

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年3月1日(01.03.2018)



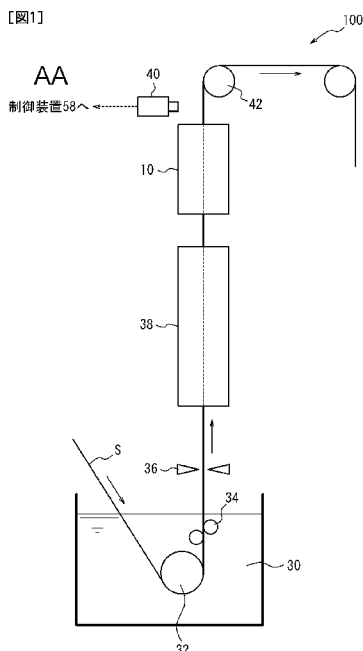
(10) 国際公開番号

WO 2018/037916 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 2/28 (2006.01) C23C 2/26 (2006.01)
B21B 45/02 (2006.01) C23C 2/40 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/028840
- (22) 国際出願日: 2017年8月8日(08.08.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-162065 2016年8月22日(22.08.2016) JP
特願 2016-249598 2016年12月22日(22.12.2016) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 寺崎 優(TERASAKI Yu); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 高橋 秀行(TAKAHASHI Hideyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 小山 琢実(KOYAMA Takumi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 向亮一(MUKO Ryoichi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 山本章央(YAMAMOTO Akihiro); 〒1000011 東京都千代

(54) Title: HIGH-TEMPERATURE METAL COOLING METHOD AND HOT-DIP-GALVANIZED STEEL STRIP PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 高温金属の冷却方法及び熔融亜鉛めっき鋼帯の製造方法



AA To control device 58

(57) Abstract: Provided is a high-temperature metal cooling method which, without using a device having a complicated configuration, improves cooling performance and enables uniform cooling by means of an injection liquid. The high-temperature metal cooling method according to the present invention is characterized by comprising cooling a high-temperature metal that is being conveyed, with a microbubble-containing cooling liquid by supplying the cooling liquid toward the high-temperature metal.

[続葉有]

WO 2018/037916 A1

田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール
株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji);
〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1
号 霞が関コモンゲート西館3 6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,
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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 複雑な構成の装置を用いることなく、冷却能力を十分に向上し、かつ、均一な冷却が可能で、噴射液体による高温金属の冷却方法を提供する。本発明の高温金属の冷却方法は、搬送されている高温金属に向けてマイクロバブルを含有した冷却液を供給して、前記冷却液により前記高温金属を冷却することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

高温金属の冷却方法及び溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、高温金属の冷却方法及び溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 鉄鋼分野においては、鉄鋼製品の製造工程の種々の場面で、搬送中の高温金属に冷却液を供給して高温金属を冷却する工程が存在する。

[0003] 例えば、一般に、合金化溶融亜鉛めっき鋼帯は、図1のような連続合金化溶融亜鉛めっき設備100を用いて以下のように製造される。まず、図示しない連続焼鈍炉で焼鈍された鋼帯Sは、溶融亜鉛めっき浴30に連続的に導入され、ここで鋼帯Sに溶融亜鉛めっきが施される。鋼帯Sは、溶融亜鉛めっき浴30中のシンクロール32によって、その進行方向が上方になる。鋼帯Sは、一对のサポートロール34に導かれながら溶融亜鉛めっき浴30の上方に引き上げられた後、ガスワイピング装置36でめっき付着量が調整される。その後、鋼帯Sが合金化処理を施す鋼種の場合には、合金化炉38で鋼帯Sに施された亜鉛めっきが加熱合金化される。鋼帯Sが合金化を施さない鋼種の場合、鋼帯Sは合金化炉38を通過するが、加熱はされない。その後、ミスト冷却装置10で冷却液を微細化した液滴群を鋼帯Sに向けて噴射して、鋼帯Sを冷却する。

[0004] このような溶融亜鉛めっき後、あるいは合金化後の冷却方法としては、空気等の気体を噴射する冷却（ガス冷却）と、図1のように冷却液を微細化した液滴群を噴射する冷却（ミスト冷却）とがある。ミスト冷却は、ガス冷却よりも冷却効率が高いため、限られた冷却設備長で、高い冷却速度で冷却を行うことができ、生産性を向上できるため好適に用いられる。

[0005] ここで、このミスト冷却を初めとして、冷却液による高温金属の冷却にお

いては、単に冷却液の供給量を増加させるのみでは、冷却能力の増加に限界があった。図6は、高温金属の表面温度と冷却能力（熱伝達係数）との関係を示したものである。図6から明らかなように、冷却液量が一定の場合、表面温度が高い段階（図6中の膜沸騰領域）では、冷却能力が低くなる。これは、図7に示すように、鋼帯S表面と冷却液Lとの間に蒸気膜Mが多く発生して、この蒸気膜Mが鋼帯Sの表面と冷却液Lとの直接接触を妨げるからである。

[0006] また、搬送中の高温金属に冷却には、冷却能力の増加に加えて、冷却ムラの抑制、すなわち均一な冷却も必要とされる。例えば、熔融亜鉛めっき鋼板は、板幅が1000mmを超え、最大板幅は1900mmに迫るところ、幅方向での品質均一性が必要とされる。しかし、幅方向での冷却ムラの制御は容易ではなく、冷却ムラがあると、材質が不均一になったり、形状の変化によって蛇行が発生することがある。特に、冷却能力の増加を志向して冷却液を増加させた場合、図6に示す遷移沸騰領域での冷却となり、冷却ムラが顕著になる。

[0007] 膜沸騰領域での冷却能力を向上させることを志向した技術として、特許文献1がある。特許文献1には、高温金属を冷却水を用いて冷却するに際し、電極を該冷却水を介して高温金属の表裏もしくは周囲に配置し、かつ高温金属をも電極として蒸気膜発生領域に電圧100～2000Vの電場を掛け、この電場によって高温金属面に発生する蒸気膜を破壊しつつ、冷却することを特徴とする高温金属の冷却方法が記載されており、この冷却を厚板の調質冷却に適用した例が記載されている。

[0008] また、特許文献2には、金属熱処理の冷却工程において、冷却媒として液体に気体の微小気泡を分散させた液体－気体混合液を用い、該微小気泡の均一分散状態を保持することにより被冷却材の蒸気膜形成を阻止して均一且つ安定な冷却を可能にすることを特徴とする金属熱処理の冷却方法が記載されている。特許文献2では、液量、液温、気体含有率（ボイド率）を制御することで冷却能を制御することができるとされており、この冷却方法を鋼の浸

炭焼入れに適用することが記載されており、実施例として浸漬方式の冷却（浸炭焼入れ）が記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開平5－69029号公報
特許文献2：特開昭60－55614号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] しかしながら、特許文献1に記載の方法では、高圧の電場を発生させるため、大型の電源や設備が必要となり、設備費やランニングコストが高くなってしまふ。また、感電しないよう安全面に関して多大な配慮が必要である。また、この方法では、金属自身にも通電させるため、冷却対象の金属も加熱されることから、やはり冷却能力の向上は十分ではなく、また、冷却ムラも発生しやすく、金属の変形が生じたり、均一な組織が得られないという問題もある。
- [0011] また、特許文献2に記載の方法では、空気泡径が0.1～1mmの微小気泡を分散させた液体－気体混合液を用いている。特許文献2には、この冷却方法によって被冷却材の蒸気膜形成を阻止して均一且つ安定な冷却が可能である旨が記載されている。しかしながら、特許文献2では、どのようなメカニズムで蒸気膜形成が阻止できるのかについて何ら検討されていない。本発明者が検討したところ、0.1～1mmの微小気泡を分散させた冷却液では、やはり十分な冷却能を得ることができず、また、冷却ムラも発生しやすいことが判明した。
- [0012] そこで本発明は、上記課題に鑑み、複雑な構成の装置を用いることなく、冷却能力を十分に向上し、かつ、均一な冷却が可能な、噴射液体による高温金属の冷却方法、及び該方法を用いた溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を解決するべく本発明者らは、冷却液中に気泡径が所定値以下のマイクロバブルを含有させることを検討した。これは、マイクロバブルが金属表面に付着し、圧壊することで生じた圧力によって、冷却液の膜沸騰で生成した蒸気膜が破壊され、その結果、冷却能力が向上するのではないかとという着想に基づく。圧壊現象とは、ごく小さな気泡が液中の圧力で縮小することにより、気泡内部の圧力が急上昇し、限界を超えると高圧状態になり、大きな衝撃を発生する現象であり、ミリバブルやセンチバブルでは生じず、マイクロバブルに特有に生じる現象である (Bull. Soc. Sea Water Sci., Jpn., 64, 4-10 (2010)参照)。本発明者らの検討によると、この圧壊現象は、特許文献2に記載されている0.1mm以上といった比較的粗大な気泡を分散させた冷却液では、ほとんど発生しない。

