

(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)



(10) 国際公開番号

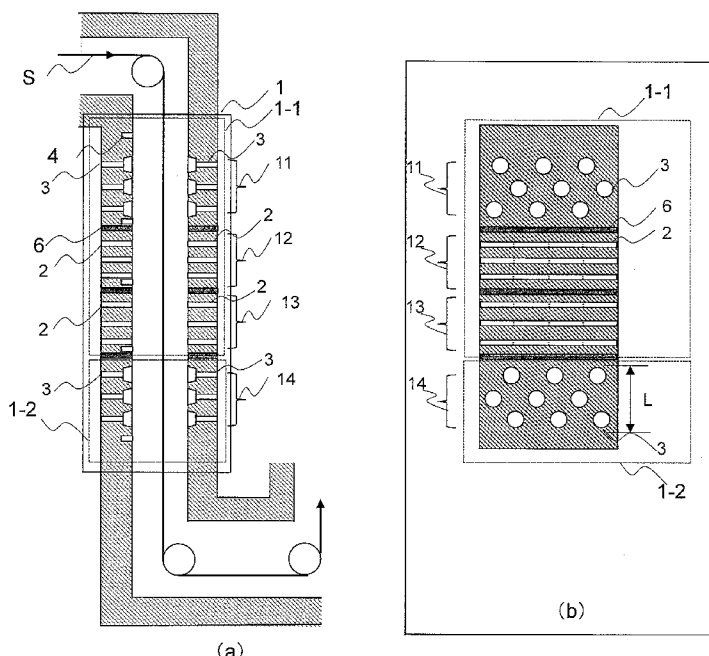
WO 2024/014372 A1

- (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/JP2023/024887
- (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 2022-111549 2022年7月12日(12.07.2022) 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). 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 J F E 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 J F E 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 PRODUCING PLATED STEEL PLATE, DIRECT-FIRED HEATING FURNACE, AND CONTINUOUS HOT-DIP GALVANIZING EQUIPMENT

(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熔融亜鉛めっき設備

【図1】



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to produce a galvanized steel plate that is free from unplating and has stable quality. A method for heating a steel plate, the method including heating the obverse and reverse sides of a steel plate passing through a direct-fired heating furnace that has an oxidation zone operated at an air ratio of 1 or greater and a reduction zone operated at an air ratio of less than 1 by using flames that are injected from one or more slit burners while



WO 2024/014372 A1

番 1 号 J F E 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))

the steel plate passes at least through the oxidation zone.

(57) 要約: 不めっき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したもの
である。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、少なくとも前記酸化帯を通過する間に 1 つ以
上の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、並びに、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などの固溶強化元素の添加が行われることが多い。特に、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として有望である。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] 従来、このための対策として、特許文献1ではめっき前の鋼板（原板）にあらかじめ電気めっき法でFe系めっきを実施するプレめっき法が提案されている。あるいは、特許文献2、3では鋼板をあらかじめ酸化性雰囲気中で加熱して表面にFe系酸化被膜を形成した後に、還元炉での焼鈍・めっきを実施する酸化還元法が提案されている。

[0005] しかしながら、前者のプレめっき法を採用しようとした場合、連続溶融亜鉛めっき設備においては焼鈍炉よりも入側に電気めっき設備を設置する必要

があり、スペースや設備投資コストを考えると実施が困難である。

[0006] また、後者の酸化還元法は、従来の無酸化炉（NOF）方式や直火炉（DFF）方式の溶融めっきラインで、燃焼雰囲気調整することによって適用可能である。

[0007] しかしながら、例えば、特許文献4、5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、良好なめっき性を確保するための酸化時のFe系酸化被膜の厚さを均一にコントロールできず、不めっき欠陥が生じてしまう。

[0008] 一方、特許文献6では、板幅方向均一化のために横型炉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、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

[0009] 特許文献1：特開2008-144264号公報

特許文献2：特開平4-202630号公報

特許文献3：特開平7-34210号公報

特許文献4：特開昭62-29820号公報

特許文献5：特開平9-59753号公報

特許文献6：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

[0010] しかしながら、従来のプレめっき法は、燃焼時の炉内の雰囲気調整を行っても従来バーナノズル形状や配置では、酸化被膜の厚さが不均一となる。また、スリットバーナを適用しても、無酸化炉、酸化炉、還元炉と続く横型炉

を併用するとFe系酸化被膜が不均一に形成され、酸化炉でスリットバーナを用いても不均一さが解消されない。

[0011] 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、めっき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したものである。

課題を解決するための手段

[0012] 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と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、少なくとも前記酸化帯を通過する間に1つ以上の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] 前記酸化帯を通過する鋼板の温度が400℃以上となる範囲で、少なくとも1つ以上設置された前記スリットバーナで鋼板を加熱する、

[1]～[3]のいずれか1つに記載の鋼板の加熱方法。

[5] [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。

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

[7] 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、前記酸化帯および前記還元帯の空気比を制御可能な制御装置と、を有し、

少なくとも前記酸化帯の一部に、

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。

[8] 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[7]に記載の直火型加熱炉。

[9] 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

[7]または[8]に記載の直火型加熱炉。

[10] 前記スリットバーナが、前記酸化帯を通過する鋼板の温度が400℃以上となる範囲に、少なくとも1つ以上設置されている[7]～[9]のいずれか一つに記載の直火型加熱炉。

[11] 前記酸化帯には、前記空気比および燃焼率を独立に制御可能であるスリットバーナを2つ以上有するバーナ群が含まれる、[7]～[9]のいずれか一つに記載の直火型加熱炉。

