(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1月18日(18.01.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/014371 A1

(51) 国際特許分類:
C21D 9/46 (2006.01)　***C23C 2/02*** (2006.01)
C21D 9/56 (2006.01)　***C23C 2/06*** (2006.01)
C25D 5/36 (2006.01)　***C23C 2/28*** (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)　***C23C 2/40*** (2006.01)
C22C 38/12 (2006.01)　***F23N 5/00*** (2006.01)
C22C 38/26 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2023/024886

(22) 国際出願日：　2023年7月5日(05.07.2023)

(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 2022-111550　2022年7月12日(12.07.2022)　JP

(71) 出願人：ＪＦＥ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).

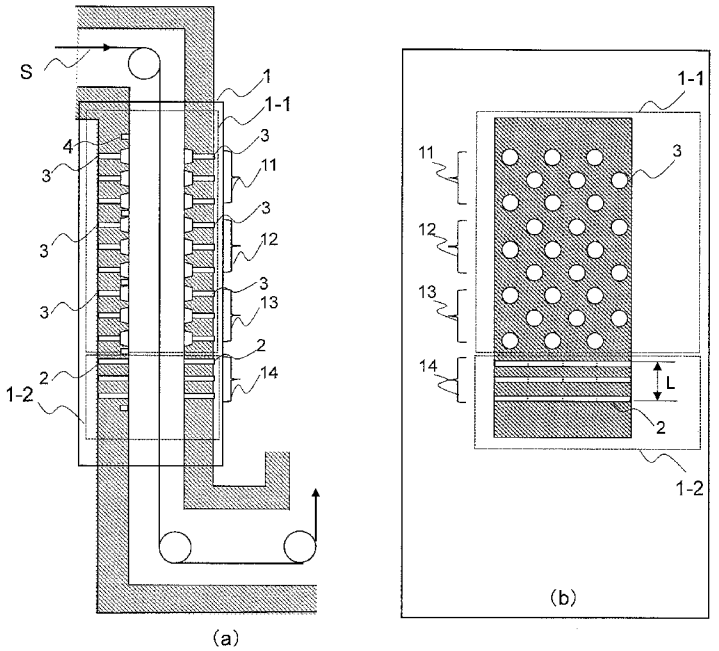
(72) 発明者：寺▲崎▼ 優(**TERASAKI Yu**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 大須賀 顕一(**OSUKA Kenichi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 武田 玄太郎(**TAKEDA Gentaro**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：熊坂 晃，外(**KUMASAKA Akira** et al.)；〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目６

(54) **Title:** METHOD FOR HEATING STEEL PLATE, METHOD FOR MANUFACTURING PLATED STEEL PLATE, DIRECT-FIRED HEATING FURNACE, AND CONTINUOUS HOT-DIP GALVANIZATION FACILITY

(54) 発明の名称： 鋼板の加熱方法、めっき鋼板の製造方法、直火型加熱炉および連続溶融亜鉛めっき設備

[図1]



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to manufacture a zinc-plated steel sheet that is free of pickups and that has a stable quality. In this method for heating a steel plate, a steel plate passes through a direct-fired heating furnace having an oxidization band in which operation is performed with an air ratio of 1 or higher, and passes through a reduction band in which operation is performed with an air ratio of less than 1. While the steel plate is passing through at least the

WO 2024/014371 A1

［続葉有］

番１号ＪＦＥテクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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)）

reduction band, the front surface side and the back surface side of the steel plate are subjected to heating by fire blasted from one or more slit burners disposed extending along the width direction of the steel plate.

(57) 要約：ピックアップのない安定した品質の亜鉛めっき鋼板を製造することを目的とする。空気比１以上で操業される酸化帯と空気比１未満で操業される還元帯を有する直火型加熱炉を通過する鋼板の表面側と裏面側を、少なくとも前記還元帯を通過する間に１つ以上の前記鋼板の幅方向に延設されたスリットバーナから噴射する火炎で加熱する、鋼板の加熱方法。

明　細　書

発明の名称 ：

鋼板の加熱方法、めっき鋼板の製造方法、直火型加熱炉および連続溶融亜鉛めっき設備

技術分野

[0001] 本発明は、鋼板の加熱方法、めっき鋼板の製造方法、および直火型加熱炉、直火型加熱炉を用いた連続溶融亜鉛めっき設備に関するものである。

背景技術

[0002] 鋼板の高張力化には、Ｓｉ、Ｍｎ、Ｐ、ＡｌなどのＳｉは添加コストが他元素と比較して低く、かつ鋼の延性を損なわずに高強度化できる利点がある。そのため、Ｓｉ含有鋼は高張力鋼板をして有望である。しかし、Ｓｉが鋼中に多量に含有されると、以下の問題が生じる。

[0003] 高張力鋼板は溶融亜鉛めっき等のめっき工程の直前工程にて還元雰囲気中で６００～９００℃の温度域で焼鈍される。ＳｉはＦｅと比較して易酸化元素であるため、この時にＳｉが鋼板表面へ濃化する。その結果、鋼板表面にＳｉ酸化物が形成され、このＳｉ酸化物が亜鉛との濡れ性を著しく悪化させ、不めっきを生じさせる。さらに、Ｓｉが表面に濃化すると、亜鉛めっきが付着したとしても溶融亜鉛めっき後の合金化過程において、著しい合金化の遅延を生じ、生産性が悪化する。

[0004] このような問題に対して、直火バーナが設置された酸化帯で鋼板を加熱し、鋼板表面に酸化膜を形成したあと、還元帯で鋼板表面の酸化膜の一部（表層）を還元して還元Ｆｅを形成し、続く還元焼鈍帯で酸化膜をさらに還元させることによって亜鉛との濡れ性を改善する手法が良く知られている。特に、還元帯で形成された酸化膜の還元が十分でないと、炉内ロールに酸化スケールが付着し、鋼板に押し疵（ローキ）が発生する、いわゆる、ピックアップ現象が発生することから、還元帯の能力を均一に保つ手法が公開されてい

る。

[0005] 例えば直火型加熱炉（ＤＦＦ）や無酸化炉（ＮＯＦ）において、酸化帯、還元帯及び還元焼鈍帯中の雰囲気ガス濃度を調整することによって、ピックアップを防止する技術が述べられている。

[0006] 例えば、特許文献１では、酸化処理を行い、次いで還元焼鈍を行った後に溶融めっき処理を施す技術が公開されている。具体的に、前記酸化処理では、前段で、O_2濃度１０００体積ｐｐｍ以上、H_2O濃度１０００体積ｐｐｍ以上の雰囲気中で、４００℃以上７５０℃以下の温度で加熱する。続いて、後段で、O_2濃度１０００体積ｐｐｍ未満、H_2O濃度１０００体積ｐｐｍ以上の雰囲気中で、６００℃以上８５０℃以下の温度で加熱する技術である。しかしながら、例えば、特許文献２、３に記載の従来使用されているバーナノズル出口の形状が、円形のバーナの場合、バーナを千鳥配置のように分散配置しても表層の還元Ｆｅの厚さを均一にコントロールできず、ピックアップが生じてしまう。一方、特許文献４では、板幅方向均一化のために横型炉の酸化帯にバーナノズル出口の形状が鋼板幅方向に対して平行なスリットバーナを用いる方法が提案されている。しかし、酸化帯のみにスリットバーナを設置し、無酸化炉後方の酸化炉にスリットバーナを設置しても、横型炉では酸化炉雰囲気が無酸化炉に流入し、板温にムラが生じ、Ｆｅ系酸化皮膜が不均一となってスリットバーナで火炎を幅方向に均一にする効果を得られない。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第６３２３６２８号公報

特許文献2：特開昭６２－２９８２０号公報

特許文献3：特開平９－５９７５３号公報

特許文献4：特許第３８８９０１９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、実用に適した比較的容易な方法により、ピックアップのない安定した品質の亜鉛めっき鋼板を製造することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するためになされた本発明とは、以下の構成を要旨とするものである。

［１］ 空気比１以上で操業される酸化帯と空気比１未満で操業される還元帯を有する直火型加熱炉を通過する鋼板の表面側と裏面側を、少なくとも前記還元帯を通過する間に１つ以上の前記鋼板の幅方向に延設されたスリットバーナから噴射する火炎で加熱する、鋼板の加熱方法。

