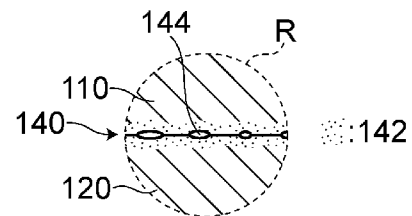
(c2) 金属組織均一化工程S130実施後



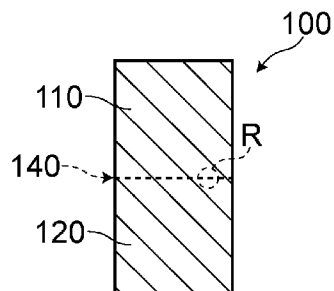
(d1) 接合力強化工程S140実施中



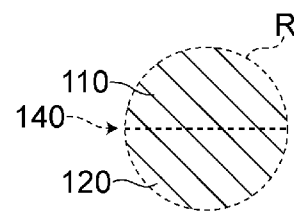
(d2) 接合力強化工程S140実施中



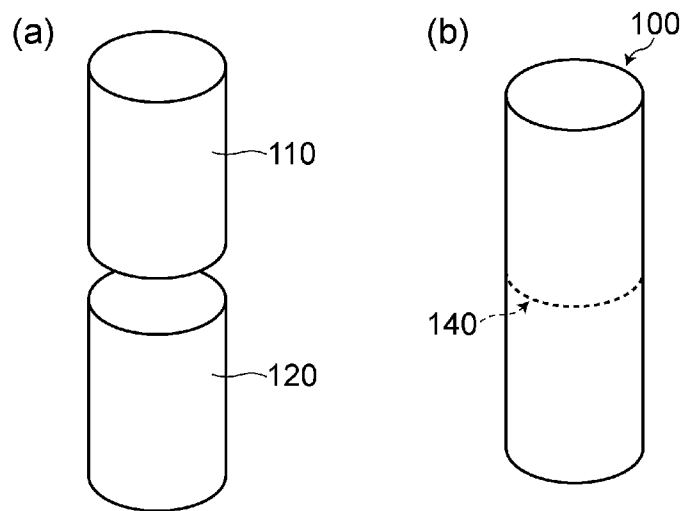
(e1) 接合力強化工程S140実施後



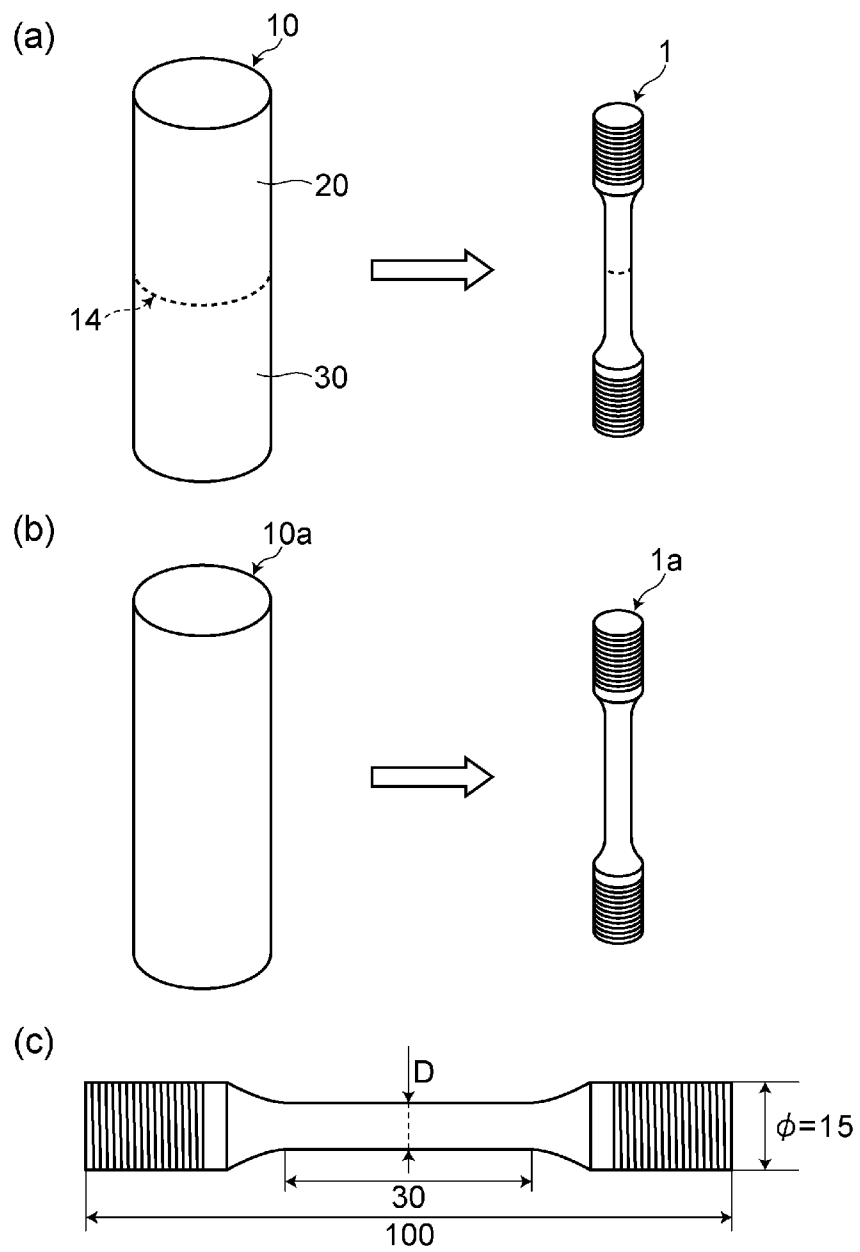
(e2) 接合力強化工程S140実施後



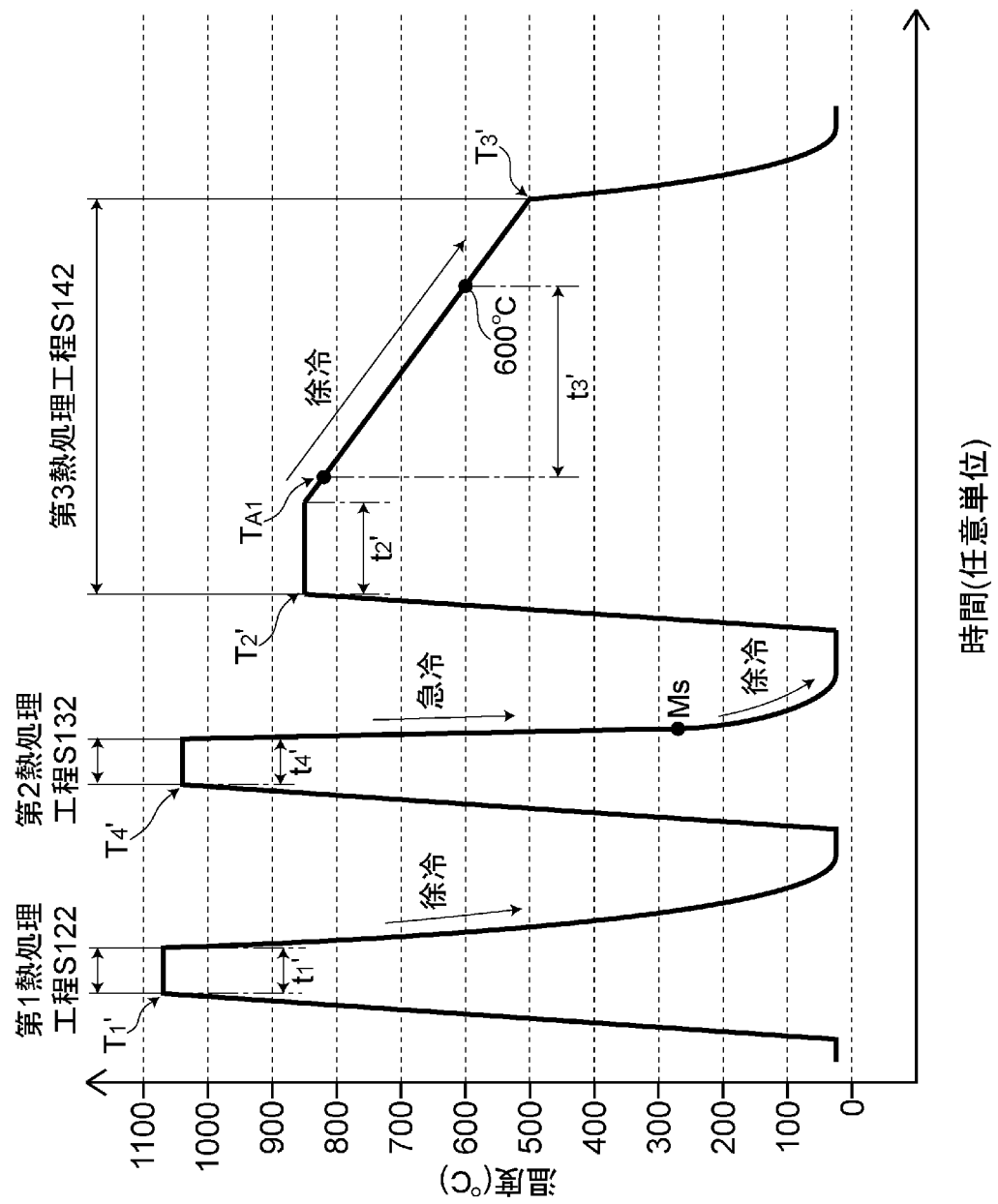
[図4]



