

(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
2024年10月24日(24.10.2024)



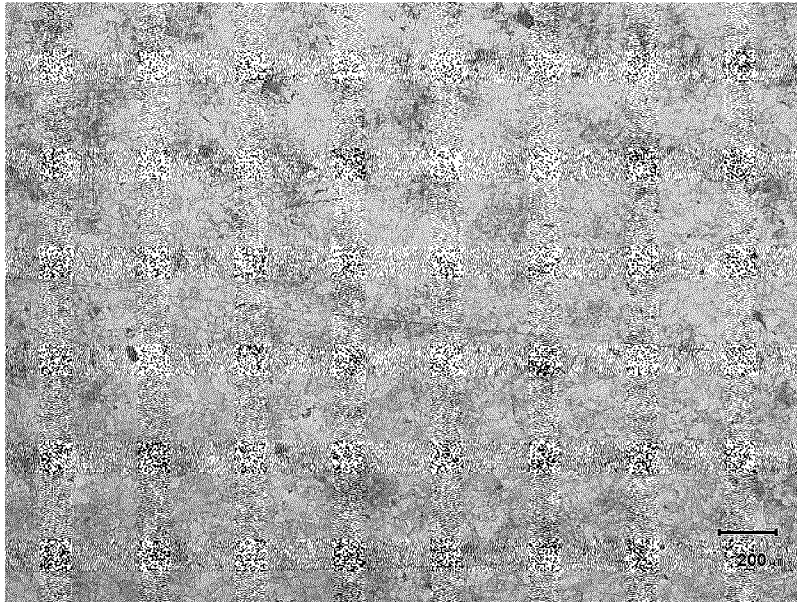
(10) 国際公開番号
WO 2024/219358 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C21D 6/04 (2006.01)
C21D 6/00 (2006.01) C22C 38/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/014980
- (22) 国際出願日: 2024年4月15日(15.04.2024)
- (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 2023-068722 2023年4月19日(19.04.2023) JP
- (71) 出願人: 新報国マテリアル株式会社(SHINHOKUKU MATERIAL CORP.) [JP/JP];
〒3501124 埼玉県川越市新宿町5丁目13番地1 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 大野 晴 康 (OHNO, Haruyasu);
〒3501124 埼玉県川越市新宿町5丁目13番地1 新報国マテリアル株式会社内 Saitama (JP). 小奈 浩太郎 (ONA, Kotaro); 〒3501124 埼玉県川越市新宿町5丁目13番地1 新報国マテリアル株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 青 木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.);
〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目23番1号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 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,

(54) Title: LOW THERMAL EXPANSION STEEL CASTING PRODUCT AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 低熱膨張鋳鋼品及びその製造方法

図2



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a low thermal expansion steel casting product having excellent plating properties. A low thermal expansion steel casting product according to the present invention has a chemical composition containing, in mass%, 0.040% or less of C, 0.30% or less of Si, 0.50% or less of Mn, 0.010% or less of S, 31.00-34.00% of Ni, 4.90-6.00% of Co, 0.0100% or less of O, and 0.010-0.100% of Al, the remaining portion being Fe and unavoidable impurities, has an austenite structure having an average grain



BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

size of 200 μm or less, and has an average thermal expansion coefficient of $0.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ or less at 25-100 $^{\circ}\text{C}$.

(57) 要約: 本発明はめっき性が良好な低熱膨張鋳鋼品を提供することを課題とする。本発明の低熱膨張鋳鋼品は、化学組成が、質量%で、C: 0.040%以下、Si: 0.30%以下、Mn: 0.50%以下、S: 0.010%以下、Ni: 31.00~34.00%、Co: 4.90~6.00%、O: 0.0100%以下、及びAl: 0.010~0.100%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物であり、オーステナイト組織の平均結晶粒径が200 μm 以下であり、25~100 $^{\circ}\text{C}$ における平均熱膨張係数が $0.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下である。

明 細 書

発明の名称：低熱膨張鋳鋼品及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は低い熱膨張係数を有する低熱膨張鋳鋼品及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] エレクトロニクスや半導体関連機器、レーザー加工機、超精密加工機器の部品材料として、熱的に安定なインバー合金が広く使用されている。

[0003] 特許文献1には、Ni：29.5～35%、Co：2.0～7.0%、Cr：0.001～2.0%を含有する、熱膨張係数が $0.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C} \sim 2.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の低熱膨張合金が開示されている。この合金は、均質溶体化処理後、焼入れするかあるいは $1^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以下の速度で冷却して焼鈍を行った後、10%以上の冷間圧延加工を行うことで得られる。