［２］ 前記直火型加熱炉は、前記鋼板を上下方向に搬送し、かつ前記スリットバーナの下側に設置された排気口から燃焼排ガスを吸引する、［１］に記載の鋼板の加熱方法。

［３］ 前記酸化帯の空気比を１．００以上、１．５０未満、
前記還元帯の空気比を０．７０以上、１．００未満
に制御する［１］または［２］に記載の鋼板の加熱方法。

［４］ 前記［１］～［３］のいずれか１つに記載された加熱方法により、冷延鋼板を加熱処理し、さらに、該冷延鋼板にめっき処理を施す、めっき鋼板の製造方法。

［５］前記めっき処理は、電気亜鉛めっき処理、溶融亜鉛めっき処理、合金化溶融亜鉛めっき処理のいずれかの方法を用いる、［４］に記載のめっき鋼板の製造方法。

［６］ 空気比１以上で操業される酸化帯と、空気比１未満で操業される還元帯と、前記酸化帯と前記還元帯の空気比を制御可能な制御装置と、を有し、
少なくとも前記還元帯の一部に、
前記酸化帯と前記還元帯を通過する鋼板に向けて火炎を噴射する、前記鋼板

の幅方向に延設されたスリットバーナを前記鋼板の表面側と裏面側にそれぞれ１つ以上備える、

直火型加熱炉。

［７］　前記鋼板を上下方向に搬送し、かつ前記スリットバーナの下側に設置された排気口から燃焼排ガスを吸引する［６］に記載の直火型加熱炉。

［８］　前記酸化帯の空気比は１．００以上、１．５０未満、

前記還元帯の空気比は０．７０以上、１．００未満に制御される

［６］または［７］に記載の直火型加熱炉。

［９］　前記［６］～［８］のいずれか１つに記載の直火型加熱炉を備えた、連続溶融亜鉛めっき設備。

［１０］　さらに、溶融亜鉛めっきを合金化する合金化設備を備えた、［９］に記載の連続溶融亜鉛めっき設備。

発明の効果

[0010]　本発明によれば、不めっきを抑制し、かつ、ピックアップのない美麗な表面外観を有する優れた亜鉛めっき鋼板が得られる。本発明は亜鉛めっき処理が特に困難である高Ｓｉ含有鋼板を母材とする場合に特に有効であり、高Ｓｉ含有亜鉛めっき鋼板の製造におけるめっき品質を改善する方法として有用である。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、本発明の連続溶融亜鉛めっき装置に配置される直火型加熱炉の一実施形態を示し、（ａ）は直火型加熱炉の縦断面図、（ｂ）は直火型加熱炉壁面に配置した各直火バーナの配置例を正面から見た図である。

[図2]本発明に係る連続溶融亜鉛めっき設備の一例を示す図である。

[図3]本発明のスリットバーナによる実際の鋼板の燃焼加熱状態のイメージを示した説明図である。

[図4]本発明の直火型加熱炉の構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012]　直火バーナを用いて鋼板を加熱する直火型加熱炉は、熱効率が高いため、

低コストで鋼板を所定の温度まで加熱できるという特徴をもつ。直火型加熱炉では、鋼板の温度を制御すると同時に、高Ｓｉ鋼に代表されるハイテン鋼に溶融めっきを施す場合においては直火バーナの雰囲気を酸化性にコントロールすることができる。これにより、鋼板表面に適切な酸化被膜（Ｆｅ系酸化物）を確保した後、直火バーナ後段の雰囲気を還元性にコントロールすることで、還元ＦｅでＦｅ系酸化物の表層一部を還元し、後に続く還元焼鈍帯によりさらなる還元Ｆｅを形成することでピックアップを防止できる。

[0013] しかしながら、従来使用されているバーナノズル出口の形状が円形のバーナの場合、バーナを千鳥配置のように分散配置しても、還元Ｆｅの厚さを鋼板進行方向／幅方向に均一にコントロールできずピックアップが生じてしまう。

[0014] そこで本発明では、還元帯でスリットバーナを適用し、還元Ｆｅの厚みを鋼板進行方向／幅方向に均一にコントロールする方法を考案した。

[0015] 以下、本発明の実施形態に係る連続溶融亜鉛めっき設備に配置される直火型加熱炉および鋼板の加熱方法について図面を参照しながら説明する。

[0016] 図１に、本発明の実施の形態に係る連続溶融亜鉛めっき設備の焼鈍設備に配置される直火型加熱炉（ＤＦＦ）の一実施形態を示す。ここで焼鈍設備の形式は縦型炉とすることが望ましく、つまり鋼板を上下方向に搬送する（上下方向に折り返しながら搬送することも含む）ことで、水平方向に設備規模を拡大することなく、高速に通板することが可能となる。また、加熱帯と均熱帯の雰囲気を分離しやすいといった利点もある。上下方向に搬送とは、鉛直方向に搬送することを指す。

図１において、（ａ）は直火型加熱炉の縦断面図、（ｂ）は直火型加熱炉壁面に配置した各直火バーナの配置例を正面から見た図を示す。図１において、１は直火型加熱炉（ＤＦＦ）、１－１はＤＦＦの酸化帯、１－２はＤＦＦの還元帯、２はスリットバーナに付随した火炎噴射口、３は円形バーナに付随した火炎噴射口、Ｓは鋼板（鋼帯も含む）、４は放射温度計、５は火炎、６は排気口、Ｌは還元帯のバーナ群１４の鋼帯移動方向最上流にあるバーナ

から最下流にあるバーナまでのバーナ群による鋼板Ｓ加熱領域の長さ、１１は酸化帯のバーナ群、１２は酸化帯のバーナ群、１３は酸化帯のバーナ群、１４は還元帯のバーナ群である。また、図示していないが、酸化帯および還元帯の空気比を制御する、制御装置を備えている。

[0017] ＜連続溶融亜鉛めっき設備に配置される直火型加熱炉＞

図２に連続溶融亜鉛めっき設備の一例を示す。設備の入側から、予熱帯２０、加熱帯２１、均熱帯２２、冷却帯２３、２４、さらにめっき浴（亜鉛ポット）２５、必要に応じて合金化帯２６を備えている。合金化帯２６の後に冷却帯２７を備えていてもよい。このように、連続溶融亜鉛めっき設備の一部に本願加熱炉を適用する場合、その加熱対象となる鋼板は切り板の状態ではなく、鋼帯（コイル）形状であって構わない。前記鋼板は、特に限定されるものではないが、冷延鋼板が用いられることが多い。

[0018] 本発明の直火型加熱炉１は連続溶融亜鉛めっき設備の中でも加熱帯２１に導入される加熱炉を想定するものである。ここでは、図１の例について詳細に述べる。スリットバーナは、鋼板面に対向して配置する。また、鋼板幅に対応するため、火炎噴射口は、幅方向４分割とする。ここでは４分割したが、その分割数は限定されるものではなく、スリットバーナの火炎噴射構造や鋼板の幅によっては、分割不要の場合もある。一方、円形バーナは、鋼板面に対向して分散配置する。

[0019] 直火型加熱炉１は酸化帯１－１と還元帯１－２から構成されており、その中の酸化帯１－１は、鋼板進行方向に３つのバーナ群（ゾーン）である１１～１３から構成されており、酸化帯のバーナ群１１～１３には円形バーナを適用した。それらの火炎噴射口が図中の符号３である。還元帯は還元帯のバーナ群１４の１ゾーンのみとし、スリットバーナを適用した。スリットバーナの火炎噴射口が図中の２である。酸化帯１－１の酸化帯のバーナ群１１、１２、１３の円形バーナ、還元帯のバーナ群１４のスリットバーナはそれぞれのバーナ群ごとに燃焼率及び空気比を独立に制御可能である。酸化帯のバーナ群１１～１３の円形バーナおよび還元帯のバーナ群１４のスリットバー

ナは、燃焼率が予め定めた閾値以上の燃焼率となる条件で燃焼する。

[0020] 上記の各バーナ群に含まれるバーナ数は限定しない。ＤＦＦ全体を２～５分割し、各々を群として制御するのが実用的である。

[0021] なお、例えば図４に示す設備のように、スリットバーナは還元帯１－２だけではなく、酸化帯１－１と還元帯１－２の両方に備えても構わない。

[0022] なお、スリットバーナは、還元帯１－２を通過する鋼板Ｓの幅方向に鋼板面に対向して配置する。また、鋼板Ｓの幅方向にむらなく均一に加熱するため、鋼板Ｓの全幅に火炎５が噴射されるように、鋼板の幅方向にスリットバーナを延設して配置する。また、種々の幅の鋼板Ｓの製造に対応するために、火炎噴射量は幅方向４分割にした領域ごとで制御することが可能である。ここでは４分割したが、その分割数は限定されるものではなく、スリットバーナの火炎噴射構造や鋼板の幅によっては、分割不要の場合もある。