[0014] マイクロバブルを含有する液体は、これまで食物の長期保存や水の浄化作用向上などの分野においては利用されてきたが、搬送されている高温金属の冷却には用いられていなかった。本発明者らは、気泡径が所定値以下のマイクロバブルを含有した冷却液を用いて、搬送されている高温金属を膜沸騰領域で冷却したところ、マイクロバブルを含まない従来の冷却液を用いた場合に比べて、飛躍的に冷却能力が向上することを見出した。これは、マイクロバブルの圧壊現象により蒸気膜が破壊されたためと考えられる。また、通常のコールドでは冷却液量を増加させて、冷却ムラを甘受しないと達成できない冷却能力を、本発明ではマイクロバブル含有液を用いて少ない冷却液量で達成できる。そのため、冷却能力の向上のみならず、均一な冷却も可能である。

[0015] 上記知見に基づき完成された本発明の要旨構成は以下のとおりである。

(1) 搬送されている高温金属に向けてマイクロバブルを含有した冷却液を供給して、前記冷却液により前記高温金属を冷却することを特徴とする高温金属の冷却方法。

[0016] (2) 前記冷却液を液滴として噴射し、前記液滴により前記高温金属を冷

却する、上記（１）に記載の高温金属の冷却方法。

[0017] （３）前記液滴がミストである、上記（２）に記載の高温金属の冷却方法。

[0018] （４）前記冷却液を液流として噴射して、前記液流を前記高温金属に衝突させて、前記液流により前記高温金属を冷却する、上記（１）に記載の高温金属の冷却方法。

[0019] （５）前記マイクロバブルの平均直径が $20\mu\text{m}$ 以下である、上記（１）～（４）のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[0020] （６）前記マイクロバブルの平均直径が $1\mu\text{m}$ 以下である、上記（１）～（４）のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[0021] （７）前記マイクロバブルの平均直径が $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.2\mu\text{m}$ 以下である、上記（１）～（４）のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[0022] （８）前記高温金属が熔融金属めっき鋼帯である、上記（１）～（７）のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[0023] （９）前記熔融金属めっき鋼帯が熔融亜鉛めっき鋼帯である、上記（８）に記載の高温金属の冷却方法。

[0024] （１０）前記熔融亜鉛めっき鋼帯が、熔融めっき後に合金化処理された合金化熔融亜鉛めっき鋼帯である、上記（９）に記載の高温金属の冷却方法。

[0025] （１１）前記熔融亜鉛めっき鋼帯が、Al：1.0～10質量％、Mg：0.2～1.0質量％、及びNi：0.005～0.1質量％を含有し、残部がZn及び不可避免的不純物からなる組成のめっき層を有する、上記（９）に記載の高温金属の冷却方法。

[0026] （１２）前記熔融亜鉛めっき鋼帯が、Al：25～75質量％、及びSi：0.5～10質量％を含有し、残部がZn及び不可避免的不純物からなる組成のめっき層を有する、上記（９）に記載の高温金属の冷却方法。

[0027] （１３）前記マイクロバブルを含有した冷却液の移送を容積式ポンプにて行う、上記（１）～（１２）のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[0028] （１４）前記容積式ポンプがダイヤフラムポンプである、上記（１３）に記載の高温金属の冷却方法。

[0029] (15) 前記マイクロバブルを含有した冷却液の移送を、ポンプを用いずに行う、上記(1)～(12)のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[0030] (16) 連続溶融亜鉛めっき設備を用いて、鋼帯を焼鈍し、その後前記鋼帯に溶融亜鉛めっきを施し、その後冷却液を微細化した液滴群を前記鋼帯に向けて噴射して前記鋼帯を冷却する溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法であって、

前記冷却を、上記(3)に記載の高温金属の冷却方法を用いて行うことを特徴とする溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法。

[0031] (17) 前記冷却に先立ち、前記鋼帯に施された亜鉛めっきを加熱合金化する、上記(16)に記載の溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法。

発明の効果

[0032] 本発明の高温金属の冷却方法によれば、噴射液体による高温金属の冷却方法において、複雑な構成の装置を用いることなく、冷却能力の十分な向上と均一な冷却を実現できる。本発明の溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法によれば、美しい表面外観を有する溶融亜鉛めっき鋼帯を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明の一実施形態で用いる連続合金化溶融亜鉛めっき設備100の模式図である。

[図2] (A)は、図1に記載されたミスト冷却装置10の部分模式図であり、(B)は、(A)のヘッダ1セットを抜粋した図である。

[図3]図1に記載されたミスト冷却装置10の模式図である。

[図4]本発明の一実施形態で用いる、マイクロバブル含有冷却水の製造システムの一例を示す模式図である。

[図5]本発明の一実施形態で用いる、マイクロバブル含有冷却水の製造システムの他の例を示す模式図である。

[図6]冷却液による高温金属に冷却において、高温金属の表面温度と冷却能力との関係を示す概念図である。

[図7]図6の膜沸騰領域における鋼帯Sの冷却態様を示す図である。

[図8]冷却水中の気泡粒径と熱伝達係数との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0034] 本発明の高温金属の冷却方法は、搬送されている高温金属に向けてマイクロバブルを含有した冷却液を供給して、前記冷却液により前記高温金属を冷却することを特徴とする。この冷却方法を用いる一実施形態として、図1～図4を参照して、溶融亜鉛めっき鋼帯の冷却の例を説明する。

[0035] 本発明の一実施形態による溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法で用いる連続合金化溶融亜鉛めっき設備100は、図1を参照して、焼鈍炉（図示せず）、溶融亜鉛めっき浴30、シンクロール32、サポートロール34、ガスワイピング装置36、合金化炉38、ミスト冷却装置10、走査型放射温度計40、及びトップロール42を有する。

[0036] 図示しない連続焼鈍炉で焼鈍された鋼帯Sは、溶融亜鉛めっき浴30に連続的に導入され、ここで鋼帯Sに溶融亜鉛めっきが施される。鋼帯Sは、溶融亜鉛めっき浴30中のシンクロール32によって、その進行方向が上方になる。鋼帯Sは、一对のサポートロール34に導かれながら溶融亜鉛めっき浴30の上方に引き上げられた後、ガスワイピング装置36でめっき付着量が調整される。その後、鋼帯Sが合金化処理を施す鋼種の場合には、合金化炉38で鋼帯Sに施された亜鉛めっきが加熱合金化される。鋼帯Sが合金化を施さない鋼種の場合、鋼帯Sは合金化炉38を通過するが、加熱はされない。その後、ミスト冷却装置10で冷却液を微細化した液滴群を鋼帯Sに向けて噴射して、鋼帯Sを冷却する。その後、トップロール42近傍で放射温度計40によって鋼帯温度が測定される。

[0037] 冷却装置10の構成を、図2(A)、(B)、及び図3を参照して説明する。冷却装置10の主要部分は、ノズルヘッド12と、これに取り付けられたノズル14である。ノズルヘッドは、図示されている空気ヘッドと、その内部に配置され、図示されていない水用ヘッドがある。空気用ヘッド及び水用ヘッドのそれぞれには、所定の圧力に加圧された空気及び冷却液としての

水が供給される。空気及び水はノズル14の内部で混合され、その結果、水は微細化され、ノズル14の開口部から液滴群が鋼帯Sに向けて噴霧される。図2(B)に示すように、1つのノズルヘッド12には、その長手方向に所定間隔で複数個のノズル14が取り付けられている。ノズルヘッド12は、その長手方向が鋼帯Sの幅方向と一致するように設置されているため、鋼帯Sを幅方向にわたり冷却できる。また、図2(A)に示すように、ノズルヘッド12は冷却設備長に応じて鋼帯Sの進行方向に複数個配置される。さらに、ノズルヘッド12は、鋼帯Sの両面に配置されるので、鋼帯Sの表面及び裏面を冷却できる。冷却液は特に限定されないが、水を主成分とするものであることが好ましく、純水であることが最も好ましい。