[12] [7]～[9]のいずれか一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。

[13] 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、[12]に記載の連続溶融亜鉛めっき設備。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、不めっきのない美しい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

[0014] [図1]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]本発明の一実施形態である連続溶融亜鉛めっき設備の概略図である。

[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

[0015] 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酸化性をコントロールすることで、鋼板表面に適切な酸化被膜(Fe系酸化物)を確保することが必要である。適切な量のFe系酸化物を確保した後、還元焼鈍することでSiを内部酸化させ、高Si鋼のめっき性を向上させることができる。

[0016] 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、良好なめっき性を確保するためのFe系酸化被膜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、めっき欠陥が生じてしまう。

[0017] そこで本発明では、円形バーナではなく、スリットバーナを適用し、Fe系酸化被膜の厚みを進行方向/幅方向に均一にコントロールする方法を考案した。

[0018] 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。

[0019] 図1は、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(DFH)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好ましく、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と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1-4の鋼帯S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、1-1は酸化帯のバーナ群、1-2は酸化帯のバーナ群、1-3は酸化帯のバーナ群、1-4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。

[0020] <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。

[0021] 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。

[0022] 本実施形態では、複数のスリットバーナを独立に制御することも可能である。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、酸化帯1-1は、鋼板進行方向に3つのバーナ群(ゾーン)、1-1~1-3から構成されている。本例では、酸化帯のバーナ群1-1には円形バーナを設置し、図中ではその火炎噴射口を3で示し、同(酸化帯)バーナ群1-2、1-3に

はスリットバーナを設置し、図中ではその火炎噴射口を符号2で示している。還元帯はバーナ群（還元帯のバーナ群）14の1ゾーンのみとし、円形バーナを設置した。円形バーナの火炎噴射口が図中の符号3である。酸化帯1-1のバーナ群11、12、13はそれぞれのバーナ群ごとにバーナの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。

- [0023] 各バーナ群に含まれるバーナ数は限定しない。直火型加熱炉全体を2~5分割し、各々を群として制御するのが実用的である。
- [0024] また、例えば図4に示す設備のように、スリットバーナは酸化帯だけではなく、酸化帯1-1と還元帯1-2の両方に備えても構わない。
- [0025] なお、スリットバーナは、酸化帯1-1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。一方、円形バーナは、鋼板面に対向して分散配置する。

[0026] <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。

- [0027] 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射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 $2B \sim 200B$ 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。

[0028] スリットバーナは、鋼板進行方向に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、より酸化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。

[0029] さらに、Fe系酸化被膜は板温が400℃以上となる範囲で大部分が生成されるため、酸化帯1-1の中でも特に板温が上記範囲となるところに少なくとも1つ以上のスリットバーナを適用するのがよい。また、450℃以上の範囲にスリットバーナを適用するのがさらに好ましい。一方、650℃を上回るような高温では急激に酸化量が増加するという理由から、板温は650℃以下となるところにスリットバーナを適用することが好ましい。さらに好ましくは600℃以下で、もっとも好ましくは550℃以下である。好適温度範囲に達した際にスリットバーナで加熱するために、DFF1を通過中の鋼板Sの板温を予想、把握する方法として、板温は鋼種、板厚、板幅、ライン速度、空気比、燃焼率等によりあらかじめ推算することが可能である。また、酸化帯1-1の通板方向数か所に放射温度計を設置し、板温を実測することも可能である。

[0030] 上記のことから、板温が高温となる酸化帯1-1の通板方向下流側にスリットバーナを適用するのがよい。酸化帯1-1の全バーナにスリットバーナを適用してもよいが、スリットバーナ出口のスリットギャップBは円形バーナよりも狭く、バーナタイルの破片等の異物が詰まったり、火炎5が高温のためスリットが変形したりと、定期メンテナンスが必要な為、板温が低い酸化帯1-1の上流側に従来の円形バーナ、下流側にスリットバーナを配置してもよい。上流側に円形バーナを採用する場合でも、加熱効率の観点から火

炎を鋼板に垂直に衝突させる直火加熱方式とすることが望ましい。

[0031] また、スリットバーナに付随した火炎噴射口2の配列は、鋼板S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S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。従って、オフセットしない場合よりも、より鋼板Sを均一に加熱することが可能である。オフセット量は $B \sim 3B$ 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や燃焼ガスの干渉によって火炎が不安定になり、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の切れ目が無いため下流側からの干渉が避けられない。そこで本発明では、スリットバーナが設置された区間において、スリット状の排気口を設けることが好ましく、スリット状の排気口を設けることで火炎や燃焼ガスの干渉を緩和しやすくなる。排気口は少なくとも各ゾーンの接続部に表裏一組ずつ設置されることが好ましい。排気口はスリットバーナの下側に設置されることが好ましく、排気口から燃焼排ガスを吸引する。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。設備長や加熱能力が要求性能を満足するのであれば、各ゾーンを構成する個々のスリットバーナの間際に排気口を設置してもよい。

[0032] 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り、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、バーナの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。

[0033] <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。燃焼するときには、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さらに好ましく、1.10以上で操業することがもっとも好ましい。

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さらに好ましく、1.30以下で操業することがもっとも好ましい。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。

[0034] また、還元帯1-2のバーナ群14の円形バーナは空気比を1未満にする必要があり、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するため、空気比は0.70以上とすることが好ましい。さらに好ましくは、空気比は0.75以上であり、もっとも好ましくは0.80以上である。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 1 を出た鋼板 S が R T 炉（焼鈍炉）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。そのため、空気比は 1.00 未満であることが好ましい。さらに好ましくは、空気比は 0.95 以下であり、もっとも好ましくは 0.90 以下である。