[0023] 直火型加熱炉の下流に、焼鈍炉（ＲＴ炉）、冷却帯、溶融めっき設備、合金化処理設備等が配置される。ＲＴ炉、冷却帯、溶融めっき設備、合金化処理設備等は特に限定されず、通常採用されるものでよい。直火型加熱炉の上流に予熱炉が配置されることもある。

[0024] ＜スリットバーナ＞

図３は、本発明のスリットバーナによる実際の鋼板の燃焼加熱状態のイメージを示した説明図であり、以下では、その記載内容に基づいてスリットバーナについて説明する。

[0025] スリットバーナは、鋼板Ｓが進行する方向の開口部の長さ（スリットギャップＢともいう）に対して、鋼板Ｓの幅方向の開口部の長さが長い矩形形状のバーナ火炎噴出口を有するものを指し、その詳細な寸法は特に限定するものではない。目安としては鋼板Ｓが進行する方向の開口部の長さ、すなわち短辺をＢとする場合、幅方向の開口部長さ、すなわち長辺は２Ｂ～２００Ｂ程度の長さである。本発明では、このように細長い矩形（スリット）状の火炎噴射口を有する等、スリット状の火炎５を噴射するバーナを総称して「スリットバーナ」とする。そのため内部構造や噴射口について、特別に限定す

るものではない。さらに、火炎噴射口は、幅方向に噴射口を分割して火炎５の噴射幅を制御することができ、上記を利用して、対象鋼板の幅に応じて火炎５の噴射幅を調整することが可能である。

[0026] スリットバーナは、鋼板Ｓの進行方向に１つのみでも有効であるが、数個をタンデムに配置することにより、より還元を効率的に実施することができる。タンデム配置する場合の配置間隔は限定しないが、３Ｂ～１０Ｂ程度の間隔をあけるとより互いの火炎５の干渉や、温度ムラが生じにくい。

[0027] また、スリットバーナに付随する火炎噴射口２の設置は、鋼板表裏で鋼板Ｓの進行方向にずらして配置、すなわち、オフセットさせてもよい。オフセットさせることにより、鋼板端部からはみ出した火炎５が互いに干渉するのを防ぐことができる。したがってオフセットしない場合よりも、より広範を均一に加熱することが可能である。オフセット量はＢ～３Ｂ程度の範囲が目安である。オフセット量が大きすぎると、表裏面で加熱温度が変わってしまう恐れがある。縦型炉では上下方向にバーナが配置されるため、下流側（炉下部側）にあるバーナが噴射した火炎５や燃焼ガスの干渉によって火炎５が不安定になり、鋼板の幅・長手方向の温度均一性や安定性が低下してしまう。円形バーナの場合は千鳥配置にすることで火炎５や燃焼ガスの干渉を緩和することができるが、スリットバーナでは幅方向に火炎５の切れ目が無いため下流側からの干渉の影響が強くなる。そこで、スリットバーナが設置された区間では、下流側からの燃焼排ガスの流れを逃がす目的でスリット状の排気口６をスリットバーナの下側に設けてもよい。スリットバーナの下側に設置された排気口６から燃焼排ガスを吸引することが好ましい。排気口６は、設備長や加熱能力が要求性能を満足するのであれば、設置された個々のスリットバーナ毎に設けてもよい。また図４に示すように各バーナ群の接続部に設けても十分な効果が得られる。具体的に、燃焼排ガスとは燃料と空気が反応することで生じる高温気体のことを指し、反応生成物である二酸化炭素や水蒸気と空気に含まれていた窒素を主として、未反応の余剰燃料成分や酸素、更に反応の中間生成物などの微量成分で構成される気体のことをいう。

[0028] 酸化帯１－１、還元帯１－２問わず、バーナの燃焼率は、最大燃焼負荷時のバーナの燃料ガス量で、実際にバーナに導入した燃料ガス量を割った値である。バーナを最大燃焼負荷で燃焼したときが燃焼率１００％である。本発明ではバーナの燃焼率は特に限定されるものではないが、バーナは、燃焼負荷が低くなると安定した燃焼状態が得られなくなるため、下記閾値以上とすることが好ましい。燃焼率の予め定めた閾値は、最大燃焼負荷時の燃料ガス量に対する、安定した燃焼状態を確保できる燃焼負荷の下限における燃料ガス量の割合である。燃焼率の閾値は、バーナ構造等によって幾分異なるが、燃焼試験を行うこと等で容易に決定できる。通常、閾値は３０％程度となる。

[0029] ＜酸化帯および還元帯の空気比＞

酸化帯１－１のバーナ群１１～１３は、バーナ群毎に、燃焼又は燃焼停止の選択が自在である。燃焼するときは、燃焼率を予め定めた設定値以上とすることが好ましく、かつ鋼板表面を安定して酸化させるために酸化帯１－１の空気比が１以上で操業する必要がある。酸化帯１－１の空気比は１．００以上で操業することが好ましい。酸化帯１－１の空気比は１．０５以上で操業することがより好ましく、１．１０以上で操業することがさらに好ましい。過剰な酸化膜の形成、窒素酸化物の発生、火炎の吹き消えを防ぐとするためには、酸化帯１－１での空気比は１．５０未満で操業することが好ましい。酸化帯１－１の空気比は１．４０以下で操業することがより好ましく、１．３０以下で操業することがさらに好ましい。空気比は、実際のバーナに導入した空気量を、燃料ガスを完全燃焼するために必要な空気量で割った値である。

[0030] また、還元帯１－２のバーナ群１４のスリットバーナは空気比を１未満で操業する必要があり、さらには空気比を０．７０以上１．００未満として操業することが好ましく、燃焼率の制御も可能である。還元帯１－２のバーナ群１４で、空気比０．７０以上１．００未満の範囲で燃焼することで、鋼板表面に生成しているＦｅ酸化物を還元し、表層に還元Ｆｅを生成させること

ができる。具体的には、空気比が０．７０未満だと燃料原単位の悪化やすすによる鋼板汚染が発生し、一方で１．００以上だと燃焼ガス中の酸素濃度が高くなり鋼板が酸化してしまう。鋼板表層部に還元Ｆｅが存在していることで、直火型加熱炉を出た鋼板ＳがＲＴ炉内のロールに接触したときに、ロールへの酸化物の付着が防止され、酸化物付着に起因する欠陥（ピックアップ）を防止できる。このため、空気比は０．７０以上とすることが好ましい。空気比は０．７５以上とすることがより好ましく、０．８０以上とすることがさらに好ましい。空気比は１未満とし、０．９５以下とすることが好ましく、０．９０以下とすることがより好ましい。

[0031] 通板する種々の鋼板Ｓについて、加熱負荷、形成酸化量等を考慮して、燃焼させるバーナ群数を決定し、燃焼させるバーナ群については、空気比、燃焼率を上記範囲内の値に設定することで、種々の鋼板Ｓに対して、鋼板Ｓの進行方向における板温変動を低減し、例えばＳｉを内部酸化させるのに必要な十分な量のＦｅ酸化物を、鋼帯Ｓの進行方向に安定して生成させることができる。鋼板Ｓの進行方向における板温変動の低減は、後続の還元帯１－２のバーナ群１４における酸化物還元作用の安定化にも寄与し、またＲＴ炉におけるＦｅ酸化物の還元不足の防止、Ｓｉの内部酸化にも寄与し、ＲＴ炉のロールへの酸化物付着の抑制にも寄与する。

[0032] 本実施形態では、酸化帯１－１のバーナ群１１～１３は空気比１．００以上で操業される酸化バーナ、還元帯１－２のバーナ群１４は空気比１．００未満で操業される還元バーナであり、ＤＦＦ酸化帯１－１のバーナ群１１～１３による加熱領域は酸化ゾーン、ＤＦＦ還元帯１－２のバーナ群１４による加熱領域は還元ゾーンとなる。