[0038] 幅方向のノズルピッチは、ノズル14単独での広がり角を調査して、幅方向に均一な水量を鋼帯Sに噴射することができるように適宜決定することができる。また、特に図示はしないが、鋼帯Sの進行方向に隣接するノズル列同士で、ノズルの幅方向位置は、幅方向ノズルピッチの1/2~1/5程度ずつずらすことが望ましい。

[0039] 図3を参照して、ノズル14から噴射されたミストは鋼帯Sに衝突し、蒸発するか、あるいは跳ね返って排気ダクト16から回収される。冷却ボックス内壁やノズルヘッド12に接触して結露した液滴は下方に流下し、水受けパン18で回収される。冷却ボックス最下部には、下部への水漏れを防止するためのシール装置が設けられている。シール装置としては、例えば、鋼帯表面に圧力溜まりを形成する静圧パッド20と、鋼帯近傍で上昇流を形成するガスノズル22などが挙げられる。ただし、シール装置はこの形態に限るものではない。

[0040] 冷却装置10の構造は、液滴群を噴霧可能な装置であれば、上記で説明したものには限定されない。

[0041] ここで、本実施形態では、マイクロバブルを含有した冷却液をノズルヘッド12に供給し、この冷却液をミストとして噴霧して、このミストによって鋼帯Sを冷却する。

- [0042] 合金化溶融亜鉛めっき鋼帯の冷却の場合、冷却装置10に供される鋼帯Sの温度（冷却開始時の鋼帯Sの温度）は、溶融亜鉛の成分や合金化温度にも依存するが、一般的に340～550℃となる。そして、トップロール42通過時の鋼帯Sの温度は、300℃以下であることが好ましく、150～250℃程度とすることがより好ましい。300℃を超えると、溶融亜鉛がトップロール42に付着することで、鋼帯Sの表面に疵が発生して、鋼帯Sの表面外観が劣るおそれがあるからである。
- [0043] このような温度帯域での冷却は、既述の図6に示す膜沸騰領域での冷却を含む。この領域での冷却は、温度変化に対して冷却能力の変化が小さく、安定した熱流速が得られる状態であるため、鋼帯Sの冷却ムラ抑制の観点からは好ましいが、冷却能力が比較的低い点が難点である。しかしながら、本実施形態によれば、マイクロバブルを含有した冷却液をミストとして噴霧して、このミストによって鋼帯Sを冷却するため、マイクロバブルを含まない従来の冷却液を用いた場合に比べて、飛躍的に冷却能力が向上する。これは、既述のマイクロバブルの圧壊現象により、蒸気膜が破壊されたためと考えられる。また、本実施形態では、通常のみストでは冷却液量を増加させて冷却ムラを甘受しないと達成できない冷却能力を、少ない冷却液量で達成できる。そのため、遷移沸騰領域での冷却を回避することができるため、冷却能力の向上のみならず、均一な冷却も可能である。
- [0044] 本実施形態は、ミストにより鋼帯Sを冷却するものである。ここで、本明細書において「ミスト」とは、平均液滴直径がザウター平均で200 μ m以下の液滴群を意味するものとする。ミストの平均液滴直径の下限は特に限定されないが、ミスト中にマイクロバブルを安定して含有させる観点から、ザウター平均で70 μ mとすることが好ましい。ミストの直径は、液滴にレーザー光を照射して測定することができる。なお、ミストの直径は、ノズル14の噴霧口の直径と、ノズルヘッド12内での液体（水）の流速とを制御することにより適宜調整することができる。
- [0045] 本発明において、「マイクロバブル」とは、直径が50 μ m以下の気泡を意

味し、直径がナノメートルオーダーのナノバブルとも呼ばれる気泡をも含むものである。直径 $50\mu\text{m}$ を超えるような粗大な気泡を含有する冷却液では、既述の圧壊現象はほとんど生じないが、マイクロバブルを含有する冷却液では、既述の圧壊現象が生じることにより、飛躍的に冷却能力が向上する。

[0046] マイクロバブルによる圧壊現象をより顕著に生じさせて、冷却能力をさらに向上させる観点から、マイクロバブルの平均直径は、 $20\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以下とすることがより好ましく、 $1\mu\text{m}$ 以下とすることがさらに好ましく、 $0.2\mu\text{m}$ 以下とすることが最も好ましい。また、マイクロバブルが小さすぎると、冷却液中での安定性はより高まるが、反面、圧壊作用が失われるため、平均直径は $0.01\mu\text{m}$ 以上とすることが好ましい。

[0047] 気泡粒径と熱伝達係数の関係を図8に示す。実験は以下の方法で行った。SUS304（板厚 1.0mm ×縦 200mm ×横 200mm ）の切板の中心部に熱電対を取り付け、マイクロバブル水が 2L 入った水槽に沈め、浸漬冷却を行った。冷却水の温度は 20°C 、冷却水中の気泡混合量は 10^9 個/Lとした。ミスト中の気泡粒径を $0.01\mu\text{m}$ 、 $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.2\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ の12水準として、 500°C に加熱した切板を 20°C にまで冷却した。熱伝達係数は、取りつけた熱電対の温度から算出し、鋼板温度 $100\sim 200^\circ\text{C}$ の平均値である。図8中、破線はマイクロバブル水を含まない純水で冷却した際の熱伝達係数である。 $50\mu\text{m}$ 以上では、純粋冷却よりも1割程度しか熱伝達係数が増加しないのに対し、 $20\mu\text{m}$ では2割以上熱伝達係数が増加している。 $1\mu\text{m}$ 以下では、熱伝達係数は8割増加でほぼ一定値を示しているが、マイクロバブルの粒径が小さいほどマイクロバブルの浮上速度が遅くなるため、 $0.2\mu\text{m}$ 以下とすることがより望ましい。

[0048] 本実施形態は、ミストによる溶融金属めっき鋼帯の冷却に関するものであることから、マイクロバブルはミストに安定に保持される必要がある。そのため、本実施形態のようなミスト冷却の場合には、この観点からも、ノズルヘッド12に供給する冷却水におけるマイクロバブルの平均直径は、 $20\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以下とすることがより好ましく、 $1\mu\text{m}$ 以

下とすることがさらに好ましく、 $0.2\mu\text{m}$ 以下とすることが最も好ましい。

[0049] 本発明において、「気泡の平均直径」は、冷却液を 10mL 採取し、粒度分布測定装置で測定し、得られた粒度分布を平均化して求めた分布のザウター平均値と定義する。気泡分布の測定法は、気泡にレーザー光を照射すると発生する回折・散乱光を測定し、その散乱光パターンから粒径を算出するレーザー回折・散乱光法を採用する。

[0050] ミストによる溶融金属めっき鋼帯の冷却に関する本実施形態において、冷却液中の気泡の混合量は、特に限定されないが、冷却能力が向上する効果を十分に得る観点から、 1×10^8 個/L以上とすることが好ましく、 1×10^9 個/L以上とすることがより好ましく、 1×10^{11} 個/L以上とすることがさらに好ましい。気泡の混合量の上限は特に限定されないが、バブル生成の容易性の観点から、 1×10^{14} 個/L以下とすることができる。なお、「気泡の混合量」は、上記気泡の平均直径と同様に、冷却液を 10mL 採取し、粒度分布測定装置で粒子数（気泡数）から測定することができる。

[0051] マイクロバブル中の気体は、特に限定されないが、窒素、空気、酸素等、水への溶解度が小さい気体が望ましい。溶解度が小さいほど、気泡の内圧が高い状態で圧壊するため、蒸気膜を除去しやすくなり冷却能力の向上が見込まれるからである。

[0052] ミストによる溶融金属めっき鋼帯の冷却に関する本実施形態において、鋼帯に供給する冷却液の量は、特に限定されないが、 $0.05\sim 0.8\text{L}/\text{分}$ とすることが好ましい。 $0.05\text{L}/\text{分}$ 以上とすることによって、冷却能力の向上の効果を十分に得ることができ、 $0.8\text{L}/\text{分}$ 以下とすることによって、冷却ムラの抑制の効果を十分に得ることができる。なお、従来のマイクロバブルを含有しないミストを用いる場合、 $0.45\text{L}/\text{分}$ を超えると冷却ムラを抑制する効果が不十分となり、形状の変化によって蛇行が発生していたが、本実施形態のようにマイクロバブルを含有するミストを用いることによって、冷却ムラが十分に抑制される冷却水量の上限を高めることができる。