[0004] 特許文献2には、Co：65%以下、Ni：30%以下、Cr：10%以下を含有し、Co及びNiの合計含有量が25～65%である低熱膨張線が開示されている。特許文献2は、低熱膨張線を冷間加工によりオーステナイト相の一部の加工誘起マルテンサイト相に変態させる方法を開示している。

[0005] 特許文献3には、Ni：0.03～1.5%、NiとCoの合計：53～55%、Cr：9～10%を含有する低熱膨張合金を開示している。特許文献3は、合金を650～900℃で焼鈍した後、炉内で $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 未満の速度で冷却する方法を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第2796966号公報

特許文献2：特開平6-279945号公報

特許文献3：特許第5534150号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 低熱膨張鋳鋼品にめっきをする際には前処理が施される。前処理ではエッチングが行われるが、その際に鋳鋼品の表面にエッチピットが生じることがある。エッチピットが生じると、めっき性が低下し、めっきを施した際にピンホールが生じる場合がある。

[0008] 本発明は、上記の問題を解決し、めっきの前処理におけるエッチピットの発生を抑制した、めっき性が良好な低熱膨張鋳鋼品を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは、低熱膨張鋳鋼品においてエッチピットを抑制する方法を鋭意検討し、本発明をなした。本発明は以下の態様を含む。

[0010] (1) 化学組成が、質量%で、C : 0.040%以下、Si : 0.30%以下、Mn : 0.50%以下、S : 0.010%以下、Ni : 31.00~34.00%、Co : 4.90~6.00%、O : 0.0100%以下、及びAl : 0.010~0.100%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物であり、オーステナイト組織の平均結晶粒径が $200\mu\text{m}$ 以下であり、 $25\sim 100^{\circ}\text{C}$ における平均熱膨張係数が $0.4\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることを特徴とする低熱膨張鋳鋼品。

[0011] (2) 前記(1)の低熱膨張鋳鋼品を製造する方法であって、化学組成が、質量%で、C : 0.040%以下、Si : 0.30%以下、Mn : 0.50%以下、S : 0.010%以下、Ni : 31.00~34.00%、Co : 4.90~6.00%、O : 0.0100%以下、及びAl : 0.010~0.100%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物である鋳鋼品を、Ms点以下まで冷却して、Ms点以下の温度で0.5~3hr保持した後室温まで昇温するクライオ処理工程と、クライオ処理を施した鋳鋼品を、 $800\sim 1100^{\circ}\text{C}$ に加熱し、0.5~5hr保持した後急冷する再結晶処理工程と、を順に備えることを特徴とする低熱膨張鋳鋼品の製造方法。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、めっき性が良好な低熱膨張鋳鋼品を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]鋳鋼品にクライオ処理を施した後の組織の一例である。

[図2]鋳鋼品に再結晶処理を施した組織の一例である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明について詳細に説明する。

[0015] <化学組成>

はじめに、本発明の鋳鋼品の化学組成について説明する。以下、化学組成に関する「％」は特に断りのない限り「質量％」を表すものとする。

[0016] (C : 0.040％以下)

Cは、オーステナイトに固溶し強度の上昇に寄与する。しかしながら、Cは再結晶処理工程でマトリックスに固溶し、冷却時に析出し、熱膨張係数を大きくする。25～100℃における平均熱膨張係数を $0.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下にするためには、Cの析出量を低くする必要がある。したがって、Cの含有量を0.040％以下とする。Cの含有量は0.035％以下、0.030％以下、0.025％以下、又は0.020％以下であってよい。Cの含有量は0.001％以上、0.002％以上、0.003％以上、0.004％以上、又は0.005％以上であってよい。

[0017] (Si : 0.30％以下、Mn : 0.50％以下)

Si及びMnは脱酸剤として添加される。本発明においては、吹かれの無い健全な鋳鋼品をつくるため、脱酸に必要な最小限の量をそれぞれ添加すればよい。最終的に製造される鋳鋼品にはSi、Mnが含有される必要はなく、Siの含有量及びMnの含有量は0％であってよいが、それぞれ、Si : 0.30％以下、Mn : 0.50％以下の範囲で含有してもよい。脱酸はAlでも行えるため、Si、Mnは添加しなくてもよい。Siの含有量は0.25％以下、0.20％以下、0.15％以下、0.10％以下であってよい。Siの含有量は0.01％以上、0.02％以上、0.03％以上、0.04％以上、又は0.05％以上であってよい。Mnの含有量は0.40

%以下、0.30%以下、0.20%以下であってよい。Mnの含有量は0.01%以上、0.05%以上、0.08%以上、0.10%以上、0.12%以上、0.15%以上であってよい。

[0018] (S : 0.010%以下)