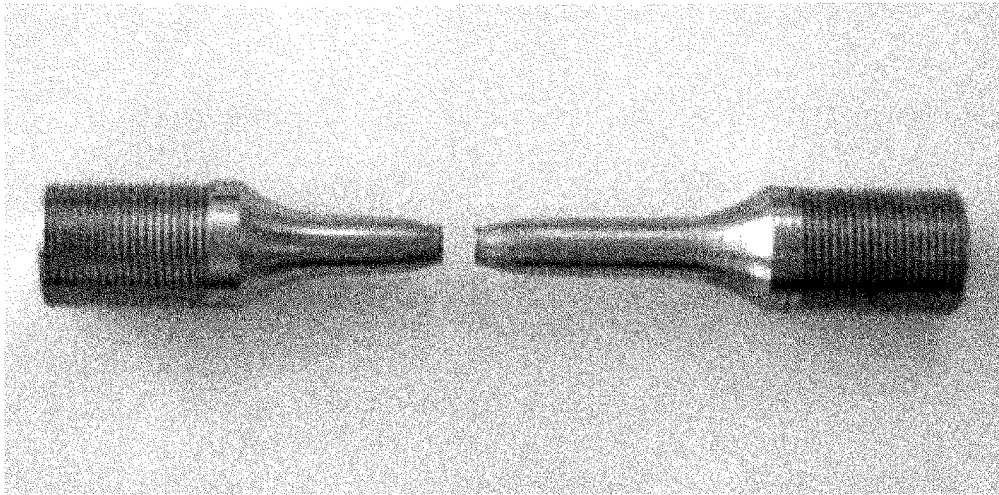
[図5]



[図6]

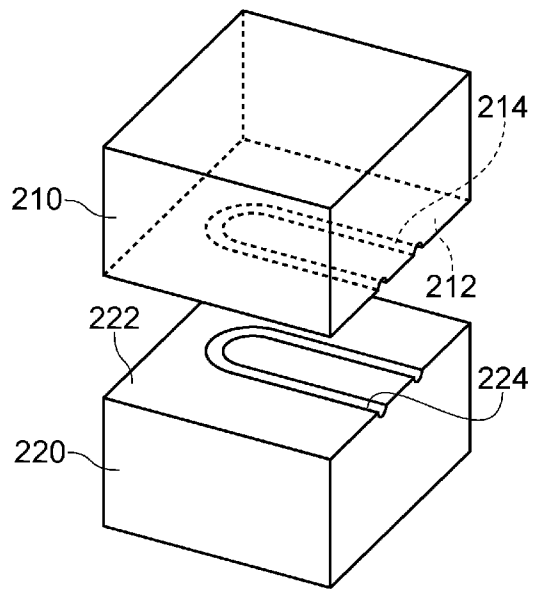


[図7]