[0053] 本発明において、マイクロバブル含有液の製造方法は特に限定されず、公

知又は任意のマイクロバブル生成法を用いることができる。例えば、Bull. Soc. Sea Water Sci., Jpn., 64, 4-10 (2010)に記載されている、巡回液流式、スタティックミキサー式、エジェクター式、ベンチュリー式、加圧溶解式、細孔式、回転式、超音波式、蒸気凝縮式、電気分解式などの気泡発生装置を用いることができる。

[0054] 図4を参照して、本実施形態に適用可能な、マイクロバブル含有冷却水の製造システムの一例を説明する。気泡発生装置50に連結する2系統の配管を通して、淡水及び気体を気泡発生装置50に流入させる。気泡発生装置50でマイクロバブル含有冷却水が生成され、これが配管を介して貯蔵タンク60に貯蔵される。貯蔵タンク60中の冷却水は、ポンプ62によって各ノズルヘッド12に分配・供給される。

[0055] ここで、気泡発生装置50に流入する淡水と気体の流入量は、上記冷却水中の気泡の混合量となるように適宜決定して、バルブ52, 56及びポンプ54で調整すればよい。あるいは、放射温度計40の測定値に基づいて、制御装置58が好適な流入量を算出し、それぞれバルブ52, 56で調整してもよい。本実施形態では、このような簡易な構成の装置でマイクロバブル含有冷却水を製造できる。

[0056] マイクロバブルを含有させる前の冷却水を移送するポンプ54と、マイクロバブル含有冷却水を移送するポンプ62の型式は特に限定されず、任意の容積式ポンプ、又は非容積式ポンプを用いることができる。容積式ポンプとしては、プランジャーポンプ、ダイヤフラムポンプ、ピストンポンプ等の往復動ポンプや、ギヤーポンプ、偏心ポンプ、ネジポンプ等の回転ポンプを挙げることができる。非容積式ポンプとしては、遠心ポンプ、斜流ポンプ、軸流ポンプ等を挙げることができる。

[0057] ただし、マイクロバブル含有冷却水を移送するポンプ62は、容積式ポンプとすることが好ましい。容積式ポンプとは、一定容積の空間にある液を機械要素（ダイヤフラムポンプの場合にはダイヤフラム）の往復運動で容積変化させて、液体を移送するポンプである。この方式によれば、冷却水をかき

混ぜないため、冷却水中のマイクロバブルの脱泡を防止しながら、所定の圧力で冷却水を移送することができる。そのため、より高い冷却能力を発揮することができる。容積式ポンプの中でも、ダイヤフラムポンプは最も冷却液を攪拌し難い構造なので、特に好ましい。一方、非容積式ポンプ（ターボ型ポンプ）は、羽根車をケーシング内で回転させ、液体を移送するポンプである。非容積式ポンプでは、羽根車が液体を攪拌するため、冷却水中のマイクロバブルが集合・合体し、気泡径が大きくなったマイクロバブルは脱泡しやすくなってしまふ。そのため、マイクロバブルを含有した冷却水を移送する際には、容積式ポンプを用いるのが望ましい。

[0058] 次に、図5を参照して、本実施形態に適用可能な、マイクロバブル含有冷却水の製造システムの他の例を説明する。この製造システムは、気泡発生装置50で生成されたマイクロバブル含有冷却水が、ポンプを使わずに配管を介してそのまま各ノズルヘッド12に分配・供給される。このような態様は、自吸式のみストノズルを使用する場合や、マイクロバブルを含有させる前の冷却水が既に0.1~0.5MPaといった所定以上の高い圧力まで昇圧されている場合に、適用可能である。本態様では、マイクロバブル含有冷却水液の移送を、ポンプを用いずに行うので、マイクロバブルの脱泡を防止できる。そのため、より高い冷却能力を発揮することができる。

[0059] 本実施形態では、冷却に先立ち、鋼帯Sに施された亜鉛めっきを加熱合金化して得られる合金化溶融金属めっき鋼帯の冷却について説明したが、本発明はこれに限定されず、合金化を行わない溶融亜鉛めっき鋼帯の冷却にも、同様に本発明の冷却方法を適用できる。

[0060] また、溶融亜鉛めっき鋼帯のめっき層の組成についても、特に限定されず、例えば、Al：1.0~10質量%、Mg：0.2~1.0質量%、及びNi：0.005~0.1質量%を含有し、残部がZn及び不可避免的不純物からなる組成を有するものとすることもでき、Al：25~75質量%、及びSi：0.5~10質量%を含有し、残部がZn及び不可避免的不純物からなる組成を有するものとすることもできる。

[0061] 本発明の高温金属の冷却方法は、溶融亜鉛めっき鋼帯のみスト冷却のみな

らず、搬送されている高温金属に冷却液を供給する方式での任意の冷却に適用可能である。例えば、ミストに限定されない液滴による冷却としては、連続鋳機の二次冷却や熱延コイルのコイルヤード冷却を挙げることができる。

[0062] また、冷却液を液流として噴射して、当該液流を高温金属に衝突させて、当該液流により高温金属を冷却する方式としては、厚鋼板の調質冷却や熱延の仕上げ圧延出側のランナウトテーブルでの冷却を挙げることができる。

[0063] なお、本発明において冷却対象となる金属体の冷却開始時の温度は、当該金属体の冷却が膜沸騰領域となる温度であれば特に限定されない。なお、膜沸騰領域となる温度は、冷却対象の金属体の表面状態（例えば粗さ）と、冷却態様（冷却液の供給方法、例えばミスト冷却、スプレー冷却、浸漬による冷却）とに依存する。

実施例

[0064] （実施例1）

図1～図4に示す連続合金化溶融亜鉛めっき設備を用いて、種々の条件で溶融亜鉛めっき鋼帯を製造した。当該設備に、板厚1.2mm×板幅1000mmの焼鈍後の鋼帯を表1に示すライン速度で通板した。溶融亜鉛めっき浴に鋼帯を浸漬し、ガスワイピングで亜鉛付着量を 50 g/m^2 となるように調整した後、ミスト冷却装置で冷却して、表1に示す組成のめっき層の溶融亜鉛めっき鋼帯を得た。めっき浴の温度は、めっき組成に応じた適正值に調整し、表1に示した。本実施例では溶融亜鉛めっきの加熱合金化は行わなかった。排気ファンは、ダンパの連結部に一台設け、風量は $3600\text{ m}^3/\text{hr}$ の一定出力で運転した。

[0065] 図4に示すマイクロバブル含有冷却水の製造システムで、マイクロバブル（窒素）を含有する冷却水を生成し、これをノズルヘッドに供給した。マイクロバブル含有冷却水を貯蔵タンクからノズルヘッドに移送するポンプには、容積式ポンプの一種であるダイヤフラムポンプ（株式会社タクミナ製、APL=50）を用いた。冷却装置としては、フラットスプレー型ノズルを鋼帯幅方向に200mm間隔で9箇所設け、ノズルヘッドは鋼帯の進行方向に40段に設け

た。鋼帯の進行方向に隣接するノズル列同士で、ノズルの幅方向位置は50mmずつずれるように配置した。また、ノズルと鋼帯との距離は200mmとした。

[0066] 冷却水中の気泡の平均直径、冷却水中の気泡混合量、及び冷却水量は、表1に示した。なお、平均直径及び気泡混合量を測定するための冷却水サンプルは、気泡発生装置内から採取した。このようにして、冷却水をミストとして噴霧して、このミストによって鋼帯を冷却した。なお、本実施例において、ミストの平均液滴直径は100 μ mとした。

[0067] 各実施例において、冷却装置の出側位置に設置した放射温度計で、鋼帯の温度を測定した。測定温度を、表1の「トップロール通過板温」に示す。また、各実施例において製造された溶融亜鉛めっき鋼帯の表面外観を評価し、結果を表1に示す。

[0068]

[表1]

