

(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
2025年1月16日(16.01.2025)



(10) 国際公開番号
WO 2025/013447 A1

(51) 国際特許分類:
C23C 2/20 (2006.01) C23C 2/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/019523

(22) 国際出願日: 2024年5月28日(28.05.2024)

(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 2023-114924 2023年7月13日(13.07.2023) 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: 山城 研二 (YAMASHIRO Kenji); 〒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). 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).

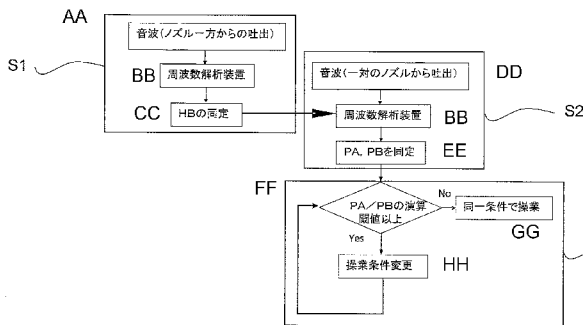
(74) 代理人: 熊坂 晃, 外(KUMASAKA Akira et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目6番1号 J F E テクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** METHOD FOR PREDICTING SPLASH DEFECT OF HOT-DIP METAL-PLATED STEEL STRIP, METHOD FOR PRODUCING HOT-DIP METAL-PLATED STEEL STRIP, DEVICE FOR PREDICTING SPLASH DEFECT OF HOT-DIP METAL-PLATED STEEL STRIP, AND EQUIPMENT FOR PRODUCING HOT-DIP METAL-PLATED STEEL STRIP

(54) 発明の名称: 溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法、溶融金属めっき鋼帯の製造方法、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置および溶融金属めっき鋼帯製造設備

[図10]



AA Sound wave (eject from one nozzle)
BB Frequency analyzer
CC Identification of HB
DD Sound wave (eject from a pair of nozzles)
EE Identify PA and PB
FF Calculate PA/PB; The value is threshold or greater?
GG Operate under same conditions
HH Change the operation conditions

(57) **Abstract:** A purpose of the present invention is to provide a method for predicting a splash defect of a hot-dip metal-plated steel strip in a production method for the hot-dip metal-plated steel strip in which plating amount is regulated using gas wiping nozzles. The method for predicting a splash defect of a hot-dip metal-plated steel strip is for use in equipment for producing a hot-dip metal-plated steel strip in which a gas is blown from a pair of opposed gas wiping nozzles against both surfaces of a steel strip being continuously pulled up from a molten-metal plating bath, to regulate the plating amount. The method comprises a reference frequency band setting step, a power spectrum determination step, a spectral intensity determination step, and a defect prediction step for predicting the occurrence of a splash defect.

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明は、ガスワイピングノズルを用いてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造方法において、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を提供することを目的とする。溶融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、対向する1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造設備における溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法であって、基準周波数帯設定ステップと、パワースペクトル特定ステップと、スペクトル強度特定ステップと、スプラッシュ欠陥の発生を予測する欠陥予測ステップと、を含む、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。

明 細 書

発明の名称：

溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法、溶融金属めっき鋼帯の製造方法、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置および溶融金属めっき鋼帯製造設備

技術分野

[0001] 本発明は、溶融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、ガスワイピングノズルから気体を吹き付け、鋼帯表面のめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 溶融金属めっき鋼板は、建材、自動車、家電等の分野で広く使用されている。そして、これらの用途では、外観に優れることが溶融めっき鋼板に対して要求される。ここで、塗装後の外観は、めっき膜厚むら、疵、異物付着等の表面欠陥の影響を強く受けるため、溶融亜鉛めっき鋼板には表面欠陥が存在しないことが重要である。

[0003] 溶融金属めっき鋼帯は、一般的には図1に示すような連続溶融金属めっきラインで製造される。すなわち、還元雰囲気での連続焼鈍炉で焼鈍された鋼帯Sは、スナウト2内を通過して、めっき槽3内の溶融金属浴4中に連続的に導入される。その後鋼帯Sは、溶融金属浴4中のシンクロール5、サポートロール6を介して溶融金属浴4の上方に引き上げられ、一対のガスワイピングノズル10で所定のめっき厚みに調整された後に、冷却されて後工程に導かれる。一対のガスワイピングノズル10は、めっき槽3上方に、鋼帯Sを挟んで対向して配置され、ガスの噴射口は、鋼帯Sの板幅方向に延在するスリット11により構成される。ガスワイピングノズル10は、多様な鋼帯幅に対応すると同時に鋼帯引き上げ時の幅方向のズレなどに対応するため、通常、鋼帯幅より長く構成され、鋼帯Sの幅端部より外側まで延びている。このようなガスワイピング装置では、スリット11から噴射されたガスが鋼帯

Sの表面に吹き付けられ、その結果、余剰な溶融金属が掻き取られて、鋼帯表面のめっき付着量が調整されるとともに、鋼帯表面に付着した溶融金属が板幅方向及び板長手方向で均一化される。

このようなガスワイピングノズル10において、ガス噴射によって飛散した溶融金属の液滴P（以下、「スプラッシュ」と称する。）が鋼帯表面に付着してめっき鋼帯の表面品質の低下を招くという問題がある。溶融金属のスプラッシュの多くは、鋼帯エッジ部から発生する（エッジスプラッシュ）。これは以下のような理由による。鋼帯両側に配置されたガスワイピングノズルから吐出されたガス噴流は、鋼帯センター部では、鋼帯に衝突した後は単独噴流のまま壁面噴流となるのに対し、鋼帯エッジ部では、図2に示すように対向する両ガスワイピングノズルからのガス噴流が互いに衝突し、上下に大きく振動する（例えば、S. J. Kim、J. W. Cho、K. J. Ahn and M. K. Chung: ISIJ Int.、43（2003））。このため鋼帯エッジ部ではガスの速度変動（乱れ）が非常に大きくなり、スプラッシュが発生しやすくなる。鋼帯の連続処理プロセスにおいて生産量を増加させるには、鋼帯通板速度を増加させればよい。しかし、連続溶融めっきプロセスにおいてワイピング方式でめっき付着量を制御する場合、鋼帯通板速度を増加させると、溶融金属の粘性によって鋼帯Sのめっき浴通過直後の初期付着量が増加するため、めっき付着量を一定範囲内に制御するには、ガスワイピングノズル10（10a、10b）から鋼帯面に吹き付けるガスGをより高圧に設定する必要がある、これによって鋼帯エッジ部での噴流同士の衝突によるスプラッシュが大幅に増加し、良好な表面品質を維持できなくなる。

[0004] 上記のような問題を解決するため、特許文献1の技術は、通板する鋼帯両脇部にバッフルプレートを設置するとともに、このバッフルプレートの鋼帯側コーナー下部に、鋼帯エッジ付近の噴射ガスの流れを内向きに変える傾斜ガイドを設けたものである。

[0005] また、特許文献2の技術は、主ノズル（ワイピングノズル）に隣接して副

ノズル（補助ノズル）を設け、主ノズルと副ノズルの仕切り板の噴出口先端を鋭角にするとともに、主ノズルからの主噴流に対して副ノズルからの副噴流を僅かに傾けるものであり、同文献によれば、ポテンシャル・コアが長くなる結果、付着量制御性が高まり、ガス噴流が安定するため騒音も低減するとしている。

[0006] 特許文献3には、次のような方法が提案されている。この方法は、ガスワイピング部で発生する音波の周波数スペクトルとスプラッシュ発生との相関関係を利用し、ガスワイピング部で発生する音波を測定して周波数スペクトルに変換し、この周波数スペクトルの特定周波数領域での音圧強度又は音圧強度の積分値が基準値以下となるように、ガスワイピングノズルの位置を調整するものである。

[0007] 特許文献4には、ガスワイピング部で発生する音波の周波数スペクトルとスプラッシュ発生との相関関係を利用し、特定の周波数領域に周波数スペクトルのピークが現れないように、ガスワイピングノズルの設定条件を調整する技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2003-321756号公報