Sは不純物として含有される。Sは硫化物を生成し、生成された硫化物はめっきの前処理時にエッチピットの発生原因となる。硫化物の生成を抑えるため、Sの含有量は0.010%以下とする。Sの含有量は0.009%以下、0.008%以下、0.007%以下、0.006%以下、又は0.005%以下であってよい。Sの含有量は少ないほどよく、Sの含有量は0%であってよい。ただし、Sの含有量を0%とするのはコスト増となるので、Sの含有量は0.001%以上、又は0.002%以上であってよい。

[0019] (Ni : 31.00~34.00%)

Niは、熱膨張係数を低下させる元素である。Niの含有量が多すぎても少なすぎても熱膨張係数が十分に小さくならない。また、Niの含有量が多すぎると冷却によりマルテンサイト変態を生じさせるのが困難になる。25~100℃における平均熱膨張係数を $0.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下にするためには、Niの含有量を狭い範囲に制御する必要がある。具体的には、Niの含有量は31.00~34.00%の範囲とする。Niの含有量は、31.20%以上、31.30%以上、31.50%以上であってよい。Niの含有量は33.50%以下、33.00%以下、32.50%以下であってよい。

[0020] (Co : 4.90~6.00%)

Coは、Niとの組み合わせにより熱膨張係数の低下に寄与する。25~100℃における平均熱膨張係数を $0.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下にするためには、Coの含有量を狭い範囲に制御する必要がある。具体的には、Coの含有量は4.90~6.00%である。Coの含有量は5.80%以下、5.70%以下、5.60%以下、5.50%以下、又は5.40%以下であってよい。Coの含有量は、4.95%以上、5.00%以上、5.05%以上、5.10%以上、又は5.15%以上であってよい。

[0021] (O : 0.0100%以下)

Oは不純物として含有される。Oは酸化物を生成し、生成された酸化物はめっきの前処理時にエッチピットの発生原因となる。酸化物の生成を抑えるため、Oの含有量は0.0100%以下とする。Oの含有量は0.0090%以下、0.0080%以下、0.0070%以下、0.0060%以下、又は0.0050%以下であってよい。Oの含有量は少ないほどよく、Oの含有量は0%であってよい。ただし、Oの含有量を0%とするのはコスト増となるので、Oの含有量は0.0001%以上、0.0005%以上、0.0010%以上、0.0015%以上、又は0.0020%以上であってよい。

[0022] (Al : 0.010~0.100%)

Alは脱酸剤として添加される。本発明の低熱膨張鋳物においては、Oの含有量を0.0100%以下とするために十分なAlを含有させる。そのため、最終的に製造される鋳鋼品におけるAlの含有量が0.010~0.100%となるようにする。Alの含有量は0.015%以上、0.020%以上、0.025%以上、0.030%以上、0.035%以上、又は0.040%以上であってよい。Alの含有量は0.090%以下、0.085%以下、0.080%以下、0.075%以下、又は0.070%以下であってよい。

[0023] 化学組成の残部は、Fe及び不可避免の不純物である。不可避免の不純物とは、本発明で規定する化学組成を有する鋼を工業的に製造する際に、原料や製造環境等から、意図的に鋼に含有させたものではなく、不可避免に混入するものをいう。不可避免の不純物としては、製造工程において意図的に添加していない元素であるP、Cuなどが挙げられる。不純物の含有量は本発明の効果に影響を与えない範囲であれば限定されない。不純物の含有量は、質量%で、合計で、0.50%以下、0.40%以下、0.30%以下、0.20%以下、0.15%以下、0.10%以下、0.05%以下、又は0%であってよい。

[0024] <鋳鋼品の組織>

本発明の鋳鋼品の組織は、平均粒径が $200\mu\text{m}$ 以下のオーステナイト組織である。組織は、微細な等軸晶を中心とする。組織のすべてが等軸晶である必要はないが、等軸晶の割合が面積率で60%以上であることが好ましい。等軸晶の割合が面積率で90%以上であればより好ましく、95%以上であればさらに好ましい。

[0025] オーステナイトの平均結晶粒径は、鋳鋼品の中心部付近から組織観察用試料を切り出し、観察面を鏡面研磨後、Marble試薬にてエッチングを行い光学顕微鏡にて観察した結晶粒の円相当径の平均値として求めた。

[0026] <熱膨張係数>

本発明の鋳鋼品は、 $25\sim 100^{\circ}\text{C}$ における平均熱膨張係数が $0.4\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下である。熱膨張係数は、鋳鋼品の中心部付近から熱膨張測定試験片を採取し、熱膨張測定機を用いて 0°C から 130°C まで昇温速度 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で加熱し測定し、 25 から 100°C の平均熱膨張係数を測定する。熱膨張測定装置としては、NETZSCH社製DIL 402Cを使用することができる。 $25\sim 100^{\circ}\text{C}$ における平均熱膨張係数は、 $0.40\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、 $0.35\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、 $0.30\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下、又は $0.25\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下であってよい。