表1

No.	区分	めっき層組成[質量%]						浴温 [°C]	気泡の 平均直径 [μm]	冷却水中の 気泡混含量 [個/L]	冷却水量 [L/min]	ライン速度 [m/min]	トップロール 通過板温 [°C]	鋼帯S 表面外観 [-]	蛇行 [-]
		Al	Mg	Ni	Si	Zn									
1	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	0.2	10 ⁹	0.3	120	275	美麗	未発生	
2	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	1	10 ⁹	0.3	120	279	美麗	未発生	
3	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	10	10 ⁹	0.3	120	284	美麗	未発生	
4	比較例	0.2	0	0	0	残部	460	-	-	0.3	120	330	擦り疵小	未発生	
5	比較例	0.2	0	0	0	残部	460	-	-	0.6	120	275	-	発生	
6	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	0.2	10 ¹³	0.3	120	265	美麗	未発生	
7	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	1	10 ¹³	0.3	120	270	美麗	未発生	
8	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	10	10 ¹³	0.3	120	274	美麗	未発生	
9	比較例	0.2	0	0	0	残部	460	-	-	0.3	120	330	擦り疵小	未発生	
10	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	0.2	10 ⁹	0.5	120	244	美麗	未発生	
11	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	1	10 ⁹	0.5	120	248	美麗	未発生	
12	発明例	0.2	0	0	0	残部	460	10	10 ⁹	0.5	120	253	美麗	未発生	
13	比較例	0.2	0	0	0	残部	460	-	-	0.5	120	299	-	発生	
14	発明例	4.5	0.5	0.05	0	残部	450	0.2	10 ⁹	0.3	115	257	美麗	未発生	
15	発明例	4.5	0.5	0.05	0	残部	450	1	10 ⁹	0.3	115	260	美麗	未発生	
16	発明例	4.5	0.5	0.05	0	残部	450	10	10 ⁹	0.3	115	265	美麗	未発生	
17	比較例	4.5	0.5	0.05	0	残部	450	-	-	0.3	115	321	擦り疵大	未発生	
18	発明例	55	0	0	1.6	残部	610	0.2	10 ⁹	0.3	80	283	美麗	未発生	
19	発明例	55	0	0	1.6	残部	610	1	10 ⁹	0.3	80	288	美麗	未発生	
20	発明例	55	0	0	1.6	残部	610	10	10 ⁹	0.3	80	292	美麗	未発生	
21	比較例	55	0	0	1.6	残部	610	-	-	0.3	80	337	擦り疵大	未発生	

[0069] 表1に示すように、種々のめっき種、気泡混合量、冷却水量、及ライン速度において、マイクロバブル含有冷却水を用いた発明例では、マイクロバブルを含まない通常の冷却水を用いた比較例よりも、トップロール通過板温を低くすることができた。その結果、発明例では美しい表面外観の溶融亜鉛めっき鋼帯を得ることができた。これに対し、比較例ではトップロール通過板温が高いため、鋼帯表面に擦り疵が発生した。特に比較例のNo.17,21では、めっき層が軟らかいため、大きな擦り傷が発生した。また、比較例のNo.5では、No.1の発明例と同等のトップロール通過板温を得るべく、No.1~4よりも冷却水量を増加させたが、冷却ムラに起因して鋼帯の蛇行が発生してしまった。

[0070] (実施例2)

マイクロバブル含有冷却水のノズルヘッドへの移送方式を変更した点以外は、発明例No.1と同じ条件及び方法で、発明例No.22,23として溶融亜鉛めっき鋼帯を製造した。めっき層組成及び浴温は、発明例No.1であり、Al:0.2質量%、Zn:残部の組成で、460℃とした。

[0071] 発明例No.22では、図5に示すマイクロバブル含有冷却水の製造システムを用いて、ポンプを用いずにマイクロバブル含有冷却水液を移送して、ノズルヘッドに供給した。この際、マイクロバブルを含有させる前の冷却水の圧力をNo.1の0.05MPaから0.3MPaに高圧化した。

[0072] 発明例No.23では、マイクロバブル含有冷却水を貯蔵タンクからノズルヘッドに移送するポンプとして、非容積式ポンプの一種である遠心ポンプ(株式会社荏原製作所製、200SZM)を用いた。

[0073] 本実施例では、ポンプを通過する前後において、気泡の平均直径と冷却水中の気泡混合量を測定した。ポンプ通過前の冷却水は、気泡発生装置内から採取した。ポンプ通過後の冷却水は、ノズルヘッドまでの配管にサンプリング孔を設けて、そこから採取した。また、実施例1と同様にして、トップロール通過板温、鋼帯の表面外観、及び蛇行の有無を調査した。結果を表2に示す。

[0074] [表2]

表2

No.	区分	冷却水 供給ポンプ [-]	ポンプ通過前		ポンプ通過後		冷却水量 [L/min]	ライン速度 [m/min]	トップロール 通過板温 [°C]	鋼帯S 表面外観 [-]	蛇行 [-]
			気泡の 平均直径 [μm]	冷却水中の 気泡混合量 [個/L]	気泡の 平均直径 [μm]	冷却水中の 気泡混合量 [個/L]					
1	発明例	容積式 (ダイヤフラムポンプ)	0.2	10 ⁹	0.2	10 ⁹	0.3	120	275	美麗	未発生
22	発明例	なし	0.2	10 ⁹	0.2	10 ⁹	0.3	120	274	美麗	未発生
23	発明例	非容積式 (遠心ポンプ)	0.2	10 ⁹	5	10 ³	0.3	120	288	美麗	未発生

[0075] 表2に示すように、ポンプを用いない発明例No. 22は、容積式ポンプを用いた発明例No. 1と同様に、トップロール通過板温を十分に低くすることができ、美麗な表面外観の溶融亜鉛めっき鋼帯を得ることができた。これらの場合、ポンプ通過前後で気泡の平均直径に変化はなかった。これに対して、非容積式ポンプを用いた発明例No. 23では、発明例No. 1, 22に比べて、トップロール通過板温が高くなった。また、ポンプ通過後の気泡直径が、ポンプ通過前よりも大きくなってしまった。

産業上の利用可能性

[0076] 本発明の高温金属の冷却方法によれば、噴射液体による高温金属の冷却方法において、複雑な構成の装置を用いることなく、冷却能力の十分な向上と均一な冷却を実現できる。本発明の溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法によれば、美麗な表面外観を有する溶融亜鉛めっき鋼帯を製造することができる。

符号の説明

- [0077] 100 連続合金化溶融亜鉛めっき設備
- 10 ミスト冷却装置
- 12 ノズルヘッド
- 14 ノズル
- 16 排気ダクト
- 18 水受けパン
- 20 静圧パッド
- 22 ガスノズル
- 30 溶融亜鉛めっき浴

- 3 2 シンクロール
- 3 4 サポートロール
- 3 6 ガスワイピング装置
- 3 8 合金化炉
- 4 0 放射温度計
- 4 2 トップロール
- 5 0 気泡発生装置
- 5 2 バルブ
- 5 4 ポンプ
- 5 6 バルブ
- 5 8 制御装置
- 6 0 貯蔵タンク
- 6 2 ポンプ
- S 鋼帯
- L 冷却液
- M 蒸気膜

請求の範囲

- [請求項1] 搬送されている高温金属に向けてマイクロバブルを含有した冷却液を供給して、前記冷却液により前記高温金属を冷却することを特徴とする高温金属の冷却方法。
- [請求項2] 前記冷却液を液滴として噴射し、前記液滴により前記高温金属を冷却する、請求項1に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項3] 前記液滴がミストである、請求項2に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項4] 前記冷却液を液流として噴射して、前記液流を前記高温金属に衝突させて、前記液流により前記高温金属を冷却する、請求項1に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項5] 前記マイクロバブルの平均直径が $20\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～4のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項6] 前記マイクロバブルの平均直径が $1\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～4のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項7] 前記マイクロバブルの平均直径が $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.2\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～4のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項8] 前記高温金属が熔融金属めっき鋼帯である、請求項1～7のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項9] 前記熔融金属めっき鋼帯が熔融亜鉛めっき鋼帯である、請求項8に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項10] 前記熔融亜鉛めっき鋼帯が、熔融めっき後に合金化処理された合金化熔融亜鉛めっき鋼帯である、請求項9に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項11] 前記熔融亜鉛めっき鋼帯が、Al : 1.0～10質量%、Mg : 0.2～1.0質量%、及びNi : 0.005～0.1質量%を含有し、残部がZn及び不可避免的不純物からなる組成のめっき層を有する、請求項9に記載の高温金属の冷却方法。
- [請求項12] 前記熔融亜鉛めっき鋼帯が、Al : 25～75質量%、及びSi : 0.5～10

質量%を含有し、残部がZn及び不可避免的不純物からなる組成のめっき層を有する、請求項9に記載の高温金属の冷却方法。

[請求項13] 前記マイクロバブルを含有した冷却液の移送を容積式ポンプにて行う、請求項1～12のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[請求項14] 前記容積式ポンプがダイヤフラムポンプである、請求項13に記載の高温金属の冷却方法。