[0033] 上記の還元ゾーンの長さが短いと表層にＦｅ酸化膜が残り、ピックアップ防止効果が不十分となる。一方、還元ゾーンの長さが長いと、その後の還元焼鈍時に鋼板表層にＳｉ等の表面濃化層が形成されるようになるため、めっき性が阻害されるようになる。そのため、還元帯の長さは以下にすることが好ましい。

[0034] 還元帯１－２のバーナ群１４の鋼板Ｓの進行方向の長さ（還元ゾーン長）は、１５０ｍｍ以上が好ましく、巾方向の均一性も考慮すると３００ｍｍ以上がより好ましい。さらに好ましくは、５００ｍｍ以上であり、もっとも好ましくは１０００ｍｍ以上である。還元ゾーンの長さの上限は特に規定されないが、長すぎると還元ゾーンでの昇温量ΔＴｒｄが大きくなるため、酸化ゾーンでの昇温量ΔＴｏｘ分を小さくする必要が出てくる。このように長すぎる還元ゾーンは酸化量確保に不利となることから、１０ｍ以下が望ましい。より好ましくは５ｍ以下であり、さらに好ましくは３ｍ以下である。さらにこれはコスト的にも有利となる。還元帯１－２のバーナ群１４の鋼板Ｓの進行方向の長さは、還元帯１－２のバーナ群１４の鋼板Ｓの進行方向最上流にあるバーナから最下流にあるバーナまでのバーナ群による鋼板Ｓ加熱領域の長さ（図１中の“Ｌ”）である。

[0035] また、上記の酸化ゾーン長は必要な内部酸化量を確保できる長さを確保することが好ましい。ただし酸化量は、通板する鋼種、温度履歴、通板速度、鋼板サイズにより変化するので、生産条件の中でもっとも酸化しにくい条件でも必要酸化量を確保できるようなゾーン長に設定することが必要である。

[0036] 本発明では、直火型加熱炉１で、鋼板Ｓを酸化した後還元する。その中でも酸化ゾーンで形成する酸化量は、鋼板Ｓの進行方向／巾方向で精密に制御する必要がある。通板する種々の鋼種、温度履歴、通板速度、サイズの鋼板に対して酸化量を適切な量に制御するには、鋼板Ｓ面に対向して配置したバーナを、鋼板Ｓの進行方向で、少なくとも２つの群に分け、各々の群毎に、燃焼率及び空気比を独立に制御可能にすることが好ましい。バーナ群を決める際、スリットバーナと円形バーナは１つの群に混在させるのではなく、別の群として分け、別々に制御する方がよい。

[0037] 一方、還元ゾーンは、バーナを１つの群として制御しても本発明の意図する作用効果が得られる。従って、本発明では、酸化帯１－１の鋼板面に対向して配置したバーナを、鋼板Ｓの進行方向に、燃焼率及び空気比を独立に制御可能な２以上のバーナ群に分ければよい。

[0038] 酸化帯１－１（酸化帯１－１バーナ群１１～１３）で形成されるＦｅ系酸化被膜の厚みは、対象となる鋼板のＳｉ含有量や板厚などによっても変化するが、好ましくは１００～５００ｎｍとすることが好ましい。すなわち、１００ｎｍ未満ではＳｉの表面への拡散、濃化を阻止するバリア層としての機能が不十分となる恐れがあるため、Ｆｅ系酸化被膜の厚みは、１００ｎｍ以上が好ましい。Ｆｅ系酸化被膜の厚みは１５０ｎｍ以上がより好ましく、２００ｎｍ以上がさらに好ましい。一方、５００ｎｍを超える厚みとしても、バリア層としての機能がほとんど変わらないうえに酸化帯１－１の加熱時間が長くなり、使用燃料も増大するというデメリットも伴うため、Ｆｅ系酸化被膜の厚みは、５００ｎｍ以下が好ましい。Ｆｅ系酸化被膜の厚みは４５０ｎｍ以下がより好ましく、４００ｎｍ以下がさらに好ましい。

[0039] また、還元帯１－２（還元帯１－２バーナ群１４）で形成される還元Ｆｅの厚みは、対象となる鋼板のＳｉ含有量や板厚などによっても変化するが、好ましくは１～３０ｎｍとすることが好ましい。すなわち、１ｎｍ未満ではピックアップ防止効果が不十分となる恐れがあるため、還元Ｆｅの厚みは１ｎｍ以上が好ましい。還元Ｆｅの厚みは５ｎｍ以上がより好ましく、１０ｎｍ以上がさらに好ましい。一方、３０ｎｍを超える厚みとしても、還元Ｆｅが過剰となり、その後の還元焼鈍時に鋼板表層にＳｉ等の表面濃化層が形成されるようになるため、めっき性が阻害される。そのため、還元Ｆｅの厚みは３０ｎｍ以下が好ましい。還元Ｆｅの厚みは２５ｎｍ以下がより好ましく、２０ｎｍ以下がさらに好ましい。

[0040] 上記Ｆｅ系酸化被膜や還元Ｆｅの厚みは、直火型加熱炉１の入出の板温をモニタリングし、鋼種、板厚、ラインスピード、酸化帯１－１／還元帯１－２の空気比、酸化帯１－１／還元帯１－２の燃焼率で補正することにより、比較的容易に推定することができる。この値を元に主に酸化帯１－１／還元帯１－２の燃焼率を調整することによって、安定した酸化および還元条件を決定、確保でき、これにより不めっき欠陥のない鋼板を得ることができる。

[0041] 直火型加熱炉１で酸化／還元した鋼板は、引き続き、ＲＴ炉で還元焼鈍後

、冷却され、さらに溶融亜鉛めっき浴に浸漬して溶融亜鉛めっきされ、または必要におうじてさらに合金化処理される。還元焼鈍以降は常法でよい。めっき方法は特に限定するものではなく、溶融亜鉛めっきの代わりに電気亜鉛めっきを行ってもよい。

[0042] 直火型加熱炉１で、適正な量のＦｅ系酸化物が形成された後、その表層が還元されて還元Ｆｅが存在し、さらに次の還元焼鈍工程では、Ｆｅ系酸化物が全て還元されてＳｉが内部酸化され、またロールへの酸化物付着が防止できる。そのため、ロールピックアップに起因する押し疵、Ｓｉの表層濃化、Ｆｅ系酸化物の還元不足に起因するめっき不良が発生しない。

[0043] 本発明の製造対象となる溶融亜鉛めっき鋼板は、ＳｉなどのＦｅより酸化しやすい金属元素を多く含む場合に有効であるが、具体的にはＳｉが０．１～３．０ｍａｓｓ％の高Ｓｉ含有溶融亜鉛めっき鋼板の製造に適したものである。

実施例

[0044] 直火型加熱炉（ＤＦＦ）１を備えるＣＧＬにおいて、加熱用バーナを４つのバーナ群１１～１４から構成されているＤＦＦを用い、鋼帯Ｓの進行方向上流側の３つのバーナ群１１～１３は酸化帯１－１、最終バーナ群１４は還元帯１－２に配置した。さらに、酸化帯１－１はバーナ群毎に空燃比と燃焼率を個別に制御する場合と、酸化帯のバーナ群１１～１３を同一の条件で一括制御する場合のケースに分けて試験を行った。図１にバーナ配置の一例を示す。図１では、酸化帯のバーナ群１１～１３に円形バーナに付随した火炎噴射口３を、還元帯のバーナ群１４にスリットバーナに付随した火炎噴射口２を配置している。バーナ種類は条件に応じて、バーナ群ごとに変更して試験を行った。バーナの燃料ガスには、表１のような組成のガスを使用した。なお各バーナ群の長さ（図１中の“Ｌ”）は３ｍ、スリットギャップＢは２０ｍｍとした。

[0045] 試験に用いた鋼帯Ｓの鋼成分組成を表２に示す。

[0046] その他の試験条件は、板厚１．０ｍｍ、板巾１０００ｍｍ、ＤＦＦ入側平

均板温２００℃、ＤＦＦ出側平均温度６５０℃、ＲＴ炉での焼鈍温度は８５０℃、めっき浴温４６３℃、めっきＡｌ濃度０．１３５％、合金化温度５５０℃とした。鋼帯Ｓ速度（ＬＳ）は６０ｍｐｍ、９０ｍｐｍ、１２０ｍｐｍの３水準検討した。