[0027] 《製造方法》

次に、本発明の低熱膨張鋳鋼品の製造方法について説明する。

[0028] (鋳造)

はじめに、鋳鋼品が前述した化学組成を有するものとなるように調整した溶鋼を製造する。溶鋼の製造方法は特に限定されるものではなく、公知の装置、方法を用いればよい。次に、溶鋼を鋳型へ注入して凝固させ、鋳鋼品を得る。鋳型や、鋳型への溶鋼の注入装置、注入方法は特に限定されるものではなく、公知の装置、方法を用いればよい。鋳型で製造された鋳鋼品の組織は柱状晶を中心とした組織となる。得られた鋳鋼品に、以下の熱処理を施す。

[0029] (クライオ処理工程)

次に、鋳鋼品を、 M_s 点以下まで急冷し、 M_s 点以下の温度で0.5～3 h r保持した後、室温まで昇温する（クライオ処理工程）。冷却の方法は特に限定されない。一般的に、 M_s 点は鋼の組成を用いて、下記の式で推定できる。

$$[0030] \quad M_s \text{ (}^\circ\text{C)} = 521 - 353C - 22Si - 24.3Mn - 7.7Cu - 17.3Ni - 17.7Cr - 25.8Mo$$

ここで、C、Si、Mn、Cu、Ni、Cr、Moは各元素の含有量（質量％）である。含有しない元素は0とする。

[0031] 本発明の低熱膨張鋳鋼品の化学組成の場合、上式で計算される M_s 点は、特にNiの含有量に依存して、 -10°C から -70°C 程度となるので、冷却媒体としてはドライアイスとメチルアルコールあるいはエチルアルコール、液体窒素に浸漬する方法、あるいは液体窒素を噴霧する方法が用いることができる。これにより、微細なマルテンサイトを含有した組織が形成される。また、昇温は室温の大気中に引き上げることで行えばよい。図1に、クライオ処理工程の後の組織の例を示す。組織写真中、黒い部分がマルテンサイトである。多量のマルテンサイトが生成することにより、次の再結晶処理工程においてオーステナイト粒径が微細化する。

[0032] (再結晶処理工程)

次に、鋳鋼品を $800\sim 1100^\circ\text{C}$ まで再加熱し、 $800\sim 1100^\circ\text{C}$ で0.5～5 h r保持し、急冷する。これにより、マルテンサイトが形成された組織はオーステナイト組織へと戻る。通常の凝固により形成される組織の結晶粒径は $1\sim 10\text{ mm}$ 程度であるが、上記のクライオ処理工程と、その後の再結晶処理工程を経ることで、オーステナイト組織は、等軸晶を中心とした平均粒径が $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下となる微細な組織となる。急冷の冷却速度は、保持温度から室温までの平均冷却速度で、 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 以上が好ましく、 $30^\circ\text{C}/\text{min}$ 以上がより好ましく、 $100^\circ\text{C}/\text{min}$ 以上がさらに好まし

い。図 2 に、再結晶処理工程の後の組織の例を示す。再結晶処理工程後の組織が、平均粒径が $200\ \mu\text{m}$ 以下となる微細な組織となっていることが確認できる。

[0033] (溶体化処理工程)

クライオ処理の前に、鋳鋼品を $800\sim 1100^{\circ}\text{C}$ に加熱して、 $0.5\sim 5\ \text{hr}$ 保持し、急冷する溶体化処理工程を設けてもよい。溶体化処理工程は必須の工程ではなく、必要に応じて実施してよい。溶体化により、鋳造時に析出した析出物が固溶して、延性、靱性が向上する。

[0034] (拡散処理工程)

クライオ処理工程の前（溶体化処理工程を設けた場合は溶体化処理工程の前）に、さらに、鋳鋼品を $1100\sim 1300^{\circ}\text{C}$ で $5\sim 50\ \text{hr}$ 保持する拡散処理工程を備えてもよい。拡散処理工程は必須の工程ではなく、必要に応じて実施してよい。これにより鋼中の Ni 及び不純物の偏析がなくなり、大きなサイズの鋳鋼品であっても、低い熱膨張係数を有する鋳鋼品をより安定して製造できる。

[0035] (調質処理工程)

クライオ処理工程と再結晶処理工程の間に、再結晶オーステナイト結晶粒をより微細化させるために、鋳鋼品を AC_3 点直下の $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ に加熱し、 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ で $1\sim 10\ \text{hr}$ 保持するマルテンサイトの調質処理を施してもよい。調質処理工程は必須の工程ではなく、必要に応じて実施してよい。