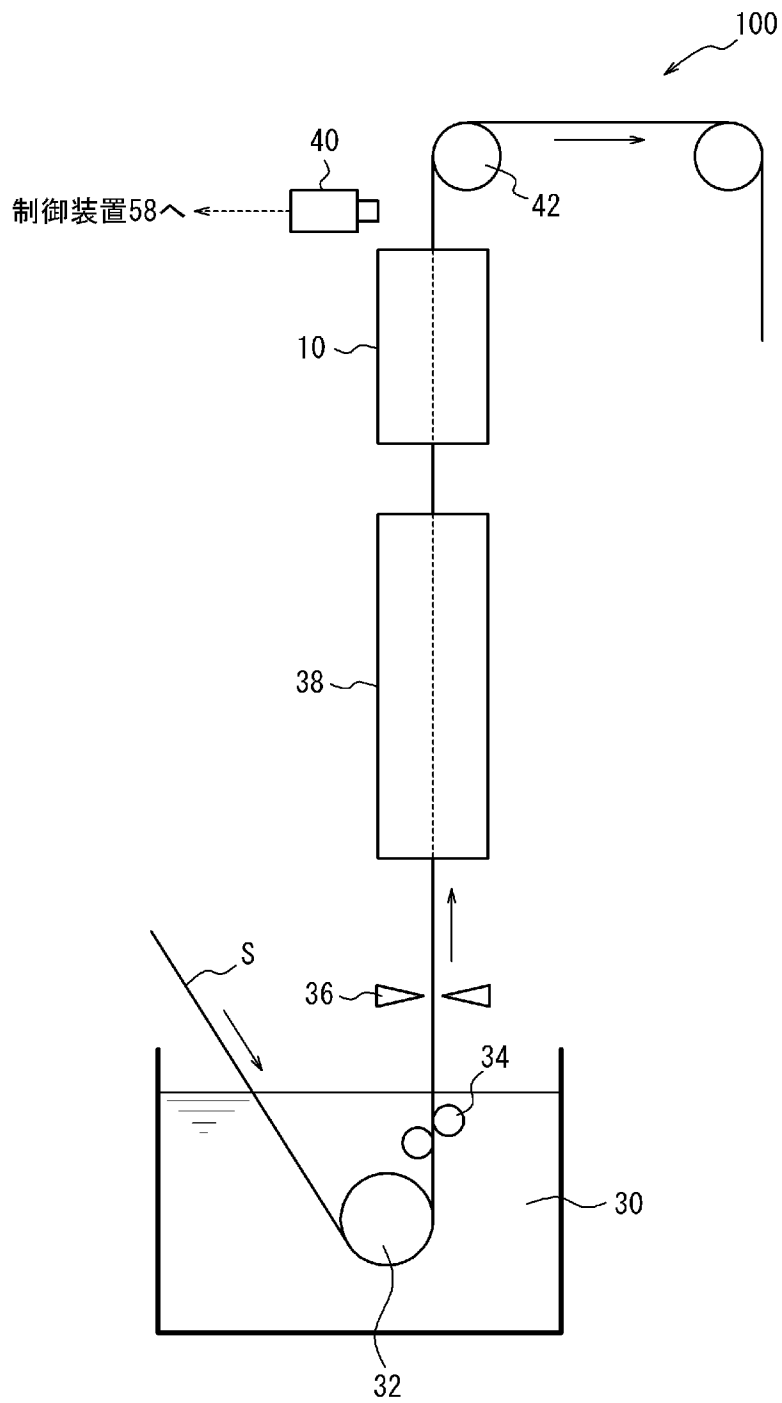
[請求項15] 前記マイクロバブルを含有した冷却液の移送を、ポンプを用いずに行う、請求項1～12のいずれか一項に記載の高温金属の冷却方法。

[請求項16] 連続溶融亜鉛めっき設備を用いて、鋼帯を焼鈍し、その後前記鋼帯に溶融亜鉛めっきを施し、その後冷却液を微細化した液滴群を前記鋼帯に向けて噴射して前記鋼帯を冷却する溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法であって、

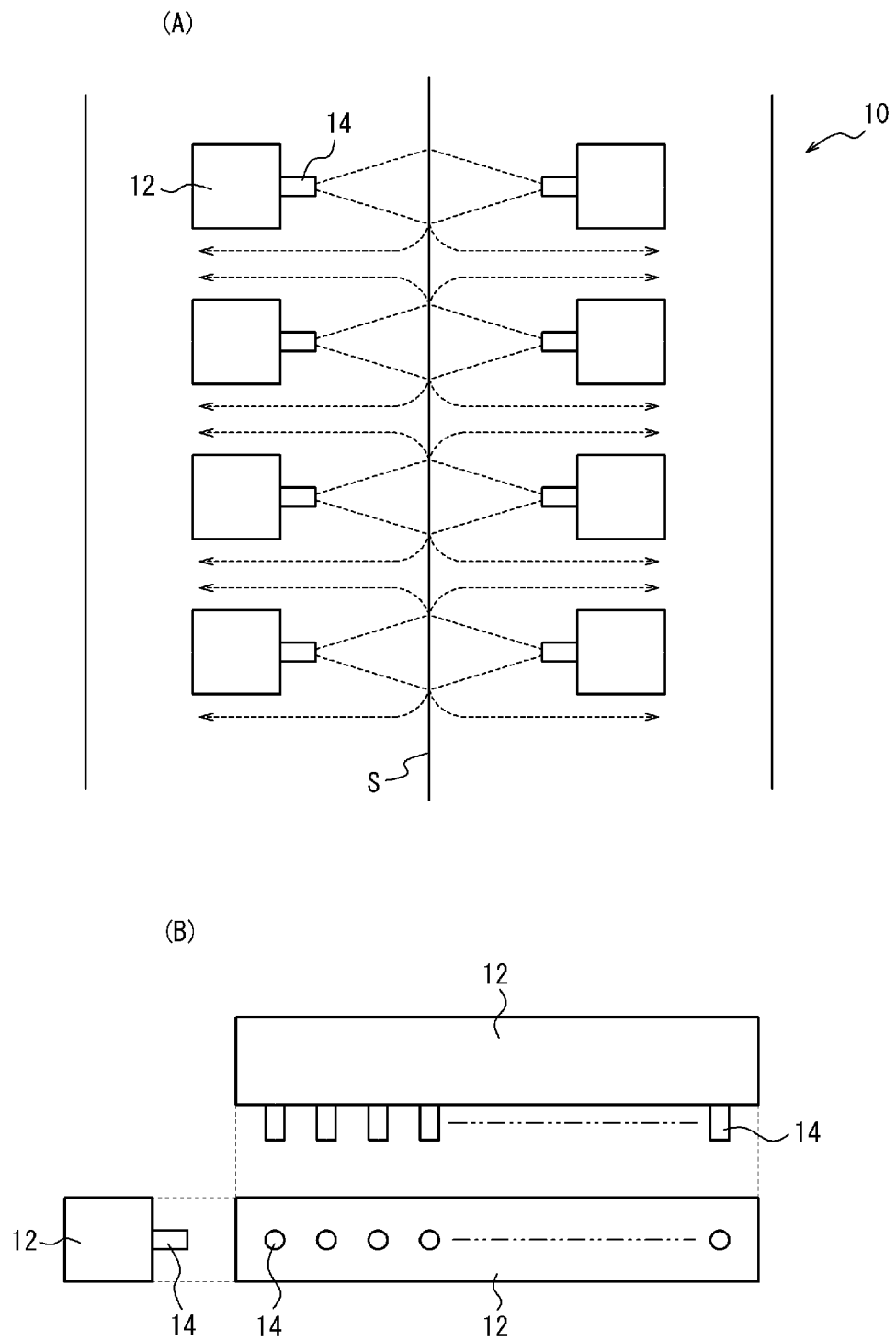
前記冷却を、請求項3に記載の高温金属の冷却方法を用いて行うことを特徴とする溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法。