特許文献2：特開平10-204599号公報

特許文献3：特開2007-308778号公報

特許文献4：特開2011-32526号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献1、2の技術では、一時的なスプラッシュ低減は図れるものの、作業中にスプラッシュの発生を安定的に低減させることはできない。すなわち、熔融金属用のガスワイピングノズルのスリットギャップは、一般に縦横比が非常に小さく（アスペクト比＝1：2000程度）、このためノズルの

加工精度や取り付け精度がガスワイピングの適否に与える影響が非常に大きい。したがって、ガスワイピングノズル自体の加工精度や取り付け精度、さらにはライン速度、鋼帯の反り量などの操業条件によって、スプラッシュが発生しにくい最適条件は異なったものとなる。このため、特許文献 1、2 の技術を用いたとしても、スプラッシュの発生を安定的に抑えることは困難である。

[0010] 特許文献 3 の方法では、評価の対象とする「特定周波数領域」が広い周波数領域に亘っており、スプラッシュ発生に関連するガス振動周波数スペクトルのわずかな変化に対応できないため、鋼帯サイズの変更やその他種々の操業条件の変更によるスプラッシュ発生状況変化を適切に検知することができず、このため操業が安定しないことがある。

[0011] 特許文献 4 の方法は、ガス圧やノズル間距離によって、スペクトルのピークを抑制すべき周波数帯を算出するが、付着量の規格がほぼ一定のラインでは抑制すべき周波数帯がほぼ一定で、実用性に欠けるという問題があった。また、図 3 に示すようなブロードなピークが出現する場合があります、このようなときにノズル角度やノズル高さの変更では、抑制すべき周波数帯のピークが低減されないという問題もあった。

[0012] 本発明の目的は、以上のような従来技術の課題を解決し、ガスワイピングノズルを用いてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造方法において、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を提供することを目的とする。さらに、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を用いた溶融金属めっき鋼帯の製造方法、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置を含む溶融金属めっき鋼帯製造設備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] 溶融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、対向

する1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造設備における溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法であって、
前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルにおけるピークとなる周波数を含む基準周波数帯HBを設定する基準周波数帯設定ステップと、
溶融金属めっき鋼帯を製造する際に、前記1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けるときにガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルを特定するパワースペクトル特定ステップと、
前記パワースペクトル特定ステップで特定したパワースペクトルから、前記基準周波数帯HBにおけるスペクトル強度PBと、前記基準周波数帯HBとは異なり、前記1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付ける時に、鋼帯道外で発生する対向噴流の干渉に起因する周波数帯に現れるスペクトル強度PAとを特定するスペクトル強度特定ステップと、
前記スペクトル強度PBと前記スペクトル強度PAとを用いて、スプラッシュ欠陥の発生を予測する欠陥予測ステップと、を含む、
溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。

〔2〕 前記ピークは、前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、前記ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルの最大値である、〔1〕に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。

〔3〕 前記スペクトル強度特定ステップで特定する、前記スペクトル強度PBは前記基準周波数帯HBにおいて最大のスペクトル強度であり、かつ前記スペクトル強度PAは、前記基準周波数帯HBよりも低い周波数帯における最大のスペクトル強度である、

〔1〕または〔2〕に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。

〔4〕 前記基準周波数帯HBは、前記基準周波数帯設定ステップにおいて

、周波数2000Hz以上3000Hz未満におけるスペクトル強度のピークから設定し、

前記スペクトル強度特定ステップで特定する最大スペクトル強度PAは、周波数1000Hz以上2000Hz未満の周波数帯における最大のスペクトル強度である、

[1]～[3]のいずれかに記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。

[5] [1]～[4]のいずれかに記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を用いて、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥の発生を予測し、スプラッシュ欠陥の発生を抑制するように、前記溶融金属めっき設備の操業条件を設定し、溶融金属めっき鋼帯を製造する、
溶融金属めっき鋼帯の製造方法。

[6] 前記溶融金属めっき設備の操業条件は、前記ガスワイピングノズルのガス噴射口から噴射する前記ガスの噴射方向と水平面とのなす角度であるノズル角度、前記溶融金属めっき浴の液面から前記ガスワイピングノズルのノズル口までの距離であるノズル高さ、前記ガスワイピングノズルのノズルヘッダの内部の圧力、前記ガス噴射口の先端と前記鋼帯との間隔であるノズル鋼板距離、および前記鋼帯が通板される通板速度、から選択した少なくとも一つである、

[5]に記載の溶融金属めっき鋼帯の製造方法。

[7] 溶融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、対向する1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造設備における溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置であって、

前記ガスワイピングノズルのガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルを取得するパワースペクトル取得部と、

前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルにおけるピークとなる周

波数を含む基準周波数帯 $H B$ を設定する基準周波数帯設定部と、
溶融金属めっき鋼帯の製造工程において、前記 1 対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付ける際に取得されるパワースペクトルから、前記基準周波数帯 $H B$ におけるスペクトル強度 $P B$ と、前記基準周波数帯 $H B$ とは異なる周波数帯に現れるスペクトル強度 $P A$ を特定するスペクトル強度特定部と、
前記スペクトル強度 $P B$ と前記スペクトル強度 $P A$ とを用いて、スプラッシュ欠陥の発生を予測する欠陥予測部と、を含む、
溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置。

〔 8 〕 前記基準周波数帯設定部における前記ピークは、前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルの最大値である、〔 7 〕に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置。

〔 9 〕 前記スペクトル強度特定部で特定する、前記スペクトル強度 $P B$ は基準周波数帯 $H B$ において最大のスペクトル強度であり、かつ前記スペクトル強度 $P A$ は、前記基準周波数帯 $H B$ よりも低い周波数帯における最大のスペクトル強度である、

〔 7 〕 または 〔 8 〕 に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置。

〔 10 〕 〔 7 〕 ～ 〔 9 〕 のいずれかに記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置を含む、溶融金属めっき鋼帯製造設備。

発明の効果

〔 0014 〕 本願発明によれば、スプラッシュ発生源となるガスワイピングによって生じる溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を提供することができる。さらに、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を用いた溶融金属めっき鋼帯の製造方法、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置を含む、溶融金属めっき鋼帯製造設備を提供することを可能とする。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]連続溶融金属めっき設備の一例を示した図である。
- [図2]対向する両ガスワイピングノズルからのガス噴流が互いに衝突する様子を表した図である。
- [図3]周波数とパワースペクトルの関係においてブロードなピークを有することを表す図である。
- [図4]ガスワイピングノズルの構成を示した図である。
- [図5]溶融亜鉛メッキラインにおけるスプラッシュ欠陥検出装置の概略である。
- [図6]一対のガスワイピングノズルと鋼帯の位置関係を表した図である。
- [図7]所定の条件でガスワイピングノズルの上下方向でのガス噴射角度を変化させた時のガスワイピング振動音の音波を周波数解析し、周波数スペクトルに変換した結果を示した図である。
- [図8(a)]周波数と各周波数のスペクトルの関係を表した図である。
- [図8(b)]P Aとスプラッシュ欠陥混入率の関係を表した図である。
- [図8(c)]P Bとスプラッシュ欠陥混入率の関係を表した図である。
- [図8(d)]P A／P Bとスプラッシュ欠陥混入率の関係を表した図である。
- [図9]本発明の設備レイアウトの上面図である。
- [図10]データ処理ブロック図である。
- [図11]本発明例と従来例の各々10日間のスプラッシュ欠陥率推移を表した図である。

発明を実施するための形態

- [0016] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。以下に示す実施形態は、本発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、本発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、配置等を下記の実施形態に特定するものではない。また、図面は模式的なものである。そのため、厚みと平面寸法との関係、比率等は現実のものとは異なることに留意すべきであり、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率

が異なる部分が含まれている。

[0017] 本発明は、溶融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、対向する１対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造設備における溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法であって、まず溶融金属めっき鋼帯の製造設備とスプラッシュ欠陥測定方法について説明し、その後処理工程のフロー図を使って説明する。