[0047] 評価は、過酸化に起因するローキ欠陥（ピックアップ）、めっき外観について、進行方向と幅方向の品質偏差について行った。いずれの試験においても評価Ａ、Ｂは合格、Ｃは不合格である。

[0048] 下記の特許文献５に記載されている方法と同じ手法で求めた。過酸化に起因するローキ欠陥（ピックアップ）は、ランダムに抽出した鋼板の表面の１ｍ^{2}の視野を光学式の表面欠陥計により検査した。上記の表面欠陥計では直径０．５ｍｍ以上のサイズの疵を検出でき、これをピックアップとの接触による凹み欠陥、ここでは、ローキ欠陥として判断した。

［特許文献５］特許第６６０７３３９号公報

Ａ（良好）：１ｍ^{2}あたり０個（ローキ欠陥の発生無し）

Ｂ（ほぼ良好）：１ｍ^{2}あたり１～２個（軽微なローキ欠陥が散見される）

Ｃ（劣る）：１ｍ^{2}あたり３個以上（ローキ欠陥あり）

[0049] めっき外観の評価は、合金化処理後の鋼板表面において、めっき中のＦｅ濃度（合金化率の指標）の目標値に対するばらつきを測定することで判定した。めっき中のＦｅ濃度の目標値に対するばらつきが小さいほどめっき外観は良好であると判断される。なお、Ｆｅ濃度は下記の特許文献６に記載されている方法と同じ手法である、Ｘ線回折法によりめっき層を構成する合金相の回折ピーク角度の変化から算出する方法にて測定した。

［特許文献６］特許第５９６２６１５号公報

Ａ（良好）：±０．５％未満（不めっきおよび合金化ムラなし）

Ｂ（ほぼ良好）：±１％未満（軽微な不めっきまたは／および軽微な合金化ムラあり）

Ｃ（劣化）：±１％以上（明瞭な不めっきまたは／および明瞭な合金化ムラあり）

評価Ａ、Ｂは合格、Ｃは不合格である。

[0050] さらに、進行方向および幅方向の品質は、鋼帯Ｓの先端部、中央部、尾端部の進行方向に３か所場所を選定し１０００ｍｍ長さのサンプルを幅方向に採取し、それぞれの幅中央部のローキ、めっき外観の評価結果から行った。また、幅方向は、鋼帯Ｓの中央部から採取した幅×１０００ｍｍのサンプルにおいて、それぞれ幅方向中央部、１／４幅および３／４幅の箇所、両端部の５点のローキ、めっき外観の評価結果を元に下記のように評価した。

◎：同一条件内でのローキ、メッキ性の評価ともに、Ａのみであるもの

○：同一条件内でのローキ、メッキ性の評価ともに、ＡまたはＢであるもの

△：同一条件内でのローキもしくはメッキ性の評価がＢのみであるもの

×：同一条件内でのローキもしくはメッキ性の評価がＣを含むもの

本発明において合格となるものは、ローキ欠陥、めっき外観で一つもＣ判定の箇所がなく、また幅方向および進行方向で◎、○、△の判定が得られたものである。判定は、幅方向、進行方向いずれも△以上であれば合格（○）、×が含まれる場合を不合格（×）とした。

[0051] 条件Ｎｏ．１～７は鋼帯Ｓの搬送速度が６０ｍｐｍの条件で製造したものである。

条件１は、還元帯バーナ群１４に円形バーナを用いた従来タイプの（比較例）である。還元力が幅方向および進行方向で安定せず、過酸化に起因したローキ欠陥が散見され不合格であった。条件２は、還元帯バーナ群１４に円形バーナに代わり、スリットバーナを適用した本発明例である。バーナ火炎が幅方向に均一で、幅方向及び進行方向で均一に還元Ｆｅが得られたため、過酸化に起因するローキ欠陥がない安定した品質の鋼帯Ｓを得られた。条件３は、スリットバーナを用いてはいるが、酸化帯の空気比が０．９０であり、酸化力不足のため、めっき外観が劣っていた。条件４は、条件３に対して、酸化帯の空気比が過剰だった場合である。条件３より表面品質は安定し、合格範囲となった。条件５は、条件２、３同様にスリットバーナを用いているが、還元帯の空気比が１．００と高いため、ローキ欠陥が散見された。条件

６は、条件５に対し、還元帯の空気比が低い例である。条件５に対して表面欠陥が減少し、合格範囲となった。条件７は、還元帯の空気比を調整し、さらに還元帯の燃焼率を低下させた例である。条件５よりは表面欠陥が減少し、合格範囲になった。

[0052] 条件８、９は鋼帯Ｓの搬送速度９０ｍｐｍの例である。条件８は、還元帯バーナ群１４に円形バーナを適用しており、条件１と同様に品質が悪く不合格であった。一方、条件９は、スリットバーナを適用した例である。これによって、条件８より表面品質は改善し、合格であった。

[0053] 条件１０、１１、１２は鋼帯Ｓの搬送速度１２０ｍｐｍの例である。条件１０は、条件１、８同様に円形バーナを用いたため、表面品質は不合格であった。条件１１は、スリットバーナを適用しており、条件９同様に表面品質は改善、安定し、合格であった。

条件１２は、酸化帯、還元帯いずれにもスリットバーナを適用した例である。これにより、表面品質は高位で安定した。

[0054] 条件１３は、横型炉の加熱帯にスリットバーナを適用した例である。加熱帯を構成する４つのバーナ群のうち、最下流のバーナ群１４は空気比１未満の還元帯として運用した。横型炉であるためその他の例に比べて生産能率は低いものの、欠陥は低位を維持しており合格範囲となった。ただし、横型炉のため加熱帯と均熱帯との雰囲気分離が不十分となり幅方向および進行方向の均一性は低下した。

[0055] 条件１４は、条件２に対して、スリットバーナを適用したバーナ群の上流に排気口を設置した例である。排気口を設置したことで火炎同士の干渉が防がれ、幅方向および進行方向の均一性がさらに向上し、表面品質は好意で安定した。

[0056] 以上の結果から、還元帯にスリットバーナを導入することにより、表面品質を改善し、さらに、制御方法や燃焼条件を好適化することによって、より良い表面品質が得られることを確認した。

[0057]

[表1]

（単位 vol%）

CO_2	H_2O	CO	N_2	H_2	O_2	CH_4	C_2H_4
2.7	0	7.5	5.9	56.5	0.2	25.0	2.2

[0058] [表2]

（単位 質量%）

C	Si	Mn	P	S	Cu	Al	Cr	Mo	Nb	N
0.12	1.50	1.25	0.013	0.04	Tr	Tr	Tr	Tr	0.033	0.001

[0059]

[表3]

条件No.	LS [mpm]	炉形式	酸化帯												還元帯				DFF出側平均板温 [℃]	過酸化欠陥（ロー キ等）	めっき外観	幅方向品質	長手方向品質	判定	備考
			バーナ群11					バーナ群12					バーナ群13				バーナ群14									
			入側平均板温 [℃]	バーナ種類	空気比 [-]	燃焼率 [%]	排気口	入側平均板温 [℃]	バーナ種類	空気比 [-]	燃焼率 [%]	排気口	入側平均板温 [℃]	バーナ種類	空気比 [-]	燃焼率 [%]	排気口	入側平均板温 [℃]	バーナ種類	空気比 [-]	燃焼率 [%]						
1	60	縦型	201	円形	未使用		無	203	円形	未使用		無	285	円形	1.05	72	無	553	円形	0.80	50	648	C	C	×	×	×	比較例
2	60	縦型	199	円形	未使用		無	204	円形	未使用		無	280	円形	1.05	72	無	550	スリット	0.80	50	650	A	A	◎	○	○	発明例
3	60	縦型	201	円形	未使用		無	203	円形	未使用		無	281	円形	0.90	72	無	499	スリット	0.90	50	650	A～B	C	○	×	×	比較例
4	60	縦型	202	円形	未使用		無	204	円形	未使用		無	283	円形	1.60	72	無	501	スリット	0.90	50	652	B	B	△	△	○	発明例
5	60	縦型	198	円形	未使用		無	202	円形	未使用		無	282	円形	1.10	72	無	550	スリット	1.00	50	650	C	B	△	×	×	比較例
6	60	縦型	198	円形	未使用		無	203	円形	未使用		無	286	円形	1.10	72	無	542	スリット	0.65	50	658	B	B	△	△	○	発明例
7	60	縦型	198	円形	未使用		無	202	円形	未使用		無	282	円形	1.10	96	無	592	スリット	0.85	25	650	B	B	△	△	○	発明例
8	90	縦型	199	円形	未使用		無	202	円形	1.10	49	無	378	円形	1.10	59	無	550	円形	0.90	75	652	B～C	C	×	△	×	比較例
9	90	縦型	200	円形	未使用		無	203	円形	1.10	49	無	378	円形	1.10	59	無	498	スリット	0.90	75	649	A	A	◎	○	○	発明例
10	120	縦型	201	円形	1.05	32	無	274	円形	1.15	50	無	389	円形	1.10	70	無	550	円形	0.85	100	648	C	B～C	×	△	×	比較例
11	120	縦型	200	円形	1.10	32	無	273	円形	1.15	50	無	388	円形	1.15	70	無	550	スリット	0.85	100	652	A～B	A	◎	○	○	発明例
12	120	縦型	200	スリット	1.10	32	無	273	スリット	1.15	50	無	388	スリット	1.15	70	無	550	スリット	0.85	100	652	A	A	◎	◎	○	発明例
13	30	横型	405	スリット	1.10	24	無	450	スリット	1.15	24	無	490	スリット	1.15	24	無	530	スリット	0.85	20	570	A～B	B	△	△	○	発明例
14	60	縦型	199	円形	未使用		無	204	円形	未使用		有	280	スリット	1.05	72	有	550	スリット	0.80	50	650	A	A	◎	◎	○	発明例