[請求項17] 前記冷却に先立ち、前記鋼帯に施された亜鉛めっきを加熱合金化する、請求項16に記載の溶融亜鉛めっき鋼帯の製造方法。

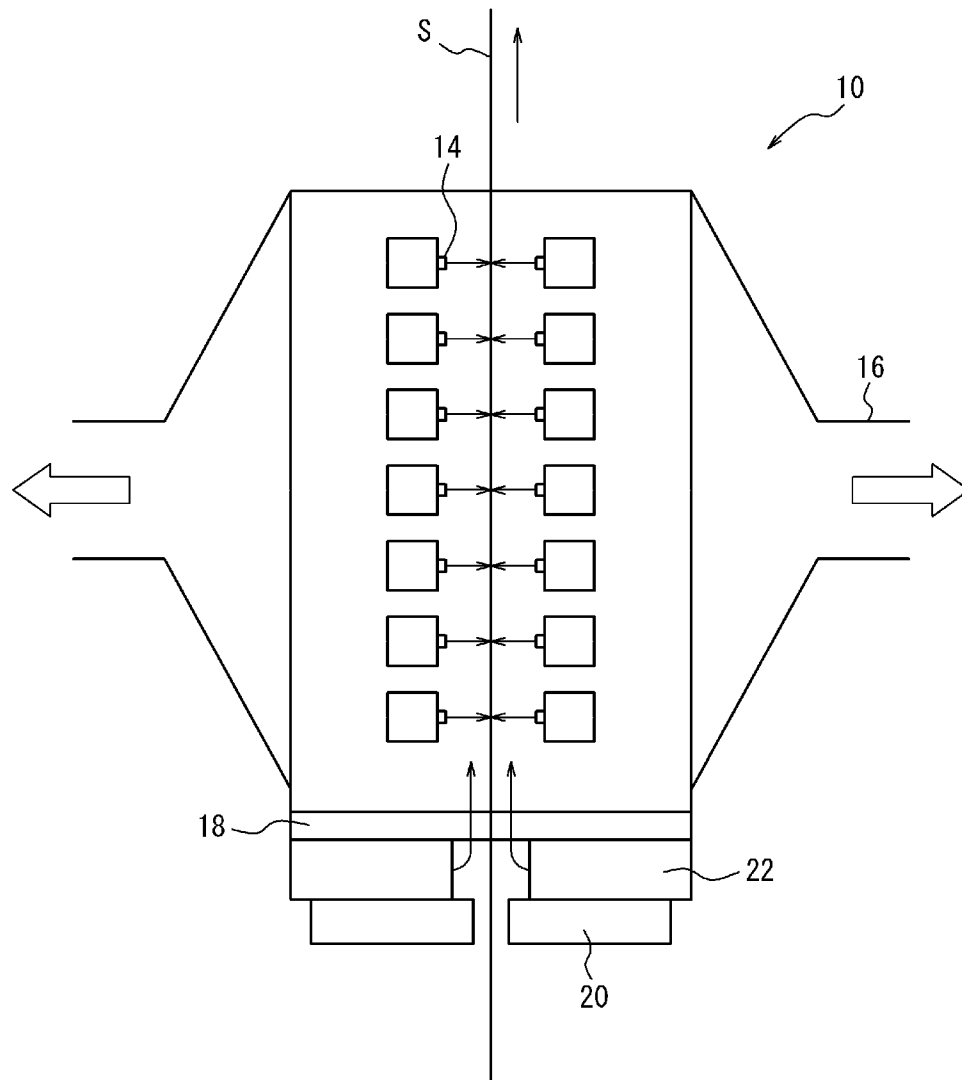
[図1]



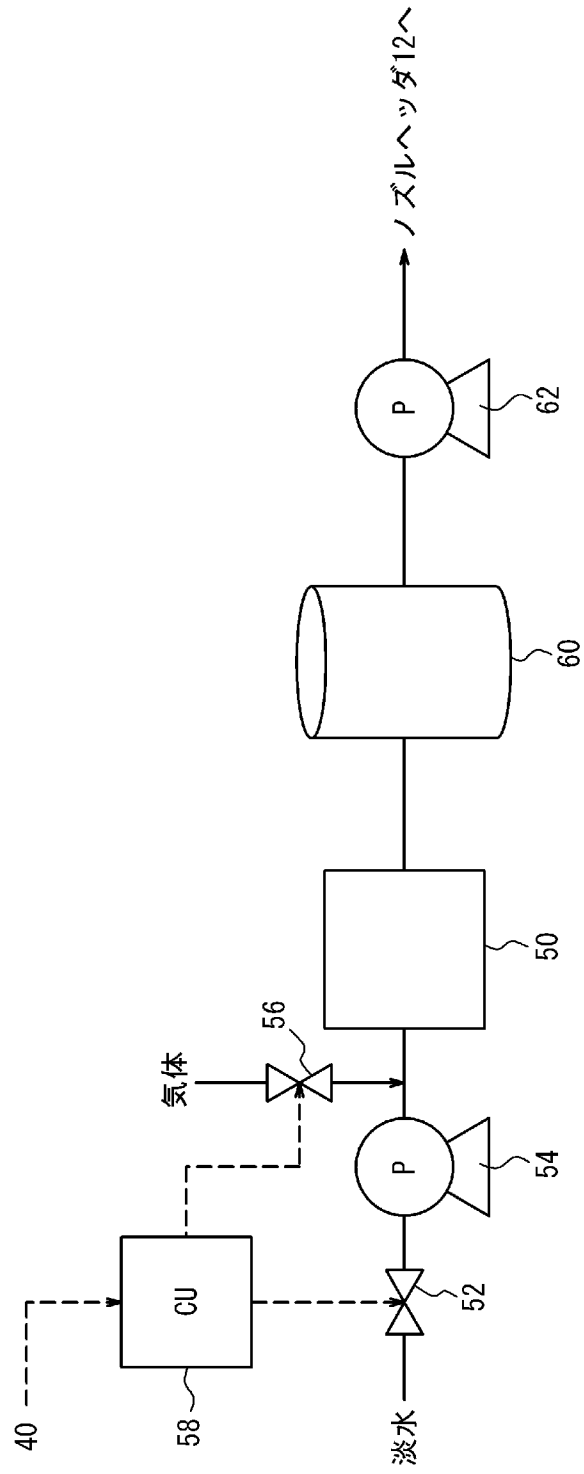
[図2]



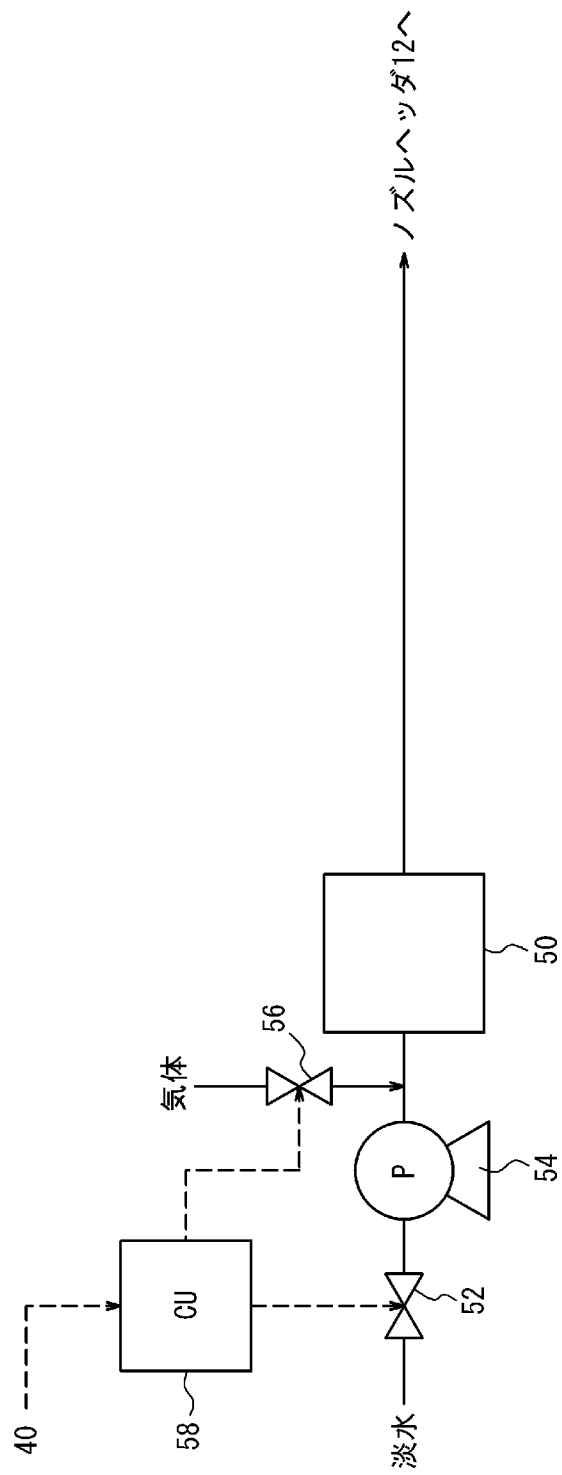
[図3]