[0035] 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する。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する。その結果、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、鋼板 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する。また、上記板温変動の低減は、R T 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、R T 炉のロールへの酸化物付着の抑制にも寄与する。

[0036] 本実施形態では、酸化帯 1-1 のバーナ群 11~13 は酸化バーナ、還元帯 1-2 のバーナ群 14 は還元バーナであり、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、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。

[0037] 還元雰囲気長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、還元雰囲気長の長さが長いと、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。

[0038] <還元帯の長さ>

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 ΔT_{rd} が大きくなるため、酸化ゾーンでの昇温量 ΔT_{ox} 分を小さくする必要が出てくる。このため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の鋼板の進行方向の長さは、還元帯1-2のバーナ群14の鋼板の進行方向最上流にある円形バーナに付随した火炎噴射口3から最下流にある円形バーナに付随した火炎噴射口3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。なお、還元帯1-2のバーナ群14にスリットバーナが適用された場合においても、還元ゾーン長は上記とすることが好ましい。

[0039] <酸化帯の長さ>

酸化帯1-1のバーナ群11~13の鋼板の進行方向の長さ（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べきである。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を確保することが必要である。

[0040] 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の表面に対向して配置したバーナを、鋼板進行方向で、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必要がある。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。

[0041] 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Sの表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。

- [0042] 酸化帯 1-1 で形成される Fe 系酸化被膜の厚みは、対象となる鋼板 S 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 100~500 nm である。100 nm 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 100 nm 以上が好ましい。Fe 系酸化被膜の厚みは 150 nm 以上がより好ましく、200 nm 以上がさらに好ましい。一方、500 nm を超えると厚みとしても、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。そのため、Fe 系酸化被膜の厚みは 500 nm 以下が好ましい。Fe 系酸化被膜の厚みは 450 nm 以下がより好ましく、400 nm 以下がさらに好ましい。
- [0043] 上記 Fe 系酸化被膜の厚みは、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 の空気比、酸化帯 1-1 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 の燃焼率を調整することによって、安定した酸化条件を決定、確保でき、これにより不めっき欠陥のない鋼板 S を得ることができる。
- [0044] 直火型加熱炉 1 で酸化／還元した鋼板 S 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。
- [0045] 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 が存在していることから、次の還元焼鈍工程では、Fe 系酸化物が還元されて 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。それゆえに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。
- [0046] 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、具体的にはその中でも Si が 0.1 ~ 3.0 mass % 含有されている高 Si 含有溶融亜鉛めっき鋼板の製造において特に顕著に効果を発揮する。

[0047] 直火型加熱炉 1 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。焼鈍炉、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 1 の上流に予熱炉が配置されることもある。

実施例

[0048] 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 1 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、最終のバーナ群 (14) は還元帯 1-2 とし、さらに、酸化帯 1-1 はバーナ群毎に空気比と燃焼率を個別に制御する場合 (A) 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 (B) のケースに分けて試験を行った。なお、還元帯の空気比と燃焼率は酸化帯とは別に制御するものである。図 1 にバーナ配置の一例を示す。図 1 は酸化帯のバーナ群 11、還元帯のバーナ群 14 に円形バーナに付随した火炎噴射口 3、酸化帯のバーナ群 12、酸化帯のバーナ群 13 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 3 m、スリットギャップ B は 20 mm とした。

[0049] 試験に用いた鋼帯 S の鋼成分組成を表 2 に示す。

[0050] その他の試験条件は、板厚 1.0 mm、板巾 1000 mm、DFF 1 入側平均板温 200 °C、DFF 1 出側平均温度 650 °C、焼鈍温度 (RT 炉) は 850 °C、めっき浴温 463 °C、めっき Al 濃度 0.135 %、合金化温度 550 °C とした。鋼帯 S 速度 (LS) は 60 mpm、90 mpm、120 mpm の 3 水準を検討した。バーナは、燃焼率 30 % 以上で使用した。

[0051] 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

いて鋼板進行方向・幅方向品質偏差および鋼板進行方向温度偏差を評価した。評価A、Bは合格、Cは不合格である。

[0052] 本発明では、下記の特許文献7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帯Sにおける鋼板の表面の1 m²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0.5 mm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7] 特許第6607339号公報

A（良好）：1 m²あたり0個（ローキ欠陥の発生無し）

B（ほぼ良好）：1 m²あたり1～2個（軽微なローキ欠陥が散見される）

C（劣る）：1 m²あたり3個以上（ローキ欠陥あり）

[0053] 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8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8] 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（劣る）：±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。

[0054] 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1000 mm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。

[0055] 条件No. 1～8、15は鋼帯Sの搬送速度が60m/pmの条件で製造したものである。

[0056] 条件1は、円形バーナのみを用いた比較例である。円形バーナを用いていると同時に燃焼率が30%未満で、バーナの燃焼状態が不安定であった。また、酸化帯のバーナ群11～13を一括制御しており、幅方向、進行方向の品質ばらつきが大きい。

[0057] 条件2は、バーナ群11～13に、条件1の円形バーナに対してスリットバーナを適用したものである。バーナの燃焼状態は条件1同様不安定であったが、スリットバーナを適用したことによって、ローキ欠陥、めっき外観共に良好になり、幅方向、進行方向いずれの品質ばらつきもやや改善した。