[0018] 図１に示す連続溶融金属めっき設備１は、金属帯としての鋼帯Ｓを、溶融金属からなる溶融金属浴４に浸漬することにより、鋼帯Ｓの表面に溶融金属を連続的に付着させた後、溶融金属を所定の付着量にするための設備である。連続溶融金属めっき設備１は、スナウト２と、めっき槽３と、シンクロール５と、サポートロール６とを備えている。

[0019] スナウト２は、鋼帯Ｓが通過する空間を区画する、鋼帯Ｓの進行方向７に垂直な断面が矩形状の部材であり、その上端が例えば連続焼鈍炉の出口側に接続され、下端がめっき槽３内に貯留された溶融金属浴４内に浸漬される。本実施形態においては、還元雰囲気での連続焼鈍炉で焼鈍された鋼帯Ｓは、スナウト２内を通過して、めっき槽３内の溶融金属浴４中に連続的に導入される。その後、鋼帯Ｓは、溶融金属浴４中のシンクロール５、サポートロール６を介して溶融金属浴４からその上方に引き上げられる。そして、溶融金属浴４からその上方に引き上げられた鋼帯Ｓの両面には、当該鋼帯Ｓの両面側に１対配置されたガスワイピングノズル１０ａ、１０ｂからワイピングガスが吹き付けられて、鋼帯Ｓの両面に付着した溶融金属の付着量が調整される。その後、鋼帯Ｓは、図示しない冷却設備により冷却されて後工程に導かれ、連続的に溶融金属めっき鋼帯Ｓが製造される。

[0020] 図４にガスワイピングノズルの構成を示す。ここで、鋼帯Ｓの両面側に配置された１対のガスワイピングノズル１０は、図４に示すように、ノズルヘッド１２と、ノズルヘッド１５に連結された上側に配置される第１のノズル部材１３及び下側に配置される第２のノズル部材１４とを備えている。第１

のノズル部材13及び第2のノズル部材14は、互いに対向して設けられており、ガス噴射口としてのスリット11を長さ方向Xに細長く延びるように形成してある。スリット11（ノズル出口）の口の幅をスリットギャップ16とよぶ。ノズル高さは、熔融金属めっき浴の液面からガスワイピングノズルのノズル口までの距離のことをいう。

[0021] そして、ガスワイピングノズル10a、10bは、スリット11の長さ方向Xが鋼帯Sの板幅方向に沿い、スリット11の長さ方向Xに直交する幅方向Zが鋼帯Sの板長方向（通板方向）に沿い、スリット11の長さ方向Xに直交する奥行方向Yが鋼帯Sの板厚方向に沿うように、鋼帯Sの各面側に配置される。スリットの幅方向Zは、ガスワイピングノズル10a、10bの上下方向と同一方向である。そして、片方のガスワイピングノズル10a、10bからはスリット11からワイピングガスが鋼帯Sの片面に向けて吹付けられる。また、他方のガスワイピングノズル10からはスリット11からワイピングガスが鋼帯Sの他面に向けて吹付けられる。これにより、鋼帯Sの両面において、余剰な熔融金属が掻き取られて、めっき（熔融金属）の付着量が調整され、かつ鋼帯Sの板幅方向及び板長方向で均一化される。ガスワイピングノズル10a、10bは、多様な鋼帯Sの板幅に対応するとともに、鋼帯Sの引き上げ時の幅方向の位置ずれなどに対応するために、スリット11の長さが鋼帯Sの板幅よりも長くなるように、鋼帯Sの板幅よりも長く構成され、鋼帯Sの幅方向端部より外側まで延びている。鋼帯Sの板幅に比べたスリット11の長さは特に限定されるものではないが、スリット11の長さ－鋼帯Sの板幅は50mm以上であることが好ましく、100mm以上であることがより好ましく、200mm以上であることがさらに好ましい。また、上限は特に限定されるものではないが、スリット11の長さ－鋼帯Sの板幅は1500mm以下とすることが好ましく、1200mm以下とすることがより好ましく、1000mm以下とすることがさらに好ましい。なお、上記めっき付着量は、蛍光X線分析（R i g a k u製）にて測定して得られた結果である。

- [0022] 続いて、前記設備を有する実機の溶融亜鉛メッキラインにおいてスプラッシュ現象を検証した。ガスワイピングノズル形状はスリットギャップ：1.0 mm、ノズル間距離：14～20 mm、スリット幅：1700 mmであり、めっきには亜鉛を使用し、めっき浴温は460℃で、板厚0.6～1.2 mm、板幅900～1500 mmの鋼帯を1.6～2.0 m/sで通板させ、付着量が45～50 g/m²となるようにノズルガス圧を55～65 kPaの範囲で調整した。
- [0023] 上記のガスワイピングノズル形状は1例であり、上記に特に限定されるものではないが、以下の範囲とすることが好ましい。スリットギャップは0.5 mm以上が好ましく、0.8 mm以上がより好ましく、1 mm以上がさらに好ましい。また、スリットギャップは5 mm以下が好ましく、3 mm以下がより好ましい。ノズル間距離は、4 mm以上が好ましい。また、ノズル間距離は、20 mm以下が好ましく、15 mm以下がより好ましく、10 mm以下がさらに好ましい。
- [0024] めっきは、例えば亜鉛を使用することができるが、他にはアルミニウムを使用することもできる。浴温について、特に限定されないが、浴温は440℃以上とすることが好ましい。また、浴温は470℃以下とすることが好ましい。
- [0025] 板厚について特に限定されないが、板厚は0.6 mm以上とすることが好ましい。また、板厚は3.2 mm以下とすることが好ましい。板幅について特に限定されないが、板幅は700 mm以上とすることが好ましい。また、板幅は1800 mm以下とすることが好ましい。
- [0026] 通板速度について特に限定されないが、通板速度は30 mpm以上とすることが好ましい。また、通板速度は150 mpm以下とすることが好ましい。
- [0027] 付着量について特に限定されないが、付着量は片面あたり20 g/m²以上とすることが好ましい。また、付着量は片面あたり180 g/m²以下とすることが好ましい。

- [0028] ノズルガス圧は、 2 kPa 以上が好ましく、 20 kPa 以上がより好ましく、 40 kPa 以上がさらに好ましい。ノズルガス圧は、 100 kPa 以下が好ましく、 90 kPa 以下がより好ましく、 80 kPa 以下がさらに好ましい。
- [0029] また、連続溶融めっきラインの出側に設置した欠陥計において、スプラッシュ欠陥の個数をカウントした。欠陥検出装置20の概略を図5に示す。欠陥検出装置20は投光器21とカメラ22とを含む。投光器21は溶融亜鉛めっき鋼帯Sの進行方向に対して一定の角度をもって、鋼板表面に白色光または単色光を照射する装置である。投光器21は鋼板表面に対し平行光を入射することが好ましい。カメラ22は、溶融亜鉛めっき鋼帯Sの板幅方向に複数台（例えば20台以上）、溶融亜鉛めっき鋼帯Sの進行方向7に対して所定の角度から画像を取得するように配置することが好ましい。カメラ22の台数は特に限定されるものではないが、20台以上とすることが好ましい。30台以上とすることがより好ましく、40台以上とすることがさらに好ましい。上限は特に限定されるものではないが、60台以下とすることが好ましく、50台以下とすることがより好ましい。
- [0030] 鋼板（鋼帯）表面に欠陥がない場合、投光器21から照射された光は、鋼板表面にて正反射する。一方、欠陥がある場合、照射した光は鋼板表面にて乱反射する。この乱反射光をカメラ22で受光することにより、スプラッシュ欠陥を検出することができる。図7の例においては、溶融亜鉛めっき鋼帯Sの幅方向に沿って並んだカメラ22が、検査線L上にてスプラッシュ欠陥を検出している。スプラッシュ欠陥の大きさとして、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上のものを検出できるカメラを用いることが好ましい。スプラッシュ欠陥の大きさとして、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上のものを検出できるカメラを用いることがより好ましく、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上のものを検出できるカメラを用いることがさらに好ましく、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上のものを検出できるカメラを用いることがもっとも好ましい。大きさの上限は特に限定されるものではないが、 $5000\text{ }\mu\text{m}$ 以下のものを検出されるカメラを用いればよい。