実施例

[0036] <発明例 1>

高周波溶解炉を用いて、溶湯を鋳型に注湯し、表 1 の No. 1 に示す組成を有する Y 型供試材を製造した。製造した Y 型供試材に対して、 -80°C まで冷却させ、 $1.5\ \text{hr}$ 保持するクライオ処理を施し、続いて、 350°C に加熱し $4\ \text{hr}$ 保持する調質処理を行い、さらに、 1100°C まで再加熱し、 $2.0\ \text{hr}$ 保持し、 $2000^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で急冷する再結晶処理を施し、低熱

膨張鋳鋼品を得た。

[0037] <発明例 2～8、比較例 1～6>

組成、クライオ処理、再結晶処理の温度を表 1 及び表 2 に記載の条件とした他は実施例 1 と同様にして、低熱膨張鋳鋼品を得た。表 2 中の各処理温度について、「－」は、その工程を設けなかったことを意味する。なお、発明例 6、比較例 5 では、クライオ処理工程の前に、前述した拡散処理工程を設けた。発明例 7、8、比較例 6 では、クライオ処理工程の前に前述した溶体化処理工程を設け、発明例 8 では溶体化処理工程の前に、さらに、拡散処理工程を設けた。また、発明例 1、2、6、8、比較例 1、2、4 では、クライオ処理工程と再結晶処理工程の間に、前述した調質処理工程を設けた。拡散処理工程、溶体化処理工程、調質処理工程の保持温度は表 2 に記載のとおりであり、保持時間は、それぞれ、20 hr、2 hr、5 hr とした。なお、表 2 に記載の MS 点は、上述の推定式により求められた値である。

[0038] (オーステナイトの平均結晶粒径、25～100℃の平均熱膨張係数)

得られた低熱膨張鋳鋼品に対して、前述の方法で、オーステナイトの平均結晶粒径、25～100℃の平均熱膨張係数を求めた。

[0039] (めっき性)

めっき性は以下の方法で評価した。得られた低熱膨張鋳鋼品から 50 mm × 50 mm × 厚さ 10 mm の試料を採取し、表面を塩酸で酸洗を行った後、さらに、塩酸と硫酸の混合液で酸洗を行ってから、Ni めっき厚さが約 100 μm となるように 8 時間浸漬を行った。

[0040] めっき後の試料に対して、50 mm × 50 mm 表面を光学顕微鏡で観察し、直径が 200 μm 以上のめっき欠損部（ピンホール）の有無で評価した。ピンホールが観察されなかった場合にめっき性が良好であると判断した。

[0041] 以上の結果を表 2 に示す。

[0042]

[表1]

表 1

No.	成分組成（質量％） 残部：Fe及び不純物							
	C	Si	Mn	S	Ni	Co	Al	O
発明例1	0.005	0.10	0.16	0.004	31.37	5.18	0.070	0.0032
発明例2	0.002	0.04	0.21	0.003	33.16	5.09	0.020	0.0021
発明例3	0.017	0.09	0.18	0.003	31.98	5.21	0.045	0.0026
発明例4	0.012	0.15	0.19	0.004	32.30	5.44	0.027	0.0031
発明例5	0.008	0.13	0.23	0.006	31.70	5.86	0.023	0.0019
発明例6	0.005	0.10	0.16	0.004	31.37	5.18	0.070	0.0032
発明例7	0.002	0.04	0.21	0.003	33.16	5.09	0.020	0.0021
発明例8	0.017	0.09	0.18	0.003	31.98	5.21	0.045	0.0026
比較例1	0.002	0.04	0.17	0.003	32.75	<u>3.46</u>	0.052	0.0029
比較例2	0.009	0.09	0.24	<u>0.019</u>	32.41	<u>6.49</u>	0.034	<u>0.0450</u>
比較例3	0.001	0.08	0.38	0.007	<u>35.63</u>	4.90	<u>0.002</u>	<u>0.0142</u>
比較例4	0.006	<u>0.36</u>	<u>0.62</u>	0.008	<u>30.40</u>	<u>4.50</u>	0.013	0.0036
比較例5	0.002	0.04	0.17	0.003	32.75	<u>3.46</u>	0.052	0.0029
比較例6	0.009	0.09	0.24	<u>0.019</u>	32.41	<u>6.49</u>	0.034	<u>0.0450</u>

※下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0043] [表2]