符号の説明

[0060] １　直火型加熱炉（ＤＦＦ）

１－１　酸化帯

１－２　還元帯

２　スリットバーナに付随する火炎噴射口

３　円形バーナに付随する火炎噴射口

４　放射温度計

５　火炎

６　排気口

Ｓ　鋼板（鋼帯）

Ｌ　バーナ群１４の鋼帯の進行方向最上流にあるバーナから最下流にあるバーナまでのバーナ群による鋼帯加熱領域の長さ

１１　酸化帯のバーナ群

１２　酸化帯のバーナ群

１３　酸化帯のバーナ群

１４　還元帯のバーナ群

Ｂ　スリットギャップ

２０　予熱帯

２１　加熱帯（直火加熱）

２２　均熱帯

２３　冷却帯

２４　冷却帯

２５　めっき浴（亜鉛ポット）

２６　合金化帯

２７　冷却帯

請求の範囲

[請求項1] 空気比１以上で操業される酸化帯と空気比１未満で操業される還元帯を有する直火型加熱炉を通過する鋼板の表面側と裏面側を、少なくとも前記還元帯を通過する間に１つ以上の前記鋼板の幅方向に延設されたスリットバーナから噴射する火炎で加熱する、鋼板の加熱方法。

[請求項2] 前記直火型加熱炉は、前記鋼板を上下方向に搬送し、かつ前記スリットバーナの下側に設置された排気口から燃焼排ガスを吸引する、請求項１に記載の鋼板の加熱方法。

[請求項3] 前記酸化帯の空気比を１．００以上、１．５０未満、
前記還元帯の空気比を０．７０以上、１．００未満
に制御する請求項１または２に記載の鋼板の加熱方法。

[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載された加熱方法により、冷延鋼板を加熱処理し、さらに、該冷延鋼板にめっき処理を施す、めっき鋼板の製造方法。

[請求項5] 前記めっき処理は、電気亜鉛めっき処理、溶融亜鉛めっき処理、合金化溶融亜鉛めっき処理のいずれかの方法を用いる、請求項４に記載のめっき鋼板の製造方法。

[請求項6] 空気比１以上で操業される酸化帯と、空気比１未満で操業される還元帯と、前記酸化帯と前記還元帯の空気比を制御可能な制御装置と、を有し、
少なくとも前記還元帯の一部に、
前記酸化帯と前記還元帯を通過する鋼板に向けて火炎を噴射する、前記鋼板の幅方向に延設されたスリットバーナを前記鋼板の表面側と裏面側にそれぞれ１つ以上備える、直火型加熱炉。