[0031] 上記条件において、ガス圧力60kPa、ノズル間距離20mm、板厚0.6mm、板幅1000mmにおけるガスワイピングノズルの上下方向でのガス噴射角度を変化させた場合の実験結果を以下に示す。図6に示すように、一对のガスワイピングノズル10a、10bの上下方向でのガス噴射角度にそれぞれ -0.8° 、 -1.1° の角度差 θ ($\theta_a - \theta_b$)をつけて実験を行った。なお、上記角度差 θ は、 0.1° 以上とすることが好ましく、 0.2° 以上とすることがより好ましく、 0.3° 以上とすることがさらに好ましい。また、上記角度差 θ は、 5° 以下とすることが好ましく、 3° 以下とすることがより好ましく、 2° 以下とすることがさらに好ましい。

[0032] 図7に、ガスワイピング振動音を測定し、測定した音波を周波数解析し、周波数スペクトルに変換した結果を示す。図7から、1600~1800Hz付近と2000~2200Hz付近の2か所に特徴的なピークが出現していることが分かる。後述するが、A帯のピーク是一对のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付ける時に発生する鋼帯道外で発生する対向噴流の干渉に起因するもので、B帯のピークはガスワイピングノズルからのガス吐出音に起因するピークである。なお、基準周波数帯HBとHAの周波数帯が異なるとは、A帯とB帯の周波数帯は重複する場合であっても、それぞれの周波数帯でピークが出る周波数は異なっており、周波数帯が異なるという。基準周波数帯HBを設定する際に、前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルにおいてピークとなる周波数を含む周波数帯に設定する必要がある。その際に、前記ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルから最大となるスペクトル強度が含まれることが好ましい。

[0033] 図7において、ノズル角度によらずB帯のピークはおおよそ値が変わっていないが、A帯のピーク値が大きく異なっている。ノズル角度の差によって、対向噴流の衝突の程度が変化し、ピーク値が大きく異なったものと推定される。後述しているが、ガスワイピングノズルからのガス吐出音については、片側のガスワイピングノズル(10aあるいは10bのいずれか)のみか

らガス吐出した時（対向噴流が発生しない時）に測定される音波の周波数解析を実施したところ、スペクトルピークが2000～2200Hz付近で認められ、それをガスワイピングノズルからのガス吐出音に起因するピーク、つまりB帯のピークとした。

[0034] この条件を含め、各種操業条件を種々変化させ、音声特徴量（A帯、B帯のピーク値）と単位面積当たりのスプラッシュ欠陥を調べた。スプラッシュ欠陥がどの程度存在するかといった指標として、単位面積あたりのスプラッシュ欠陥個数であるスプラッシュ欠陥混入率を用いた。その結果、例えばスリットギャップ16が0.8～1.5mm、ガス圧が50～70kPa、ノズル平行部長さが20～30mmの場合であれば、対向噴流の干渉に起因して現れるピークのスペクトル強度PAは800～2500Hz、ガスの吐出音に起因して現れるピークのスペクトル強度PBは1500～3500Hzの間に存在した。スペクトル強度PAの好ましい範囲としては、スペクトル強度PAは、前記基準周波数帯HBよりも小さい周波数帯における最大のスペクトル強度であることが好ましい。その中でも特に対向噴流の干渉に起因するピークPAが現れる周波数帯は1000～2000Hz未満、ガスの吐出音に起因するピークPBは2000～3000Hz未満に多く出現することが判明したため、整理に当たっては一例として当該周波数帯に現れるスペクトルの最大値を探索し、データを整理した。なお、上記ピークのスペクトル強度PAが存在する周波数帯は、1000Hz以上であることが好ましい。また、上記ピークPAは、2000Hz未満であることが好ましい。また、上記ピークPBは、2000Hz以上であることが好ましい。また、上記ピークPBは、3000Hz未満であることが好ましい。

[0035] 結果を図8に示す。図8（a）に周波数と各周波数のスペクトルの関係、図8（b）にPAとスプラッシュ欠陥混入率の関係、図8（c）にPBとスプラッシュ欠陥混入率の関係、図8（d）にPA/PBとスプラッシュ欠陥混入率の関係を示す。

[0036] 図8（b）、図8（c）から、対向噴流の干渉に起因するピークPAのみ

、ガス吐出音に起因するピークP Bのみでは結果は整理できない、つまりばらつきが大きく傾向が明確ではない。特に、噴流の干渉によって生じるP Aが同じ音圧であっても、スプラッシュ欠陥混入率に差が生じた。一方、P BとP Aを演算し、比 $P A / P B$ を取ることによって結果が層別可能となった。

ガスワイピングノズルのノズルヘッドの内部の圧力（以降、ガス圧ともいう）とはノズルヘッドで測定されるガス圧力である。ノズルヘッドとは幅方向で均一にガスを出すために、ノズルの前にガスを溜める空間である。

ガス圧が大きいほどワイピングで掻き落される亜鉛の量は多くなり、液滴として飛散する亜鉛の量も増える。ガス圧に依存して変化するのはP Bであり、このパラメータは飛散するベースの亜鉛の量と相関があると考えられる。これに対し、ノズルエッジにおける噴流の干渉の程度を表すパラメータがP Aである。スプラッシュ欠陥となるかは掻き落される亜鉛がどれだけあるか、という点とその亜鉛が、噴流の干渉によってノズル上方にどれだけ飛散するか、という点で決まると考えられる。このため、単にそれぞれのパラメータのみでは欠陥の発生は説明できず、比を取るによって初めて整理が可能になったと考えられる。

[0037] 本発明で使用した設備レイアウト（上面図）とデータ処理ブロック図を図9、10に示す。図9で示すように、ガスワイピング部近傍（ガスワイピングノズル32側部から5m離れた位置）に音圧検出用マイク（集音マイク）30を設置し、ガスワイピング部からの音波を測定して、この音波を音波解析装置（周波数解析装置）31で周波数スペクトルに変換する。図10に示すように、まず、S1にて、ガスワイピングノズル10からのガス吐出音に起因するピークを同定するにあたっては、対向するガスワイピングノズル10の片側のみから、作業中に想定されるガス圧の範囲でガスを吐出し、その際に集音を行ってピークを同定する。

この工程が前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルにおけるピー

クとなる周波数を含む基準周波数帯設定ステップに相当する。S 2 にて、対向噴流に起因するピークは、対向するガスワイピングノズル 10 の両方から、作業中に想定されるガス圧の範囲でガスを吐出し、その際に集音を行ってピークの周波数帯を同定する。この工程が、熔融金属めっき鋼帯を製造する際に、前記 1 対のガスワイピングノズル 10 から前記鋼帯の両面にガスを吹き付けるときにガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルを特定するパワースペクトル特定ステップに相当する。S 3 にて、プロセス制御装置では PA/PB を算出し、設定した閾値以上であれば、ガスワイピングの作業条件を変更し、 PA/PB が閾値以下となるように調整する。この工程が、パワースペクトル特定ステップで特定したパワースペクトルから、前記基準周波数帯 HB におけるスペクトル強度 PB と、前記基準周波数帯 HB とは異なる周波数帯に現れるスペクトル強度 PA を特定するスペクトル強度特定ステップと、前記スペクトル強度 PB と前記スペクトル強度 PA とを用いて、スプラッシュ欠陥の発生を予測する欠陥予測ステップに相当する。なお、変更可能なガスワイピング条件としては、ノズル角度、ノズル高さ、ライン速度、ガス圧、ノズル間距離が挙げられる。

PA/PB の閾値は各ラインで必要とされるスプラッシュ欠陥の管理範囲に基づいて適宜設定する。 PA/PB 値は製造条件によって変化しており、特に限定されるものではないが、例えば 3 以下であってよい。また、 PA/PB は 0 より大きい値（0 超え）となる。