表 2

No.	拡散処理 温度	溶体化 処理温度	MS点	クライオ 処理温度	調質処理 温度	再結晶 処理温度	結晶 粒径	熱膨張係数 (25~100℃)	めっき性 (ピンホール 有無)
	[℃]	[℃]	[℃]	[℃]	[℃]	[℃]	[μm]	[$\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$]	
発明例1	-	-	-30	-80	350	1100	120	0.30	なし
発明例2	-	-	-59	-196	400	850	95	0.34	なし
発明例3	-	-	-45	-196	-	900	75	0.25	なし
発明例4	-	-	-50	-196	-	900	50	0.31	なし
発明例5	-	-	-39	-80	-	1000	105	0.37	なし
発明例6	1200	-	-30	-80	300	900	110	0.25	なし
発明例7	-	900	-59	-196	-	1000	50	0.21	なし
発明例8	1150	800	-45	-196	300	850	60	0.18	なし
比較例1	-	-	-51	-196	320	800	80	<u>0.53</u>	なし
比較例2	-	-	-51	-196	350	1000	150	<u>0.73</u>	あり
比較例3	-	-	-107	-	-	-	<u>1200</u>	<u>2.78</u>	あり
比較例4	-	-	-30	-80	300	1100	70	<u>2.30</u>	なし
比較例5	1200	-	-51	-196	-	900	70	<u>0.50</u>	なし
比較例6	-	1000	-51	-196	-	1100	145	<u>0.69</u>	あり

※下線は本発明の範囲外、又は所望の特性が得られなかったことを示す。

[0044] 表2に示すとおり、本発明例の低熱膨張鋳鋼品は、25~100℃で低い

熱膨張係数が得られ、また、めっき性が良好であることが確認できた。

[0045] 比較例 1 は、C o の含有量が少なく、熱膨張係数が大きくなった。

[0046] 比較例 2 は、C o、S、及び O の含有量が多く、熱膨張係数が大きくなり、また、めっき性に劣った。

[0047] 比較例 3 は、N i の含有量が多く、また、A l 及び O の含有量が少なく、さらに、クライオ処理、再結晶処理を施さなかった例である。その結果、結晶粒径が微細化せず、熱膨張係数が大きくなり、また、めっき性に劣った。

[0048] 比較例 4 は、S i、M n の含有量が多く、また、N i 及び C o の含有量が少なく、熱膨張係数が大きくなった。

[0049] 比較例 5 は、C o の含有量が少なく、熱膨張係数が大きくなった。

[0050] 比較例 6 は、C o、S、及び O の含有量が多く、熱膨張係数が大きくなり、また、めっき性に劣った。

請求の範囲

[請求項1]

化学組成が、質量％で、

C : 0.040％以下、

Si : 0.30％以下、

Mn : 0.50％以下、

S : 0.010％以下、

Ni : 31.00～34.00％、

Co : 4.90～6.00％、

O : 0.0100％以下、及び

Al : 0.010～0.100％を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物であり、

オーステナイト組織の平均結晶粒径が $200\mu\text{m}$ 以下であり、

$25\sim 100^{\circ}\text{C}$ における平均熱膨張係数が $0.4\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下である

ことを特徴とする低熱膨張鋳鋼品。

[請求項2]