[0058] 条件3は、条件1、2ではバーナ群11～13を一括で制御していたのに対し、バーナ群毎に空気比や燃焼率を制御できるようにした場合である。これによって、必要な燃焼バーナのみ（この場合はバーナ群13のみ）を稼働させることができる。しかし、条件3は稼働したバーナ群13は円形バーナであったため、燃焼ムラが生じやすく条件1よりも表面品質が劣位となる傾向であった。

- [0059] 条件4は、条件3と同様にバーナ群毎に制御した例であるが、バーナ形状を円形からスリットバーナへ変更したものである。これによって、表面品質は向上し、幅方向・進行方向の品質もより均一になった。
- [0060] 条件5は、条件4と同じ制御でスリットバーナを用いたが、バーナ群13の空気比が0.90まで低下してしまった例である。本例においては、条件3よりも幅方向、進行方向の均一性は得られたものの、欠陥が多数発現し不合格となった。
- [0061] 条件6は、条件5に対し、バーナ群13の空気比が1.65と過剰だった例である。欠陥の程度が軽減し、合格範囲となった。
- [0062] 条件7は、条件4に対して、バーナ群14の還元帯の空気比が1.00と高くなった例である。この場合も、条件5同様に均一性の面では比較的良好であったが、欠陥が多発し不合格であった。
- [0063] 条件8は、条件7に対し、還元帯の空気比が低い例である。条件7よりは欠陥の程度が軽減し合格範囲となった。
- [0064] 条件9、10は鋼帯Sの搬送速度が90 m p mの条件で製造した例であり、いずれもバーナ群ごとに空気比や燃焼率を制御した。
- [0065] 条件9は、酸化帯にスリットバーナと円形バーナを併用している。ただし、鋼板温度が400℃に達する範囲ではスリットバーナを適用していないため、表面品質は合格範囲ではあったものの、劣る箇所も生じた。
- [0066] 条件10は、酸化帯で使用したバーナはスリットバーナのみで構成されており、表面品質は条件9よりも優れていた。
- [0067] 条件11～13は鋼帯Sの搬送速度が120 m p mの条件で製造した例である。いずれの条件でも酸化帯にスリットバーナを導入している。
- [0068] 条件11は、バーナ群毎の制御を行っておらず一括制御で、一部円形バーナを用いてはいるが、条件2と同様にスリットバーナの導入により表面品質は合格範囲である。
- [0069] 条件12は、バーナ群毎の制御を行うことによって、表面品質が条件11より良好となった発明例である。

[0070] 条件13は、酸化帯に加えて、還元帯にもスリットバーナを用いた例である。これによって、表面品質はさらに改善した。

[0071] 条件14は、横型焼鈍炉にスリットバーナを導入し、酸化帯として運用した例である。横型炉のため発明例に比べて搬送速度を低くし、30mpmで製造した。酸化帯でスリットバーナを適用しており、過酸化欠陥とめっき外観は合格の範囲であったが、上下方向に鋼板を搬送できる機構となっておらず、また排気口も備えていないため、上流の無酸化炉に排気が部分的に流入したことで幅方向および長手方向で軽微なめっきや合金化ムラが発生した。

[0072] 条件15は、条件2と同様の条件で操業したが、各ゾーン間に設置された排気口を閉止し（排気口が無い状態と同等）燃焼ガスを吸引しなかった例である。その結果、火炎同士の干渉により安定性が低下し条件2に比べて欠陥は増加したものの、表面品質は合格範囲にあった。

[0073] 以上の例から、酸化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。

[0074] [表1]

(単位 vol%)

CO ₂	H ₂ O	CO	N ₂	H ₂	O ₂	CH ₄	C ₂ H ₄
2.7	0	7.5	5.9	56.5	0.2	25.0	2.2

[0075] [表2]

(mass%)

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

[0076]

[表3]

条件 No.	LS [mpm]	制御方法	炉形式	酸化帯											還元帯				備考								
				11			12			13					14												
				入側平均炉温 [°C]	バーナ種類	空気比 [-]	燃焼率 [%]	排気口	入側平均炉温 [°C]	バーナ種類	空気比 [-]	燃焼率 [%]	排気口	入側平均炉温 [°C]	バーナ種類	空気比 [-]	燃焼率 [%]	DFP出側平均炉温 [°C]		過酸化次層 (ロキキ等)	めっき外觀	幅方向品質	長さ方向品質	判定			
1	60	B	縦型	198	円形	1.05	24	無	321	円形	1.05	24	無	442	円形	1.05	24	無	552	円形	0.80	50	A~C	B~C	x	x	比較例
2	60	B	縦型	200	スリット	1.05	24	有	323	スリット	1.05	24	有	444	スリット	1.05	24	有	499	円形	0.80	50	A~B	B	○	△	発明例
3	60	A	縦型	201	円形	未使用	未使用	無	203	円形	未使用	未使用	無	205	円形	1.05	90	無	553	円形	0.80	80	C	C	x	x	比較例
4	60	A	縦型	199	スリット	未使用	未使用	有	204	スリット	未使用	未使用	有	280	スリット	1.05	90	有	550	円形	0.80	80	A	A	◎	◎	発明例
5	60	A	縦型	201	円形	未使用	未使用	有	203	スリット	未使用	未使用	有	281	スリット	0.90	90	有	499	円形	0.90	80	B~C	C	x	x	比較例
6	60	A	縦型	202	円形	未使用	未使用	有	204	スリット	未使用	未使用	有	286	スリット	1.65	90	有	460	円形	0.90	80	B	B	△	△	発明例
7	60	A	縦型	198	円形	未使用	未使用	有	202	スリット	未使用	未使用	有	282	スリット	1.10	72	有	550	円形	1.00	50	C	C	x	x	比較例
8	60	A	縦型	200	円形	未使用	未使用	有	202	スリット	未使用	未使用	有	284	スリット	1.10	72	有	544	円形	0.65	50	B	B	△	△	発明例
9	90	A	縦型	200	円形	未使用	未使用	有	203	スリット	1.10	49	有	375	円形	1.10	59	無	498	円形	0.90	75	B	A~B	△	△	発明例
10	90	A	縦型	200	円形	未使用	未使用	有	203	スリット	1.10	49	有	376	スリット	1.10	59	有	551	円形	0.90	75	A	A	◎	◎	発明例
11	120	B	縦型	200	円形	1.15	50	有	316	スリット	1.15	50	有	430	スリット	1.15	50	有	499	円形	0.85	100	B	A~B	○	△	発明例
12	120	A	縦型	201	円形	1.05	32	有	274	スリット	1.15	50	有	389	スリット	1.10	70	有	550	円形	0.85	100	A~B	A	○	◎	発明例
13	120	A	縦型	200	スリット	1.10	32	有	273	スリット	1.15	50	有	388	スリット	1.15	70	有	550	スリット	0.85	100	A	A	◎	◎	発明例
14	30	B	横型	405	スリット	1.05	30	無	450	スリット	1.05	27	無	490	スリット	1.05	25	無	530	スリット	0.80	25	B	B	△	△	発明例
15	60	B	縦型	200	スリット	1.05	24	有(閉止)	323	スリット	1.05	24	有(閉止)	444	スリット	1.05	24	有(閉止)	499	円形	0.80	50	B	B	△	△	発明例