[0038] なお、前記基準周波数帯 HB におけるスペクトル強度 PB と、前記基準周波数帯 HB とは異なる周波数帯に現れるスペクトル強度 PA を特定するスペクトル強度特定ステップでは、いずれも最大スペクトル強度 PB と最大スペクトル強度 PA を特定することが好ましいが、いずれも最大値でなくとも上記は実施できる。

[0039] なお、このようなガスワイピング部からの音波の周波数スペクトルの解析とこれに基づくガスワイピングノズルの位置調整は、作業中連続的に行ってもよいし、適宜時間的な間隔をおいて行ってもよい。また、めっき条件の変

更時に適宜行ってもよい。

[0040] なお、熔融金属めっき設備の操業条件は、前記ガスワイピングノズルのガス噴射口から噴射する前記ガスの噴射方向と水平面とのなす角度であるノズル角度、前記熔融金属めっき浴の液面から前記ガスワイピングノズルのノズル口までの距離であるノズル高さ、前記ガスワイピングノズルのノズルヘッドの内部の圧力、前記ガス噴射口の先端と前記鋼帯との間隔であるノズル鋼板距離、および前記鋼帯が通板される通板速度、から選択した少なくとも一つである。

[0041] また、本発明の熔融金属めっき鋼帯の製造方法は、上記に記載の熔融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を用いて、熔融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥の発生を予測し、スプラッシュ欠陥の発生を抑制するように、前記熔融金属めっき設備の操業条件を設定し、熔融金属めっき鋼帯を製造する方法である。

[0042] また、本発明の熔融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置は、熔融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、対向する1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けてめっき付着量の制御を行う熔融金属めっき鋼帯の製造設備における熔融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置であって、
前記ガスワイピングノズルのガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルを取得するパワースペクトル取得部と、
予め、前記ガスワイピングノズルの一方からガスを噴射した際に取得されるパワースペクトルからスペクトル強度のピークを含む基準周波数帯H Bを設定する基準周波数帯設定部と、
熔融金属めっき鋼帯の製造工程において、前記1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付ける際に取得されるパワースペクトルから、前記基準周波数帯H Bにおけるスペクトル強度P Bと、前記基準周波数帯H Bとは異なる周波数帯に現れるスペクトル強度P Aを特定するスペクトル強度特定部と、

前記スペクトル強度 P_B と前記スペクトル強度 P_A とを用いて、スプラッシュ欠陥の発生を予測する欠陥予測部と、を含むものである。

基準周波数帯設定部では、前記ガスワイピングノズルから前記鋼帯にガスを噴射した際にガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルからスペクトル強度が最大である周波数を含む基準周波数帯 H_B に設定することが好ましい。また、前記基準周波数帯 H_B におけるスペクトル強度 P_B と、前記基準周波数帯 H_B とは異なる周波数帯に現れるスペクトル強度 P_A を特定するスペクトル強度特定部では、いずれも最大スペクトル強度 P_B と最大スペクトル強度 P_A とを特定することが好ましいが、いずれも最大値でなくとも上記は実施できる。

[0043] また、本発明の溶融金属めっき鋼帯製造設備は上記の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置を含むものである。

実施例

[0044] 以下、実施例に基づき、本発明を説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0045] 図1に示す基本構成の連続溶融金属めっき設備1において、板厚0.6m、板幅900～1500mmの鋼帯Sを片面めっき付着量：45～50g/m²、通板速度：1.67～2.0m/sec.の速度で通板し、溶融亜鉛めっき鋼帯を製造した。

[0046] 使用したガスワイピングノズル10は、スリット幅：2000mm、スリットギャップ：1mmであり、ノズルガス圧力：55～70kPa、ノズル－鋼板距離：7～10mm、めっき浴面からのノズル高さ：200～700mmとした。ガスワイピングノズル側部から5m離れた場所にマイクロフォンを設置してガスワイピング部からの音波を測定し、その音波を音波解析装置（サンプリング周波数50kHz、サンプリング時間2秒）で50秒ごとに周波数解析により周波数スペクトルに変換処理し、周波数A帯：1000～2000Hzにおける最大値 P_A 、周波数B帯：2000～3000Hzにおける最大値 P_B から P_A/P_B を算出し、その値が閾値以下となるよう

に操業条件を変更した。

[0047] 本発明例と従来例（特許文献３、４の各方法）の各々１０日間のスプラッシュ欠陥率推移を図１１に示す。なお、スプラッシュ欠陥は図８に示す欠陥検出装置により１００μm以上の大きさを有する欠陥をスプラッシュ欠陥として、鋼帯の単位通板面積に対するスプラッシュ欠陥混入数を調べた。実用上問題とならないスプラッシュ欠陥混入率は１個／１００m²である。スプラッシュ欠陥混入率は、従来例１（特許文献３）に比べて大幅に低減し、従来例２（特許文献４）に比べても低位で安定することを確認した。なお、上記の従来法の実施方法として、特許文献３では、特定周波数域での音圧強度、音圧強度の積分値の制御を行い、ワイピング条件を制御している。特許文献４では、特定周波数域でピークが現れないようにワイピング条件を制御している。

符号の説明

- [0048]
- １ 連続溶融金属めっき設備
 - ２ スナウト
 - ３ めっき槽
 - ４ 溶融金属浴
 - ５ シンクロール
 - ６ サポートロール
 - ７ 鋼帯Ｓの進行方向
 - １０、１０a、１０b ガスワイピングノズル
 - １１ スリット
 - １２ ノズルヘッド
 - １３ 第１のノズル部材
 - １４ 第２のノズル部材
 - １５ ノズルヘッド
 - １６ スリットギャップ
 - ２０ 欠陥検出装置

2 1 投光器

2 2 カメラ

3 0 音圧検出用マイク（集音マイク）

3 1 音波解析装置（周波数解析装置）

3 2 ガスワイピングノズル

S 鋼帯

P 熔融金属の溶滴（スプラッシュ）

L 検査線

G ガス

X 長さ方向

Y 奥行方向

Z 幅方向

P A 対向噴流の干渉に起因して現れるピークのスペクトル強度

P B ガスの吐出音に起因して現れるピークのスペクトル強度

請求の範囲

- [請求項1] 溶融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、対向する1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造設備における溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法であって、前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルにおけるピークとなる周波数を含む基準周波数帯H Bを設定する基準周波数帯設定ステップと、溶融金属めっき鋼帯を製造する際に、前記1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付けるときにガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルを特定するパワースペクトル特定ステップと、前記パワースペクトル特定ステップで特定したパワースペクトルから、前記基準周波数帯H Bにおけるスペクトル強度P Bと、前記基準周波数帯H Bとは異なり、前記1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付ける時に、鋼帯道外で発生する対向噴流の干渉に起因する周波数帯に現れるスペクトル強度P Aとを特定するスペクトル強度特定ステップと、前記スペクトル強度P Bと前記スペクトル強度P Aとを用いて、スプラッシュ欠陥の発生を予測する欠陥予測ステップと、を含む、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。
- [請求項2] 前記ピークは、前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、前記ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルの最大値である、請求項1に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。
- [請求項3] 前記スペクトル強度特定ステップで特定する、前記スペクトル強度P Bは前記基準周波数帯H Bにおいて最大のスペクトル強度であり、

かつ前記スペクトル強度 P_A は、前記基準周波数帯 H_B よりも低い周波数帯における最大のスペクトル強度である、

請求項 1 または 2 に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。

[請求項4] 前記基準周波数帯 H_B は、前記基準周波数帯設定ステップにおいて、周波数 2000 Hz 以上 3000 Hz 未満におけるスペクトル強度のピークから設定し、
前記スペクトル強度特定ステップで特定する最大スペクトル強度 P_A は、周波数 1000 Hz 以上 2000 Hz 未満の周波数帯における最大のスペクトル強度である、
請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法。