請求項1に記載の低熱膨張鋳鋼品を製造する方法であって、

化学組成が、質量％で、

C : 0.040％以下、

Si : 0.30％以下、

Mn : 0.50％以下、

S : 0.010％以下、

Ni : 31.00～34.00％、

Co : 4.90～6.00％、

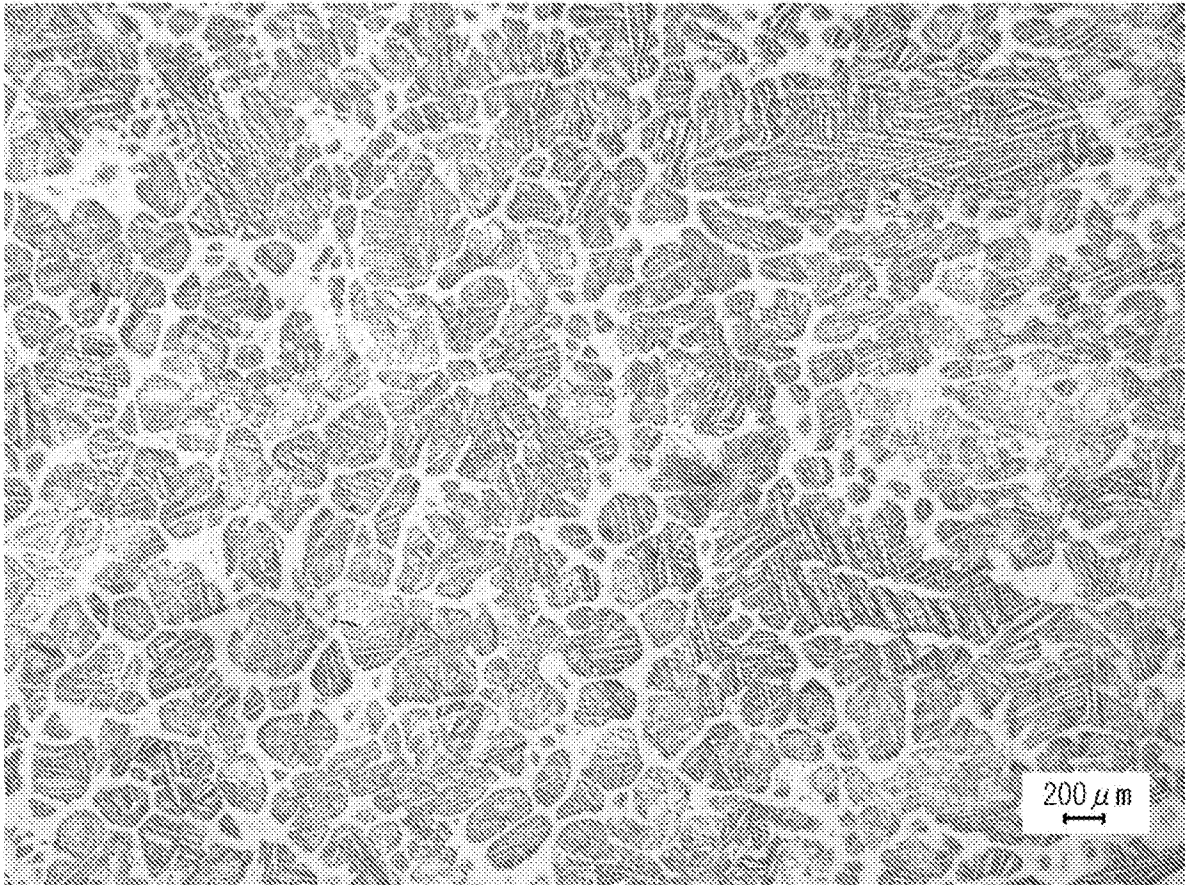
O : 0.0100％以下、及び

Al : 0.010～0.100％を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物である鋳鋼品を、Ms点以下まで冷却して、Ms点以下の温度で0.5～3hr保持した後室温まで昇温するクライオ処理工程と、

クライオ処理を施した鋳鋼品を、 $800\sim 1100^{\circ}\text{C}$ に加熱し、 $0.5\sim 5\text{ hr}$ 保持した後急冷する再結晶処理工程と、を順に備えることを特徴とする低熱膨張鋳鋼品の製造方法。

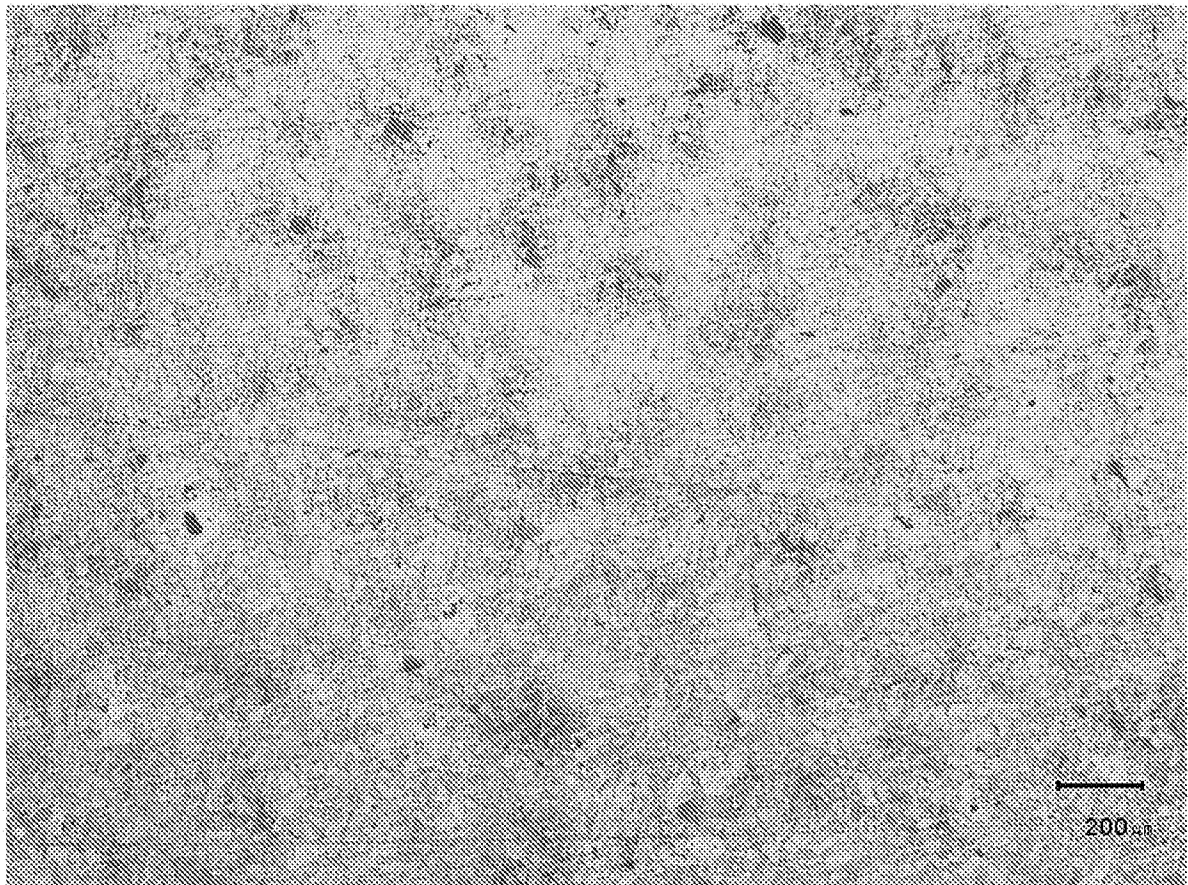
[図1]