制御方法 A: 群ごとに制御
B: 一括制御

符号の説明

[0077] 1 直火型加熱炉（D F F）

1 - 1 酸化帯

1 - 2 還元帯

2 スリットバーナに付随した火炎噴射口

3 円形バーナに付随した火炎噴射口

4 放射温度計

5 火炎

6 排気口

S 鋼板

L バーナ群 1 4 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加熱領域の長さ

1 1 酸化帯のバーナ群

1 2 酸化帯のバーナ群

1 3 酸化帯のバーナ群

1 4 還元帯のバーナ群

B スリットギャップ

2 0 予熱帯

2 1 加熱帯（直火加熱）

2 2 均熱帯

2 3 冷却帯

2 4 冷却帯

2 5 めっき浴（亜鉛ポット）

2 6 合金化帯

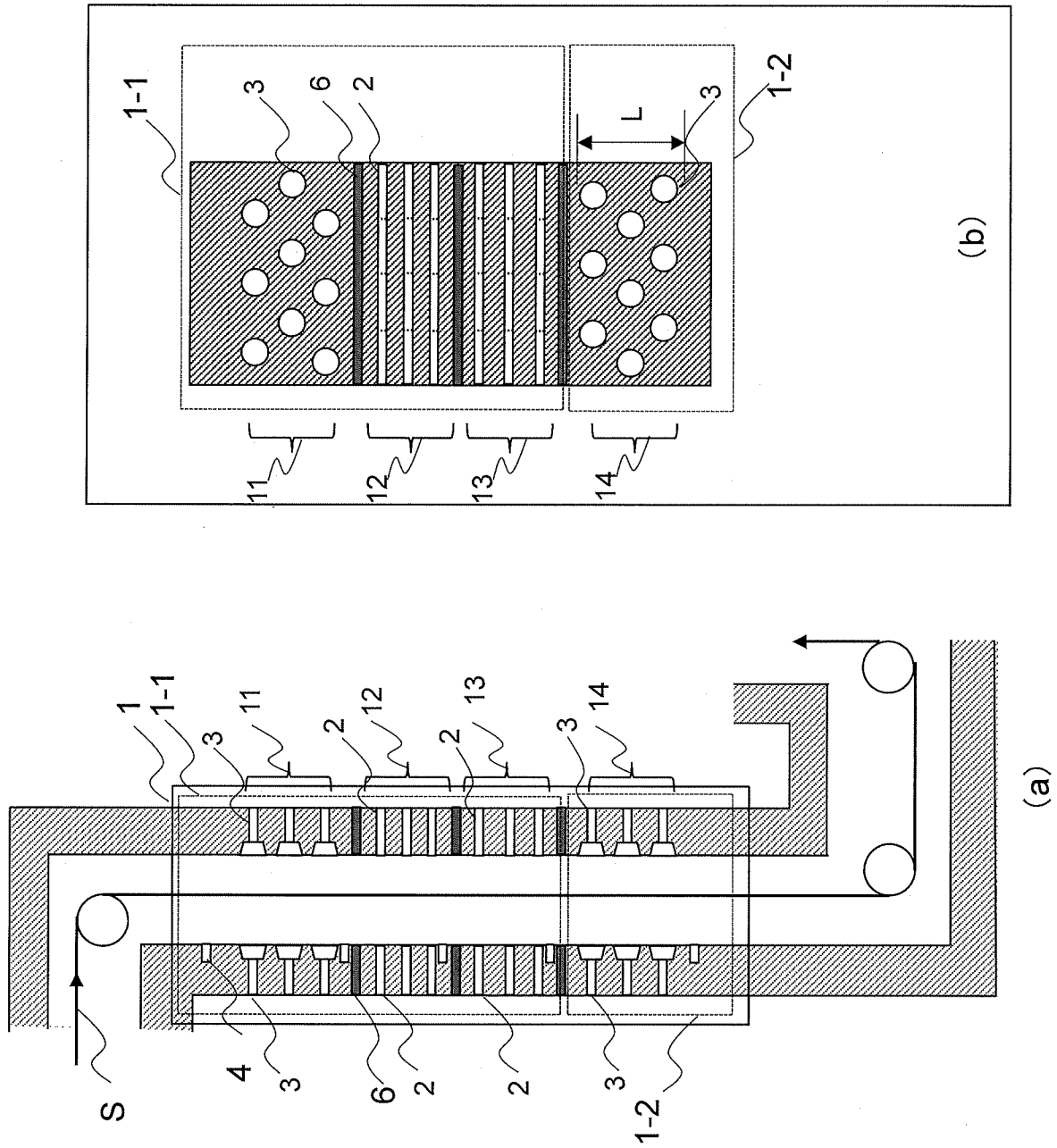
2 7 冷却帯

請求の範囲

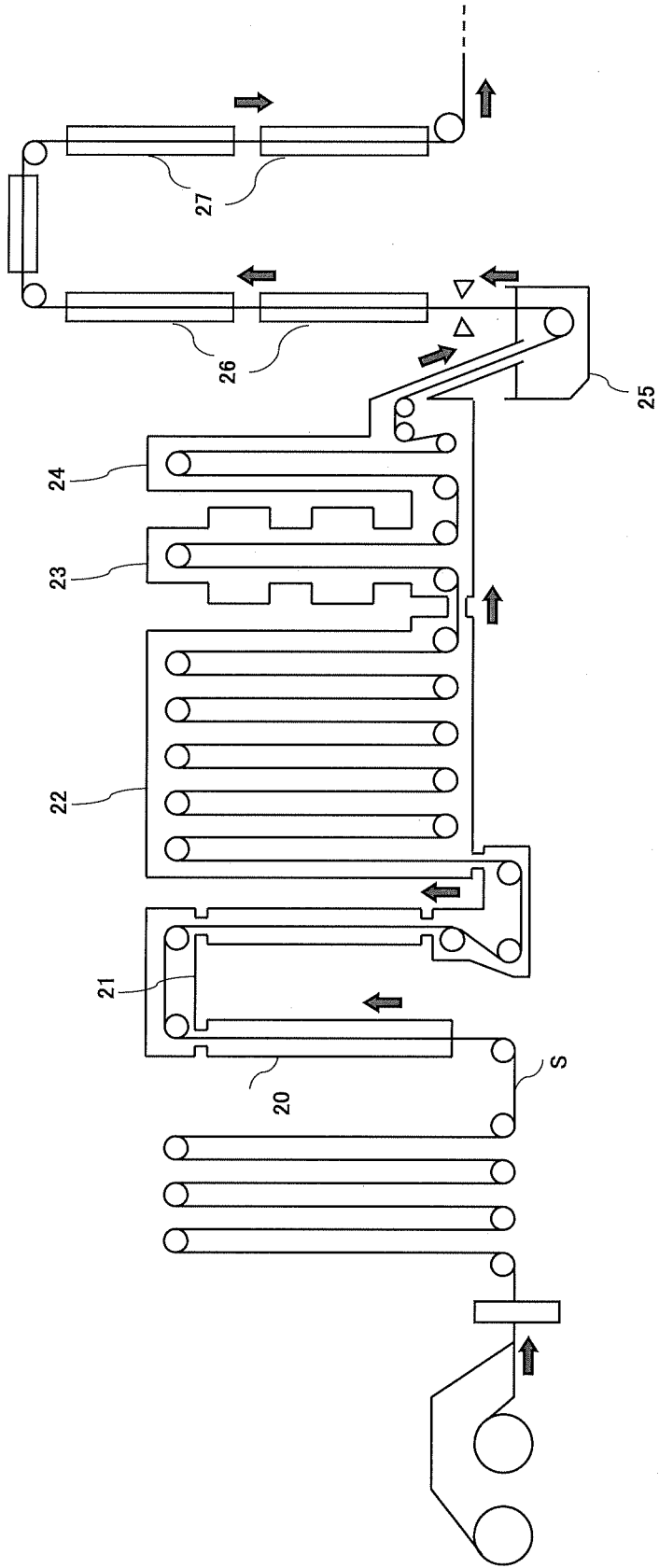
- [請求項1] 空気比1以上で操業される酸化帯と空気比1未満で操業される還元帯とを有する直火型加熱炉を通過する鋼板の表面側と裏面側を、少なくとも前記酸化帯を通過する間に1つ以上のスリットバーナから噴射する火炎で加熱する、鋼板の加熱方法。
- [請求項2] 前記直火型加熱炉は、前記鋼板を上下方向に搬送し、かつ前記スリットバーナの下側に設置された排気口から燃焼排ガスを吸引する、請求項1に記載の鋼板の加熱方法。
- [請求項3] 前記酸化帯の空気比を1.00以上、1.50未満、前記還元帯の空気比を0.70以上、1.00未満に制御する請求項1または2に記載の鋼板の加熱方法。
- [請求項4] 前記酸化帯を通過する鋼板の温度が400℃以上となる範囲で、少なくとも1つ以上設置された前記スリットバーナで鋼板を加熱する、
請求項1～3のいずれか1項に記載の鋼板の加熱方法。
- [請求項5] 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6] 前記めっき処理は、電気亜鉛めっき処理、熔融亜鉛めっき処理、合金化熔融亜鉛めっき処理のいずれかの方法を用いる、請求項5に記載のめっき鋼板の製造方法。
- [請求項7] 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、前記酸化帯および前記還元帯の空気比を制御可能な制御装置と、を有し、
少なくとも前記酸化帯の一部に、
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8] 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7に記載の直火型加熱炉。
- [請求項9] 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7または8に記載の直火型加熱炉。
- [請求項10] 前記スリットバーナが、前記酸化帯を通過する鋼板の温度が400℃以上となる範囲に、少なくとも1つ以上設置されている請求項7～9のいずれか一項に記載の直火型加熱炉。
- [請求項11] 前記酸化帯には、前記空気比および燃焼率を独立に制御可能であるスリットバーナを2つ以上有するバーナ群が含まれる、請求項7～9のいずれか一項に記載の直火型加熱炉。
- [請求項12] 請求項7～9のいずれか一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13] 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12に記載の連続溶融亜鉛めっき設備。