[請求項7] 前記鋼板を上下方向に搬送し、かつ前記スリットバーナの下側に設置された排気口から燃焼排ガスを吸引する請求項６に記載の直火型加熱炉。

[請求項8] 前記酸化帯の空気比は１．００以上、１．５０未満、

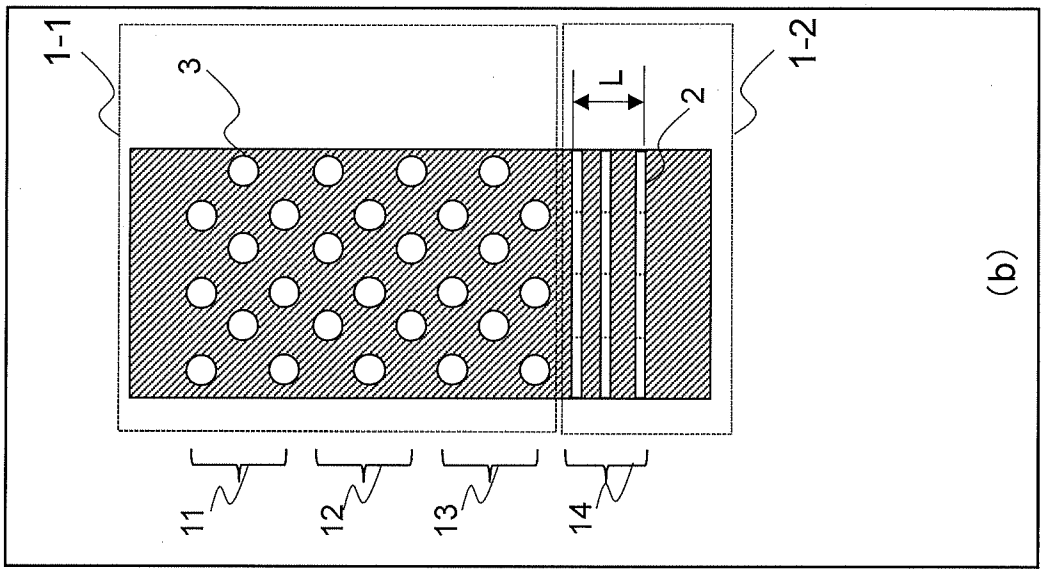
前記還元帯の空気比は０．７０以上、１．００未満に制御される

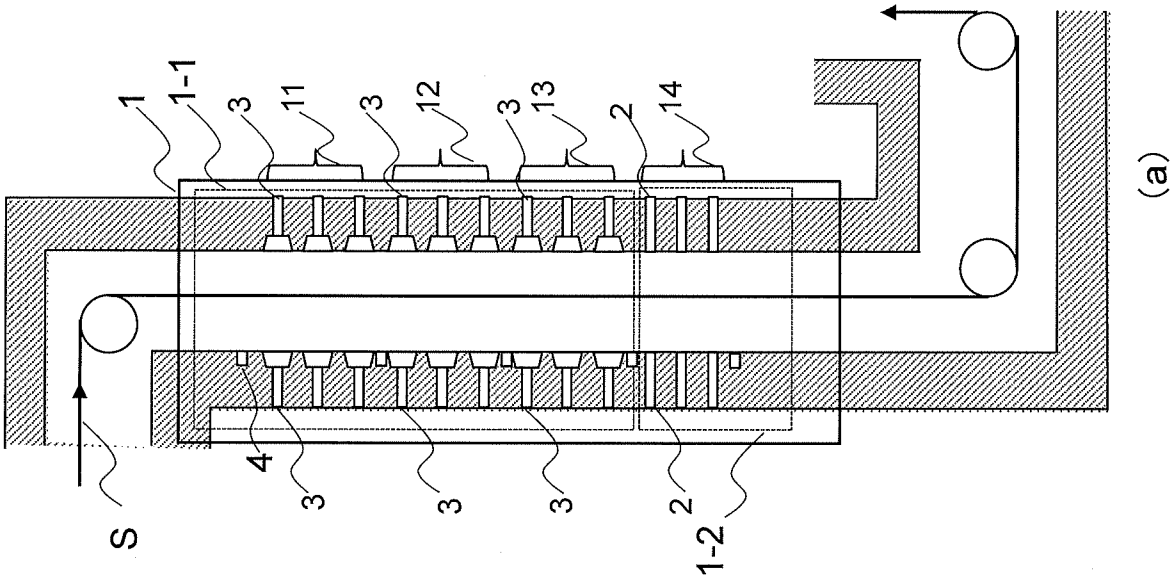
請求項６または７に記載の直火型加熱炉。

[請求項9] 請求項６～８のいずれか１項に記載の直火型加熱炉を備えた、連続溶融亜鉛めっき設備。

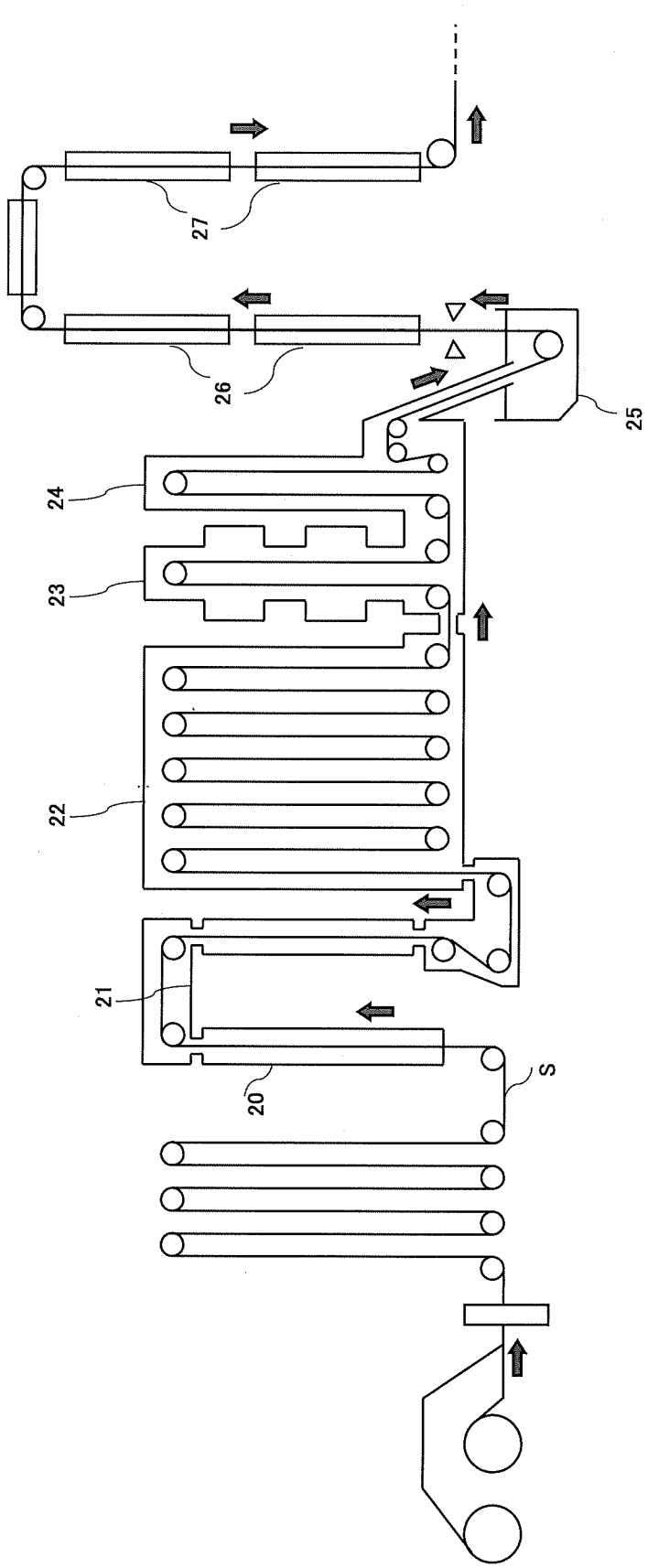
[請求項10] さらに、溶融亜鉛めっきを合金化する合金化設備を備えた、請求項９に記載の連続溶融亜鉛めっき設備。

[図1]