図1



[図2]

図2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/014980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**C22C 38/00**(2006.01)i; **C21D 6/00**(2006.01)i; **C21D 6/04**(2006.01)i; **C22C 38/10**(2006.01)i

FI: C22C38/00 302R; C22C38/10; C21D6/00 101A; C21D6/00 101H; C21D6/04

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)

C22C38/00-C22C38/60; C21D6/00-C21D6/04; C21D8/00-C21D8/10

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 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); Cplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2016-27187 A (SHIN-HOKOKU STEEL CORP.) 18 February 2016 (2016-02-18) claims, paragraphs [0054]-[0059]	1-2
Y		1-2
Y	JP 11-269616 A (NIPPON MINING & METALS CO., LTD.) 05 October 1999 (1999-10-05) paragraphs [0017], [0023]	1-2
X	JP 2016-27188 A (SHIN-HOKOKU STEEL CORP.) 18 February 2016 (2016-02-18) claims, paragraphs [0041]-[0045]	1-2
A	JP 2009-525400 A (THYSENKRUPP VDM GMBH) 09 July 2009 (2009-07-09)	1-2
A	JP 2018-145491 A (SHIN-HOKOKU STEEL CORP.) 20 September 2018 (2018-09-20)	1-2

☐ 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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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 May 2024

Date of mailing of the international search report

18 June 2024

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/014980

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2016-27187	A	18 February 2016	CN	105296844	A	
JP	11-269616	A	05 October 1999	(Family: none)			
JP	2016-27188	A	18 February 2016	CN	105296846	A	
JP	2009-525400	A	09 July 2009	US	2010/0175847	A1	
				CN	101379210	A	
JP	2018-145491	A	20 September 2018	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

C22C 38/00(2006.01)i; C21D 6/00(2006.01)i; C21D 6/04(2006.01)i; C22C 38/10(2006.01)i
FI: C22C38/00 302R; C22C38/10; C21D6/00 101A; C21D6/00 101H; C21D6/04

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））

C22C38/00-C22C38/60; C21D6/00-C21D6/04; C21D8/00-C21D8/10

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 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); CPlus/REGISTRY (STN)

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	JP 2016-27187 A（新報国製鉄株式会社）18.02.2016（2016-02-18） 特許請求の範囲、[0054] - [0059]	1-2
Y		1-2
Y	JP 11-269616 A（日鉱金属株式会社）05.10.1999（1999-10-05） [0017] [0023]	1-2
X	JP 2016-27188 A（新報国製鉄株式会社）18.02.2016（2016-02-18） 特許請求の範囲、[0041] - [0045]	1-2
A	JP 2009-525400 A（ティッセンクルップ ファオ デー エム ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング）09.07.2009（2009-07-09）	1-2
A	JP 2018-145491 A（新報国製鉄株式会社）20.09.2018（2018-09-20）	1-2

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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 21.05.2024

国際調査報告の発送日 18.06.2024

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）

小川 武 4K 9270

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

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/JP2024/014980

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2016-27187	A	18.02.2016	CN	105296844	A	
JP	11-269616	A	05.10.1999	(ファミリーなし)			
JP	2016-27188	A	18.02.2016	CN	105296846	A	
JP	2009-525400	A	09.07.2009	US	2010/0175847	A1	
				CN	101379210	A	
JP	2018-145491	A	20.09.2018	(ファミリーなし)			