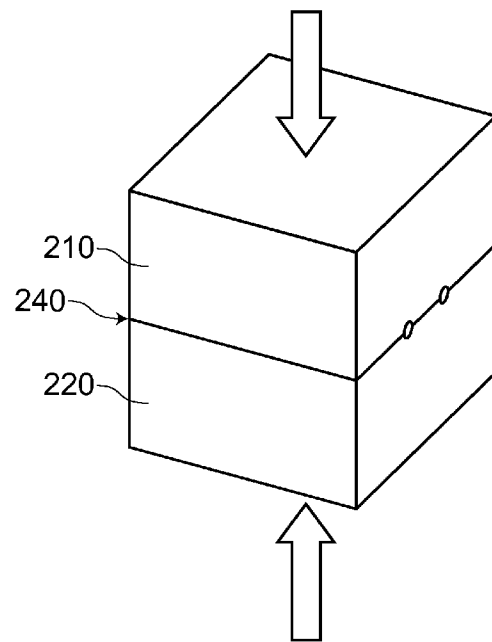


[図8]

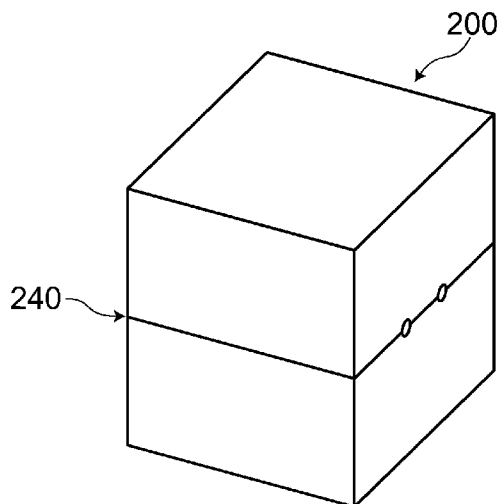
(a) 鉄鋼部材準備工程S210



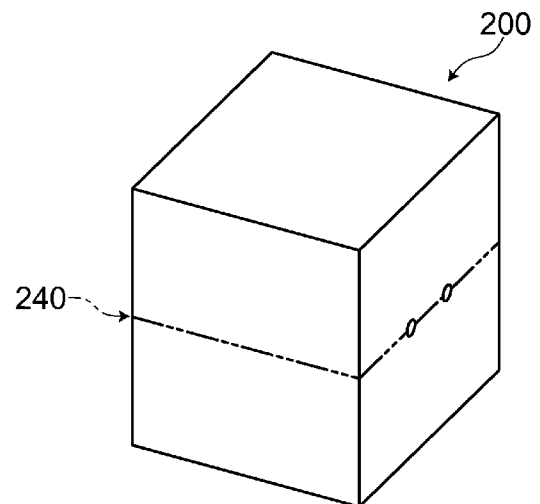
(b) 接合体形成工程S220実施中



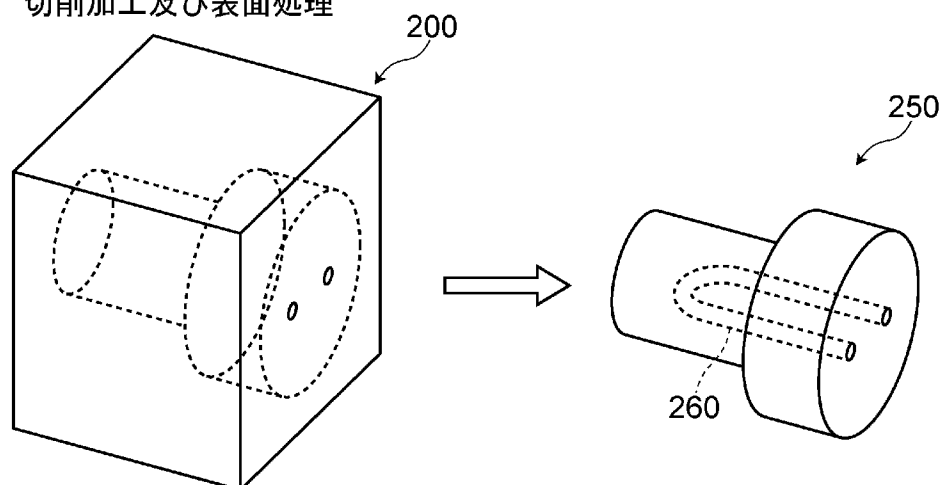
(c) 金属組織均一化工程S230実施後



(d) 接合力強化工程S240実施後

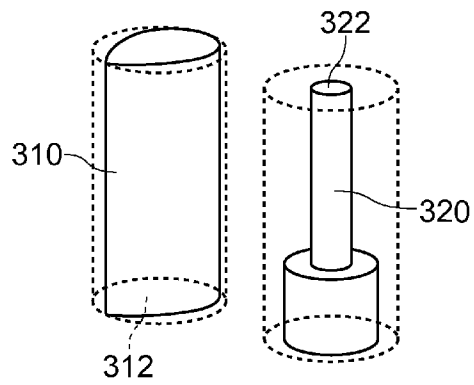


(e) 切削加工及び表面処理

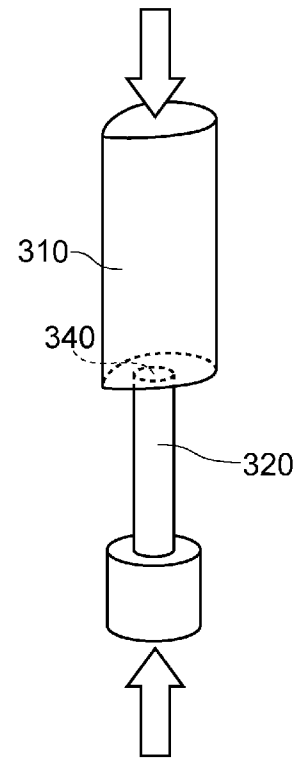


[図9]