[請求項5] 請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測方法を用いて、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥の発生を予測し、スプラッシュ欠陥の発生を抑制するように、前記溶融金属めっき設備の操業条件を設定し、溶融金属めっき鋼帯を製造する、
溶融金属めっき鋼帯の製造方法。

[請求項6] 前記溶融金属めっき設備の操業条件は、前記ガスワイピングノズルのガス噴射口から噴射する前記ガスの噴射方向と水平面とのなす角度であるノズル角度、前記溶融金属めっき浴の液面から前記ガスワイピングノズルのノズル口までの距離であるノズル高さ、前記ガスワイピングノズルのノズルヘッドの内部の圧力、前記ガス噴射口の先端と前記鋼帯との間隔であるノズル鋼板距離、および前記鋼帯が通板される通板速度、から選択した少なくとも一つである、
請求項 5 に記載の溶融金属めっき鋼帯の製造方法。

[請求項7] 溶融金属めっき浴から連続的に引き上げられる鋼帯の表面に、対向する 1 対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付

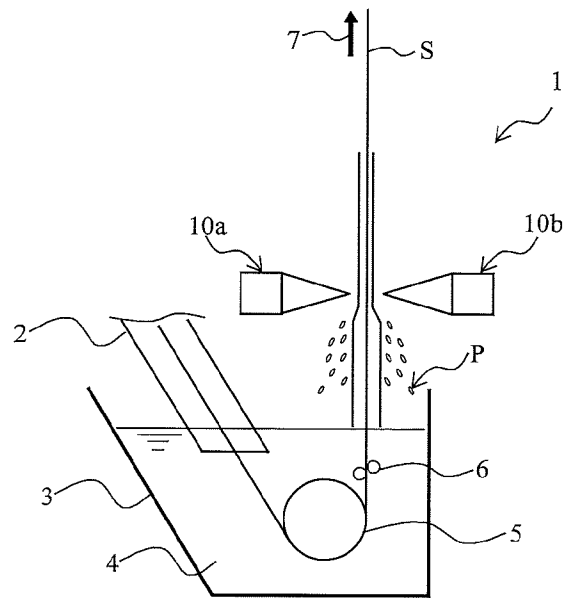
けてめっき付着量の制御を行う溶融金属めっき鋼帯の製造設備における溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置であって、前記ガスワイピングノズルのガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルを取得するパワースペクトル取得部と、前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルにおけるピークとなる周波数を含む基準周波数帯H Bを設定する基準周波数帯設定部と、溶融金属めっき鋼帯の製造工程において、前記1対のガスワイピングノズルから前記鋼帯の両面にガスを吹き付ける際に取得されるパワースペクトルから、前記基準周波数帯H Bにおけるスペクトル強度P Bと、前記基準周波数帯H Bとは異なる周波数帯に現れるスペクトル強度P Aを特定するスペクトル強度特定部と、前記スペクトル強度P Bと前記スペクトル強度P Aとを用いて、スプラッシュ欠陥の発生を予測する欠陥予測部と、を含む、溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置。

[請求項8] 前記基準周波数帯設定部における前記ピークは、前記ガスワイピングノズルの片側から前記鋼帯にガスを噴射した場合に、ガスワイピング部で発生する音波のパワースペクトルの最大値である、請求項7に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置。

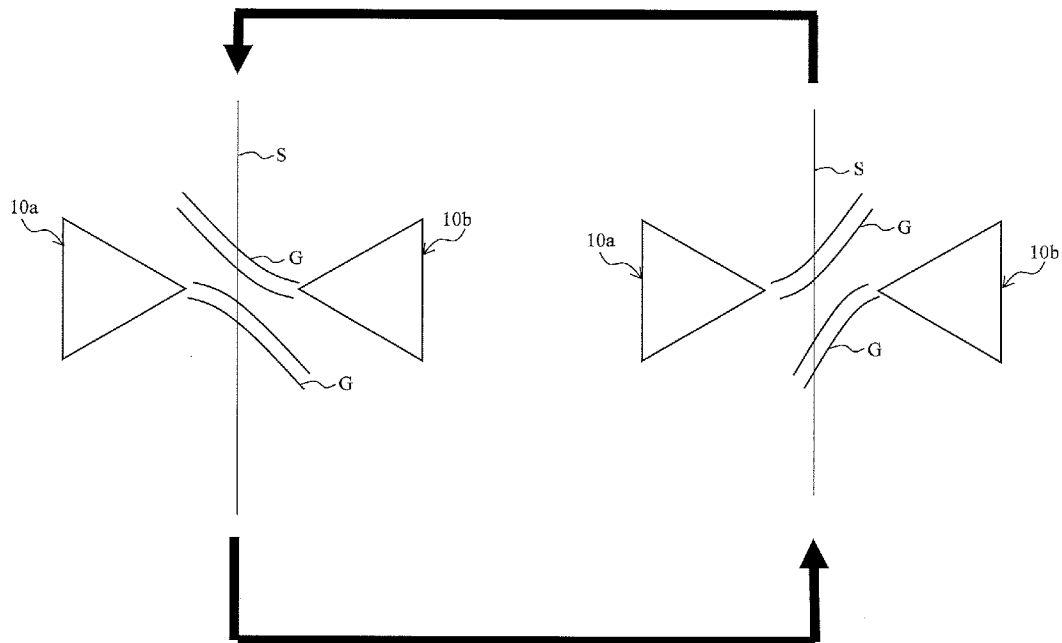
[請求項9] 前記スペクトル強度特定部で特定する、前記スペクトル強度P Bは基準周波数帯H Bにおいて最大のスペクトル強度であり、かつ前記スペクトル強度P Aは、前記基準周波数帯H Bよりも低い周波数帯における最大のスペクトル強度である、請求項7または8に記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置。

[請求項10] 請求項7～9のいずれかに記載の溶融金属めっき鋼帯のスプラッシュ欠陥予測装置を含む、溶融金属めっき鋼帯製造設備。

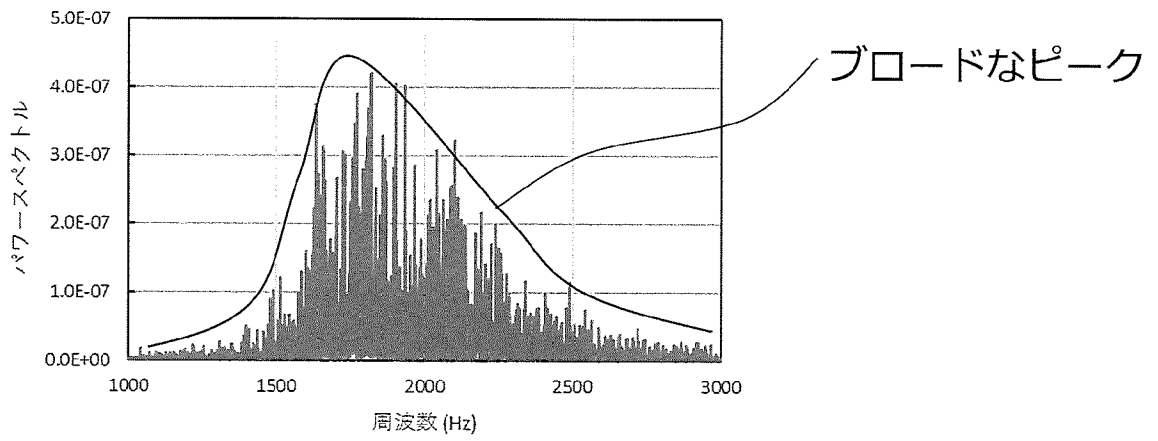
[図1]