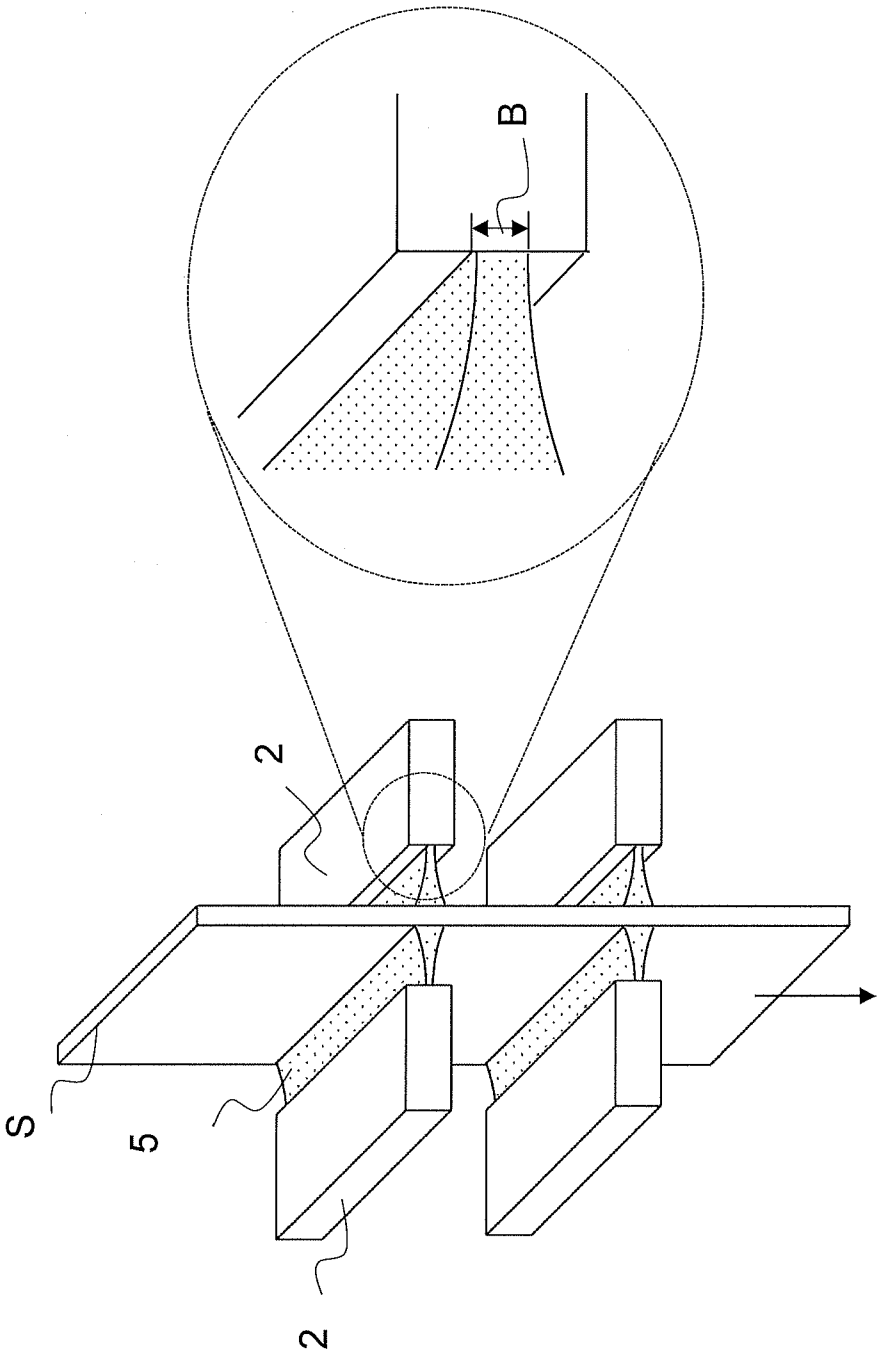




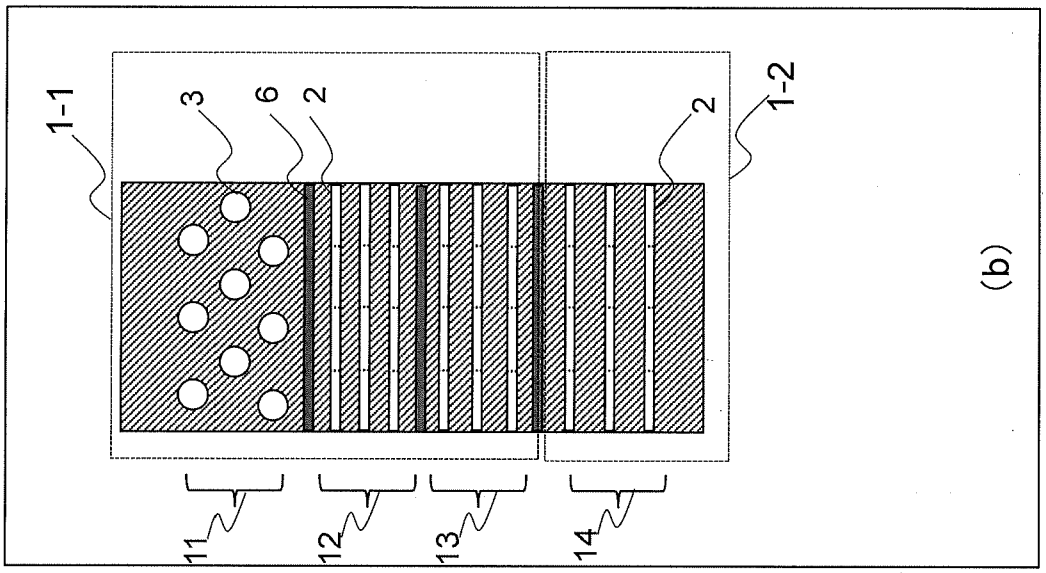
[図2]

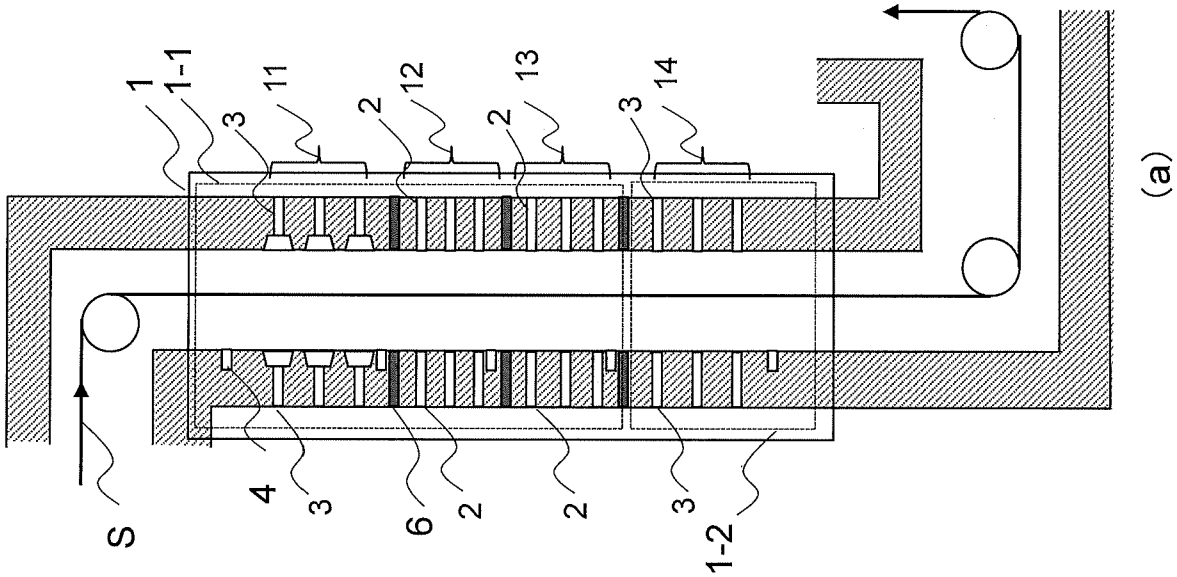


[図3]



[図4]





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/024886

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 9/46(2006.01)n; ***C21D 9/56***(2006.01)i; ***C25D 5/36***(2006.01)i; *C22C 38/00*(2006.01)n; *C22C 38/12*(2006.01)n; *C22C 38/26*(2006.01)n; ***C23C 2/02***(2006.01)i; ***C23C 2/06***(2006.01)i; ***C23C 2/28***(2006.01)i; ***C23C 2/40***(2006.01)i; ***F23N 5/00***(2006.01)i

FI: C21D9/56 101D; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00 D; F23N5/00 S; C21D9/46 H; C22C38/00 301T; C22C38/12; C22C38/26

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)

C21D9/56; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00; C21D9/46; C22C38/00; C22C38/12; C22C38/26

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
Y	JP 2008-1934 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 10 January 2008 (2008-01-10) claims, paragraphs [0014], [0025], [0028]-[0033], [0045], [0046], fig. 1, 2	1, 3-6, 8-10
A		2, 7
Y	JP 2-57639 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 27 February 1990 (1990-02-27) p. 1, lower right column, line 5 to p. 2, upper left column, line 1, p. 5, upper left column, line 6 to lower left column, line 1, fig. 1	1, 3-6, 8-10
A		2, 7
Y	JP 2020-190017 A (JFE STEEL CORP.) 26 November 2020 (2020-11-26) claims, paragraphs [0067], [0068]	3, 8, 10
Y	JP 2021-147648 A (JFE STEEL CORP.) 27 September 2021 (2021-09-27) claims, paragraphs [0067], [0071]	3, 8, 10

☑ 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	Date of mailing of the international search report
01 August 2023	**15 August 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/024886

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2021/166350 A1 (JFE STEEL CORP.) 26 August 2021 (2021-08-26) paragraphs [0058], [0059], [0067], [0085], claims	3, 8, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/024886

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2008-1934 A	10 January 2008	(Family: none)	
JP 2-57639 A	27 February 1990	(Family: none)	
JP 2020-190017 A	26 November 2020	(Family: none)	
JP 2021-147648 A	27 September 2021	(Family: none)	
WO 2021/166350 A1	26 August 2021	US 2023/0082367 A1 paragraphs [0107]-[0110], [0122], [0146], claims EP 4108793 A1 KR 10-2022-0123120 A CN 115003847 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/024886

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C21D 9/46(2006.01)n; C21D 9/56(2006.01)i; C25D 5/36(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)n; C22C 38/12(2006.01)n; C22C 38/26(2006.01)n; C23C 2/02(2006.01)i; C23C 2/06(2006.01)i; C23C 2/28(2006.01)i; C23C 2/40(2006.01)i; F23N 5/00(2006.01)i
FI: C21D9/56 101D; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00 D; F23N5/00 S; C21D9/46 H; C22C38/00 301T; C22C38/12; C22C38/26

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））

C21D9/56; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00; C21D9/46; C22C38/00; C22C38/12; C22C38/26

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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
Y	JP 2008-1934 A (株式会社神戸製鋼所) 10.01.2008 (2008-01-10) 特許請求の範囲,[0014],[0025],[0028]-[0033],[0045]-[0046],図1,2	1,3-6,8-10
A		2,7
Y	JP 2-57639 A (株式会社神戸製鋼所) 27.02.1990 (1990-02-27) 第1頁右下欄5行-第2頁左上欄1行,第5頁左上欄6行-左下欄1行,第1図	1,3-6,8-10
A		2,7
Y	JP 2020-190017 A (ＪＦＥスチール株式会社) 26.11.2020 (2020-11-26) 特許請求の範囲,[0067]-[0068]	3,8,10
Y	JP 2021-147648 A (ＪＦＥスチール株式会社) 27.09.2021 (2021-09-27) 特許請求の範囲,[0067],[0071]	3,8,10
Y	WO 2021/166350 A1 (ＪＦＥスチール株式会社) 26.08.2021 (2021-08-26) [0058]-[0059],[0067],[0085],請求の範囲	3,8,10

☐ 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	国際調査報告の発送日
01.08.2023	15.08.2023

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）
國方　康伸 4E 9442

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

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/JP2023/024886

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-1934 A	10.01.2008	（ファミリーなし）	
JP 2-57639 A	27.02.1990	（ファミリーなし）	
JP 2020-190017 A	26.11.2020	（ファミリーなし）	
JP 2021-147648 A	27.09.2021	（ファミリーなし）	
WO 2021/166350 A1	26.08.2021	US 2023/0082367 A1 [0107]-[0110],[0122], [0146],請求の範囲 EP 4108793 A1 KR 10-2022-0123120 A CN 115003847 A	