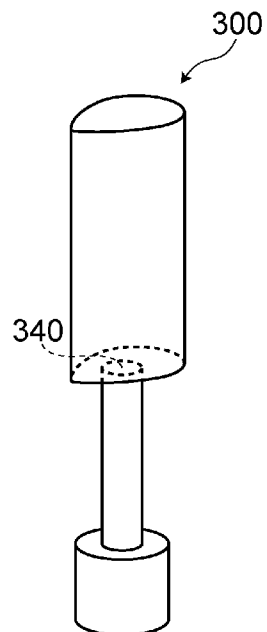
(a) 鉄鋼部材準備工程S310



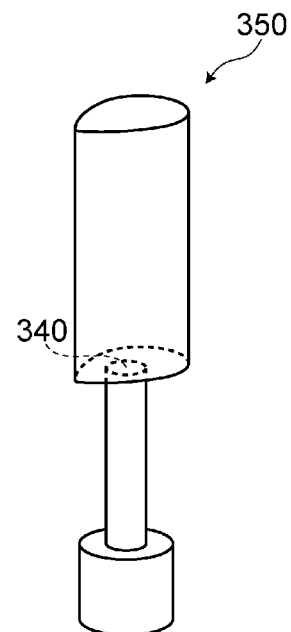
(b) 接合体形成工程S320



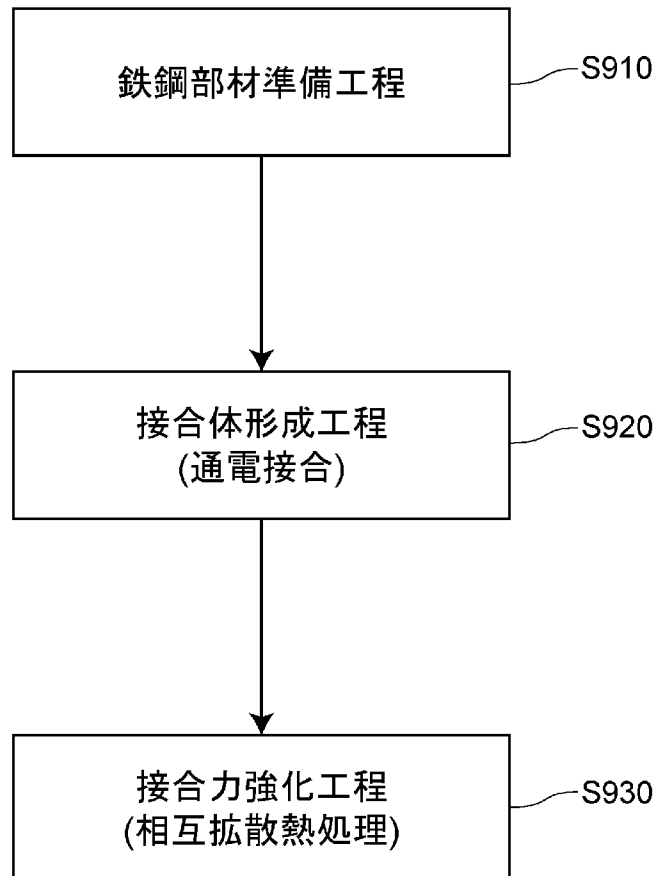
(c) 金属組織均一化工程S330



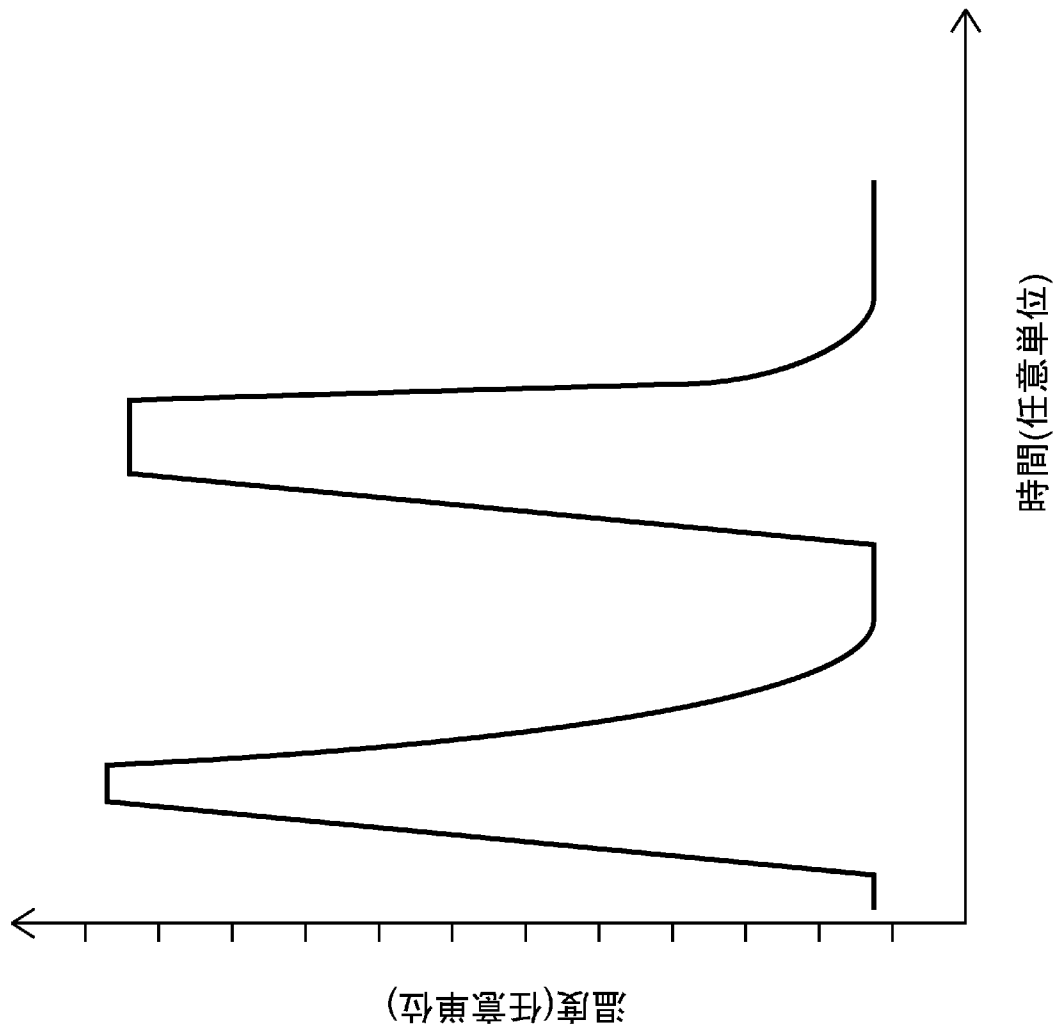
(d) 接合力強化工程S340



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067996

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/00(2006.01)i, B22D17/22(2006.01)i, B32B15/01(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)

B23K20/00, B22D17/22, B32B15/01

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 Y	JP 62-40980 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 21 February, 1987 (21.02.87), Page 1, left column, line 2 to page 3, right column, line 12; tables 1, 2 (Family: none)	1-9 10-13
Y	JP 2002-59270 A (Suwa Netsu Kogyo Co., Ltd., Sumitomo Coal Mining Co., Ltd.), 26 February, 2002 (26.02.02), Page 2, left column, line 1 to page 6, right column, line 29; Figs. 1 to 8 & EP 1162022 A1	10-13
A	JP 58-199679 A (Hitachi, Ltd.), 21 November, 1983 (21.11.83), Full text; drawings (Family: none)	1-13

☒ 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
10 December, 2007 (10.12.07)

Date of mailing of the international search report
18 December, 2007 (18.12.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067996