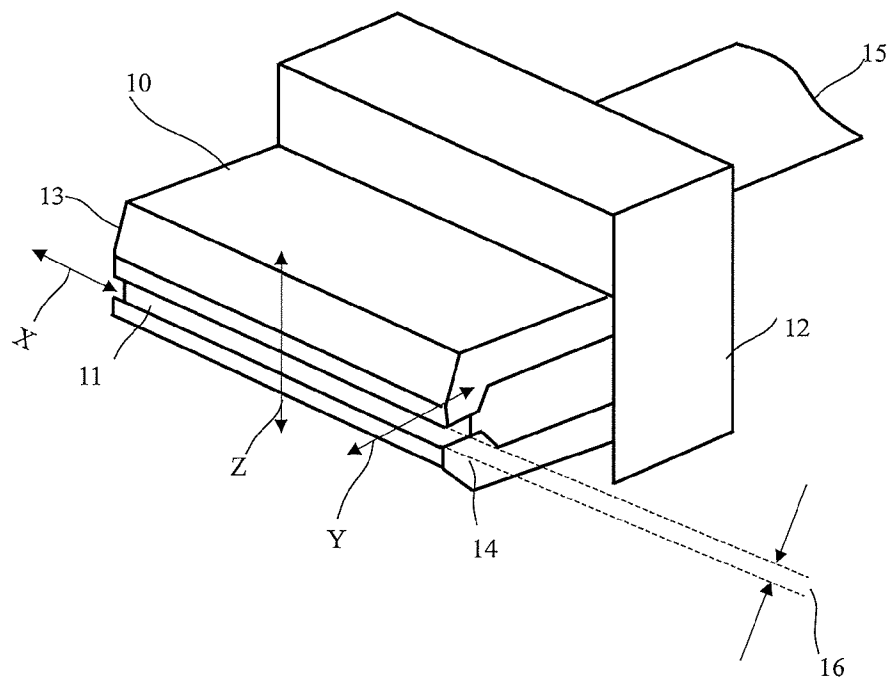
[図2]



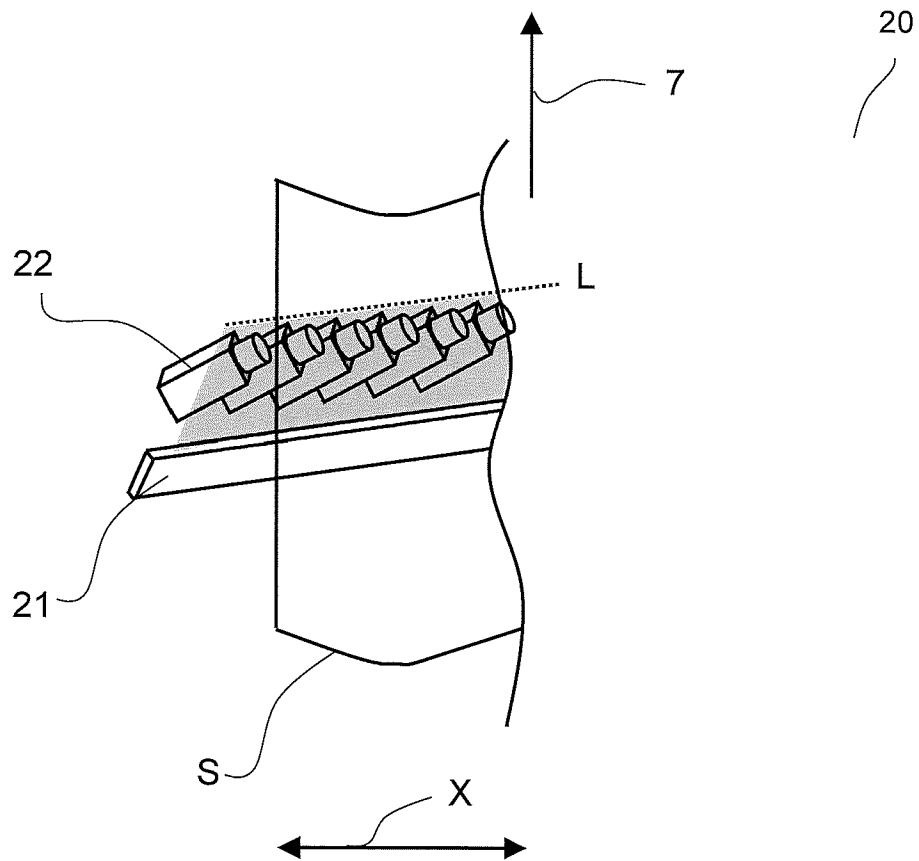
[図3]



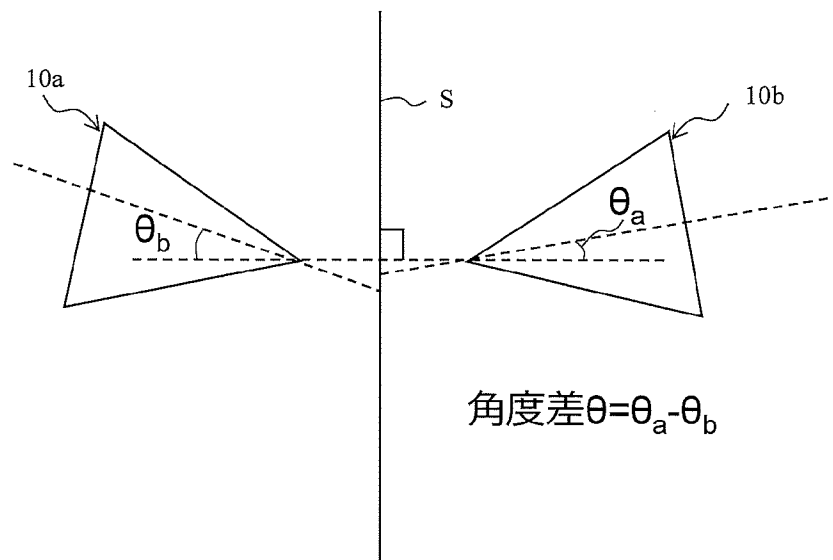
[図4]



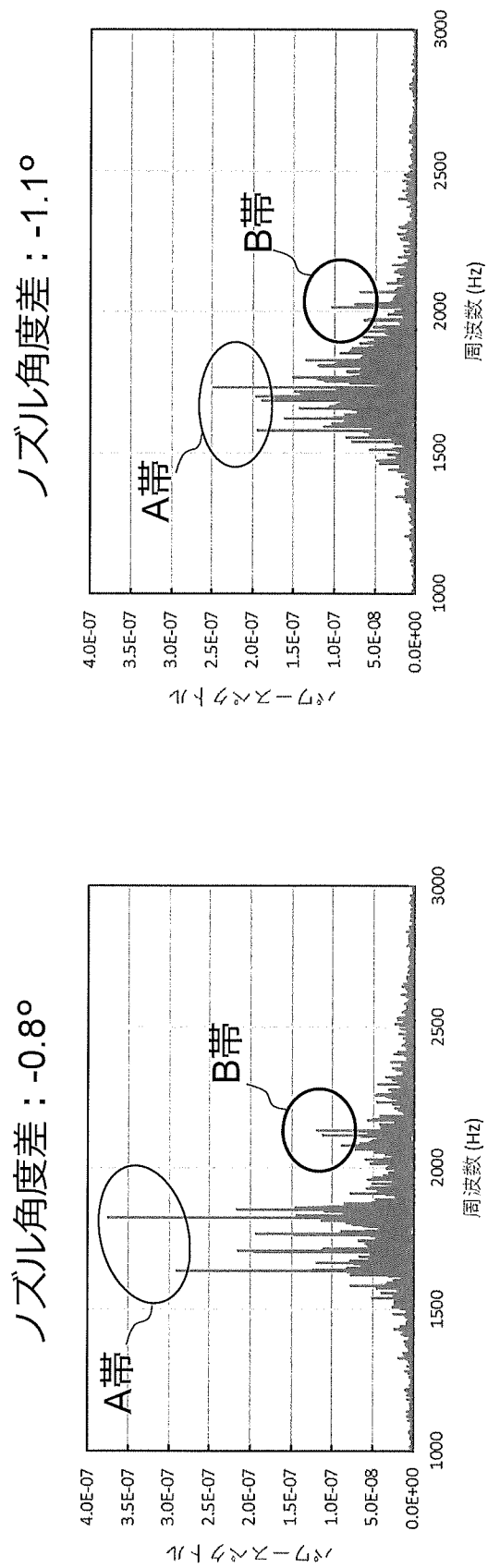
[図5]