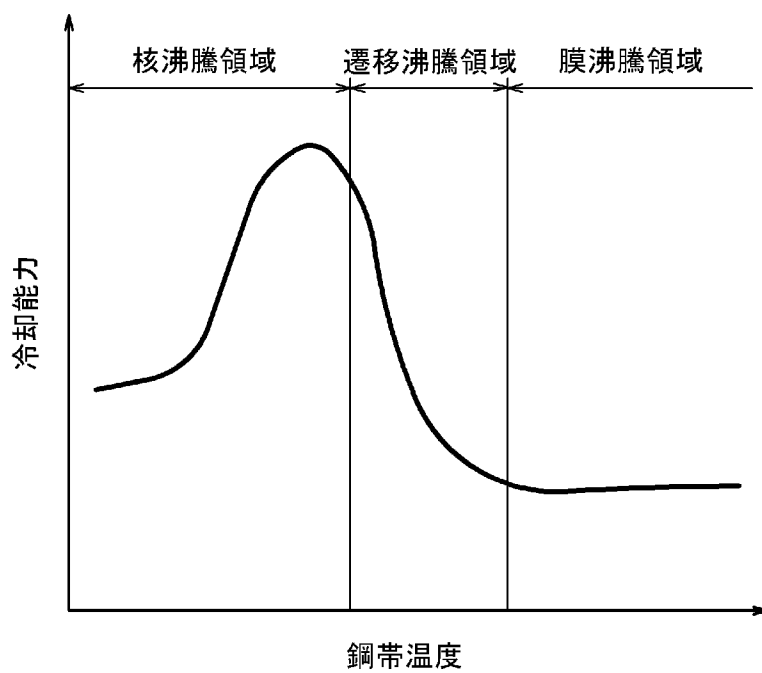
[図4]



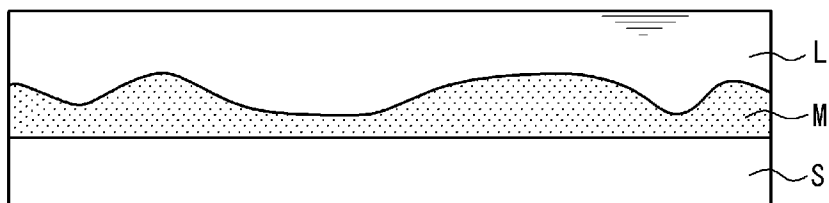
[図5]



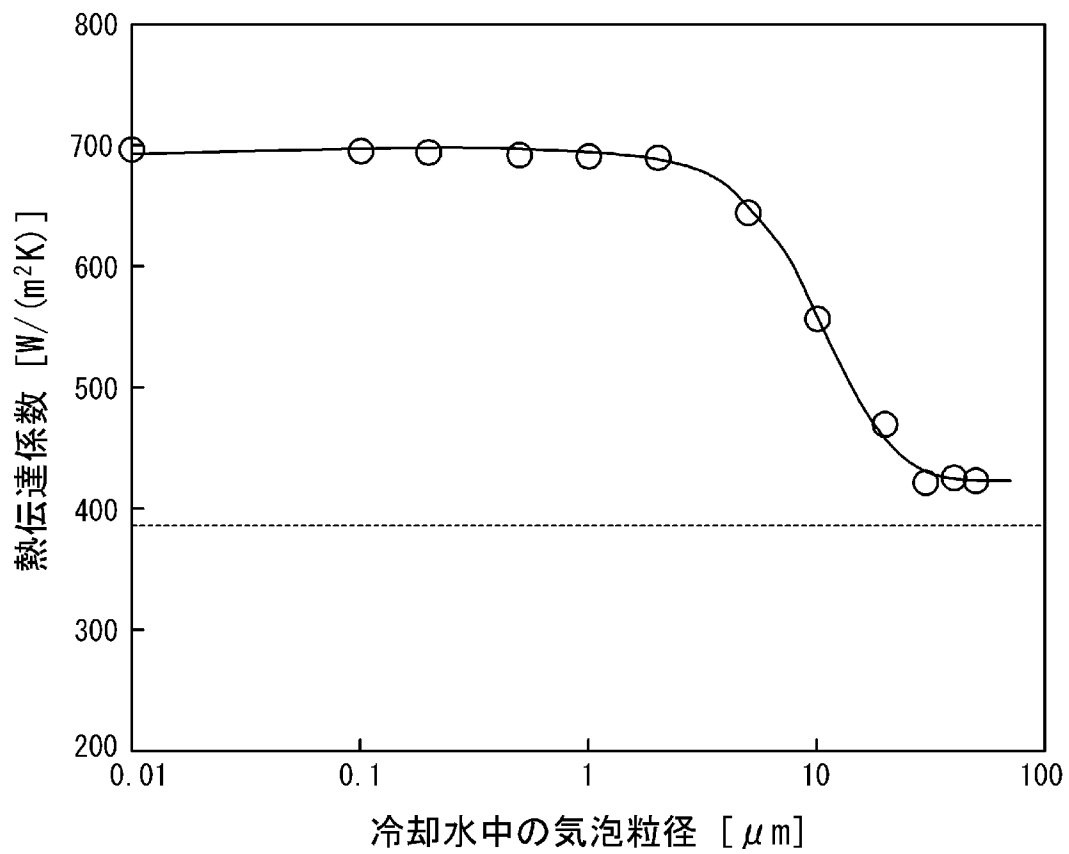
[圖6]



[圖7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/028840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C2/28(2006.01)i, B21B45/02(2006.01)i, C23C2/06(2006.01)i, C23C2/26(2006.01)i, C23C2/40(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)
C23C2/28, B21B45/02, C23C2/06, C23C2/26, C23C2/40

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2011-1631 A (Nippon Steel Corp.), 06 January 2011 (06.01.2011), claims 1 to 4; paragraphs [0049] to [0053], [0063], [0072] (Family: none)	1, 5-7, 13-15 2-4, 13-15 8-12, 16, 17
Y	JP 9-125271 A (Keramchemie GmbH), 13 May 1997 (13.05.1997), claims 1, 12; paragraphs [0007] to [0011]; fig. 1 & US 5759307 A claims 1, 12; column 2, line 36 to column 3, line 52; drawings & EP 770707 A1 & DE 19532278 A1 & AT 235584 T & ES 2196111 T	2, 3, 13-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 August 2017 (29.08.17)	Date of mailing of the international search report 12 September 2017 (12.09.17)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/028840

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 54-58664 A (Hitachi, Ltd.), 11 May 1979 (11.05.1979), page 2, upper right column, line 18 to page 3, upper right column, line 10; fig. 1 (Family: none)	4, 13-15
A	JP 6-81107 A (Totoku Electric Co., Ltd.), 22 March 1994 (22.03.1994), paragraphs [0017], [0021] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-17
A	JP 54-110934 A (Daido Steel Co., Ltd.), 30 August 1979 (30.08.1979), page 2, lower left column, line 10 to lower right column, line 6; fig. 3 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C23C2/28(2006.01)i, B21B45/02(2006.01)i, C23C2/06(2006.01)i, C23C2/26(2006.01)i, C23C2/40(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. C23C2/28, B21B45/02, C23C2/06, C23C2/26, C23C2/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2011-1631 A (新日本製鐵株式会社) 2011.01.06, 請求項 1-4, 段落[0049]-[0053], [0063], [0072] (ファミリーなし)	1, 5-7, 13-15 2-4, 13-15 8-12, 16, 17
Y	JP 9-125271 A (ケラムヒエミー・ゲゼルシャフト・ミト・ベシユレンクテル・ハフツング) 1997.05.13, 請求項 1, 12, 段落 [0007]-[0011], 図 1 & US 5759307 A, claims 1, 12, 第 2 欄第 36 行-第 3 欄第 52 行, 図面 & EP 770707 A1 & DE 19532278 A1 & AT 235584 T & ES 2196111 T	2, 3, 13-15

☑ 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

29.08.2017

国際調査報告の発送日

12.09.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

萩原 周治

4E

9835

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 54-58664 A (株式会社日立製作所) 1979.05.11, 第2頁右上欄第18行-第3頁右上欄第10行, 第1図 (ファミリーなし)	4, 13-15
A	JP 6-81107 A (東京特殊電線株式会社) 1994.03.22, 段落[0017], [0021]-[0023], 図1 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 54-110934 A (大同特殊鋼株式会社) 1979.08.30, 第2頁左下欄第10行-右下欄第6行, 第3図 (ファミリーなし)	1-17