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 62-227597 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 06 October, 1987 (06.10.87), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 5-77063 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 30 March, 1993 (30.03.93), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 7-1011 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 06 January, 1995 (06.01.95), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 8-281768 A (Kobe Steel, Ltd.), 29 October, 1996 (29.10.96), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2001-300743 A (Daido Steel Co., Ltd.), 30 October, 2001 (30.10.01), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2002-301577 A (Daido Steel Co., Ltd.), 15 October, 2002 (15.10.02), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2003-225775 A (Daido Steel Co., Ltd.), 12 August, 2003 (12.08.03), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2005-262244 A (Suwa Netsu Kogyo Co., Ltd.), 29 September, 2005 (29.09.05), Full text; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2006-159212 A (Nippon Steel Corp.), 22 June, 2006 (22.06.06), Full text; drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B23K20/00(2006.01)i, B22D17/22(2006.01)i, B32B15/01(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（I P C）） Int.Cl. B23K20/00, B22D17/22, B32B15/01			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 7 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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 請求の範囲の番号	
X	JP 62-40980 A（住友金属工業株式会社）1987.02.21, 第1ページ左欄第2行－第3ページ右欄第12行、並びに表1及び表2（ファミリーなし）	1-9	
Y		10-13	
Y	JP 2002-59270 A（諏訪熱工業株式会社、住友石炭鉱業株式会社）2002.02.26, 第2ページ左欄第1行－第6ページ右欄第29行、及び図1－図8 & EP 1162022 A1	10-13	
☒ 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 「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 「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 1 0 . 1 2 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 1 8 . 1 2 . 2 0 0 7	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 松本 公一	3 P 3 5 0 6 電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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 請求の範囲の番号
A	JP 58-199679 A (株式会社日立製作所) 1983. 11. 21, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 62-227597 A (住友金属工業株式会社) 1987. 10. 06, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 5-77063 A (住友金属工業株式会社) 1993. 03. 30, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 7-1011 A (住友金属工業株式会社) 1995. 01. 06, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 8-281768 A (株式会社神戸製鋼所) 1996. 10. 29, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2001-300743 A (大同特殊鋼株式会社) 2001. 10. 30, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2002-301577 A (大同特殊鋼株式会社) 2002. 10. 15, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2003-225775 A (大同特殊鋼株式会社) 2003. 08. 12, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2005-262244 A (諏訪熱工業株式会社) 2005. 09. 29, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2006-159212 A (新日本製鐵株式会社) 2006. 06. 22, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-13