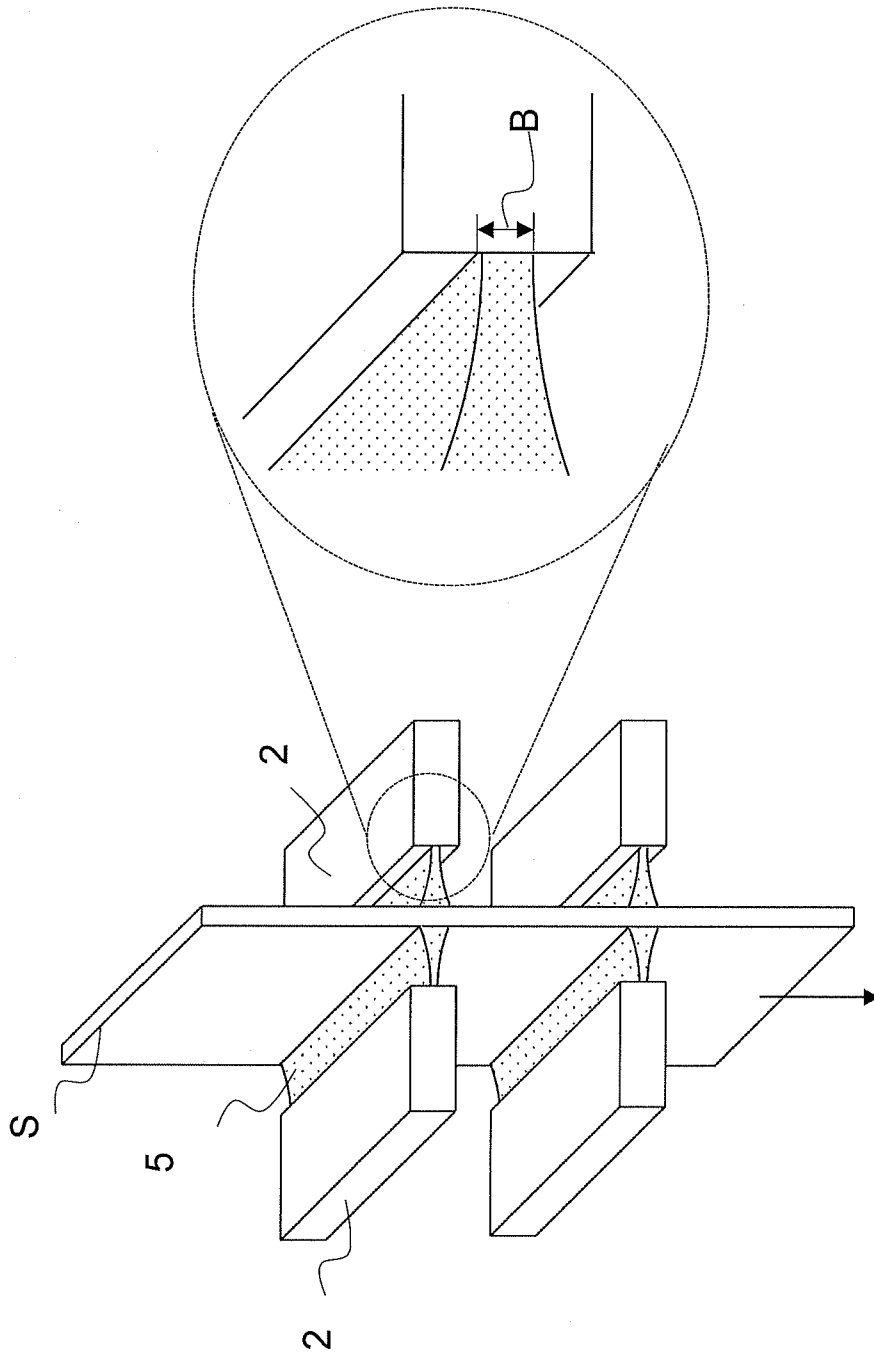
[図1]



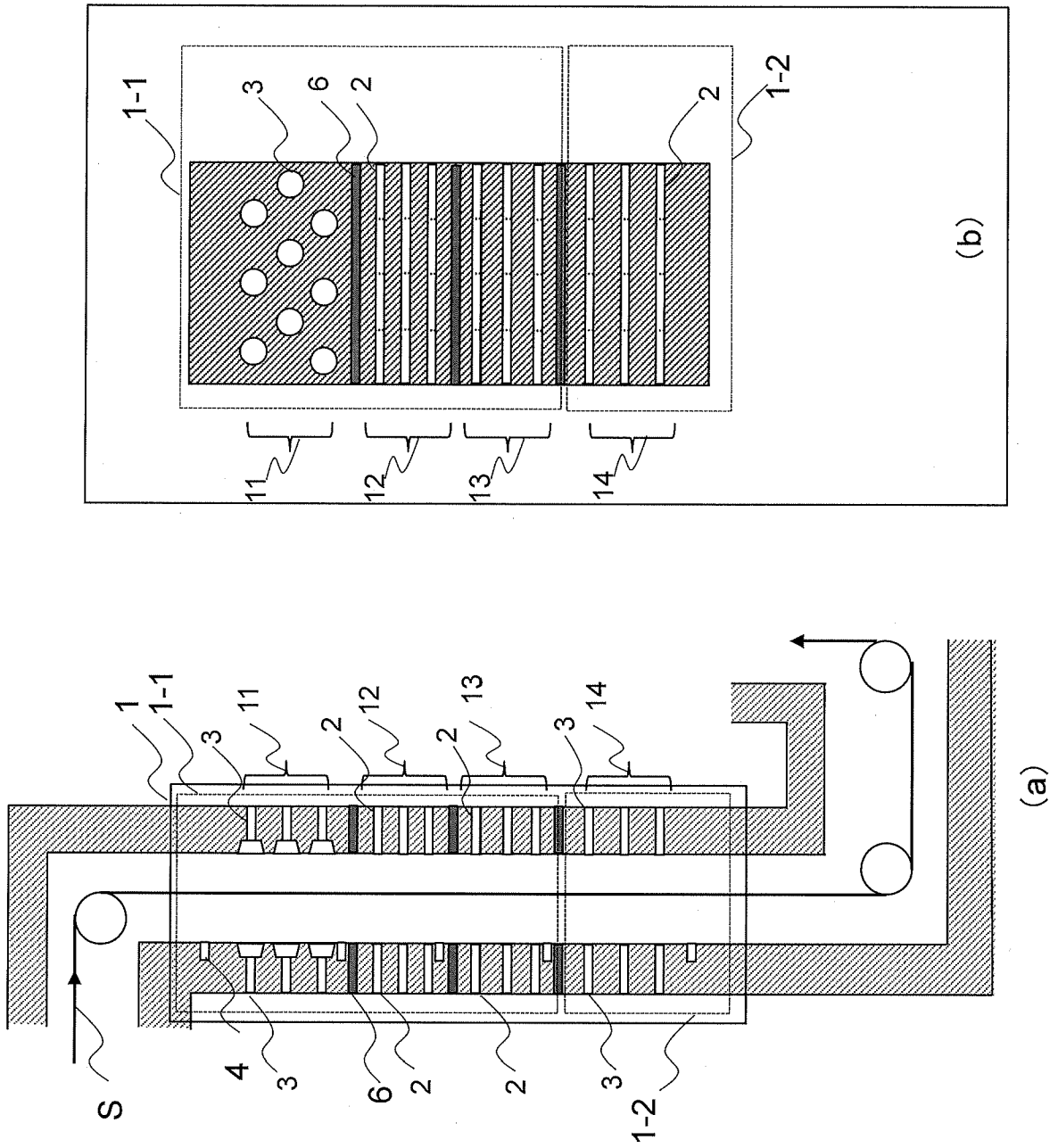
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024887

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p><i>C21D 9/46</i>(2006.01)i; <i>C21D 9/56</i>(2006.01)i; <i>C25D 5/36</i>(2006.01)i; <i>C22C 38/00</i>(2006.01)i; <i>C22C 38/12</i>(2006.01)i; <i>C22C 38/26</i>(2006.01)i; <i>C23C 2/02</i>(2006.01)i; <i>C23C 2/06</i>(2006.01)i; <i>C23C 2/28</i>(2006.01)i; <i>C23C 2/40</i>(2006.01)i; <i>F23N 5/00</i>(2006.01)i</p> <p>FI: C21D9/56 101D; C21D9/46 H; C22C38/00 301T; C22C38/12; C22C38/26; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00 D; F23N5/00 S</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
C21D9/56; C21D9/46; C22C38/00; C22C38/12; C22C38/26; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00		
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 A	JP 2008-1934 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 10 January 2008 (2008-01-10) claims, paragraphs [0014], [0025], [0028]-[0033], [0045], [0046], [0049]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11
Y A	JP 2020-190017 A (JFE STEEL CORP.) 26 November 2020 (2020-11-26) claims, paragraphs [0067], [0068]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11
Y A	JP 2021-147648 A (JFE STEEL CORP.) 27 September 2021 (2021-09-27) claims, paragraphs [0067], [0071]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11
Y A	WO 2021/166350 A1 (JFE STEEL CORP.) 26 August 2021 (2021-08-26) paragraphs [0058], [0059], [0067], [0085], claims	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
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		Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2023/024887

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 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	
JP 2-57639 A	27 February 1990	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>C21D 9/46(2006.01)i; C21D 9/56(2006.01)i; C25D 5/36(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/12(2006.01)i; C22C 38/26(2006.01)i; 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; C21D9/46 H; C22C38/00 301T; C22C38/12; C22C38/26; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00 D; F23N5/00 S</p>																	
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>C21D9/56; C21D9/46; C22C38/00; C22C38/12; C22C38/26; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28; C23C2/40; C25D5/36; F23N5/00</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			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							
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																
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>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], [0049]</td> <td>1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>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]</td> <td>1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>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]</td> <td>1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>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</td> <td>1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <p>* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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</p>			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 A	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], [0049]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11	Y A	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]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11	Y A	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]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11	Y A	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	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11
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 A	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], [0049]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11															
Y A	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]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11															
Y A	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]	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11															
Y A	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	1, 3-7, 9, 10, 12, 13 2, 8, 11															
国際調査を完了した日	01.08.2023	国際調査報告の発送日	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 4K 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/JP2023/024887

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 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	
JP 2-57639 A	27.02.1990	(ファミリーなし)	