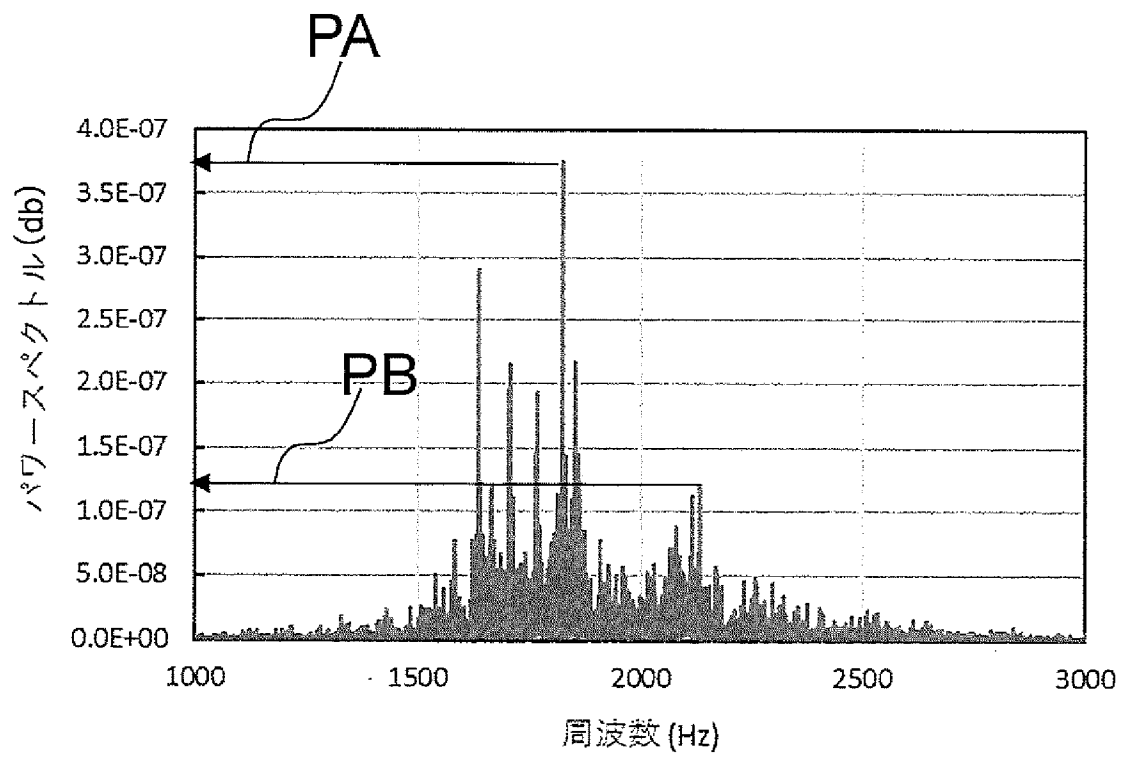
[図6]



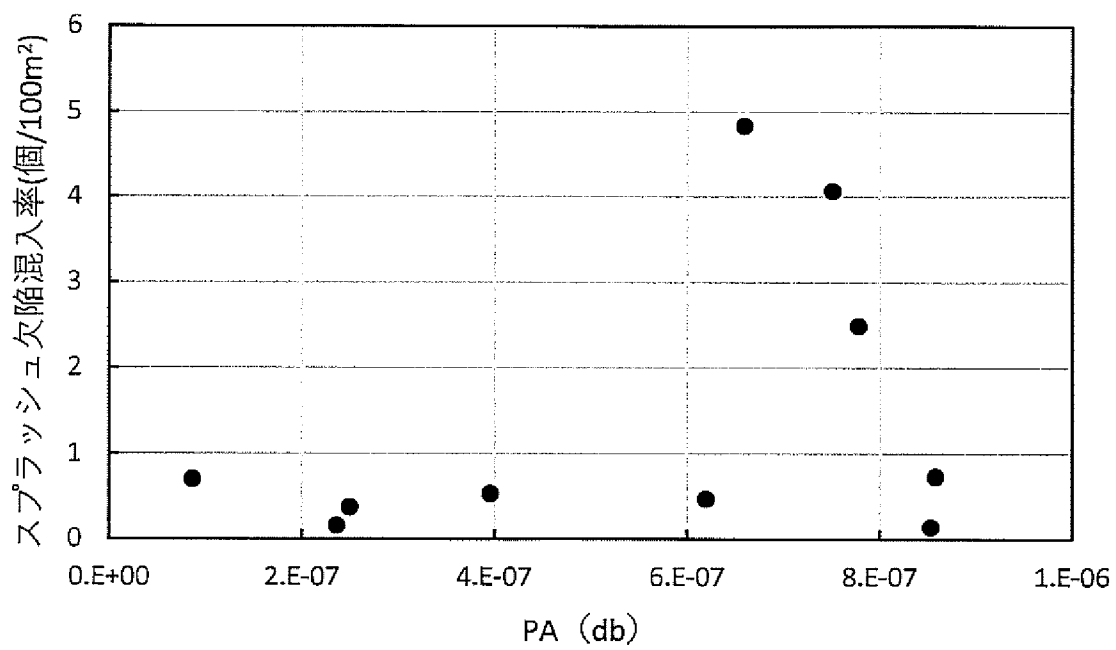
[図7]



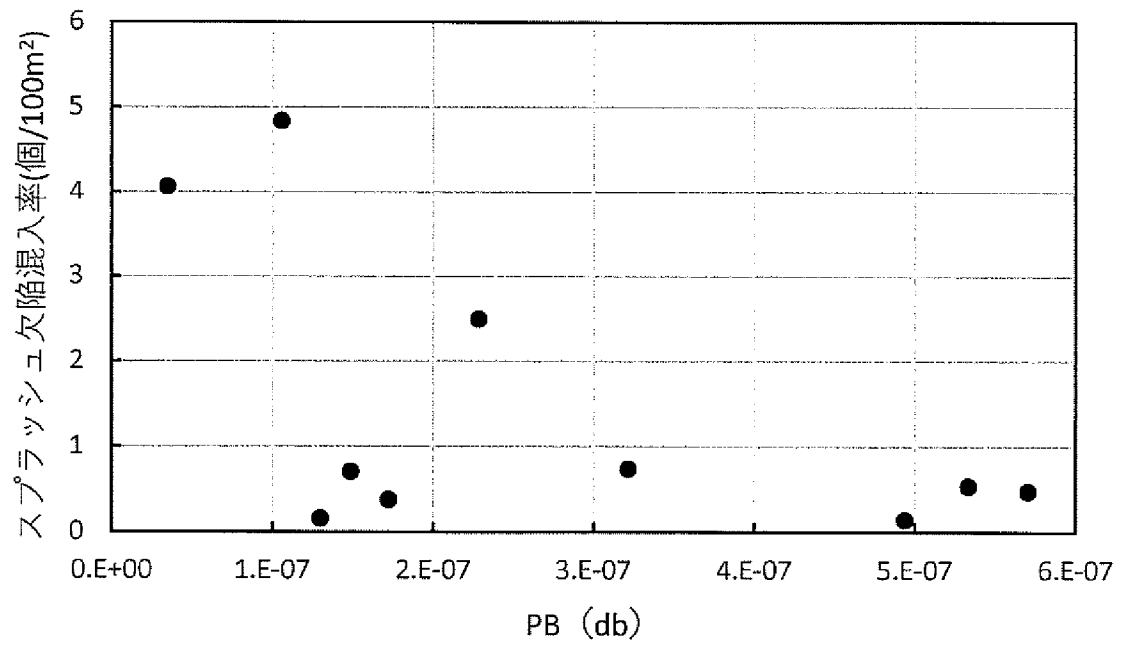
[図8(a)]



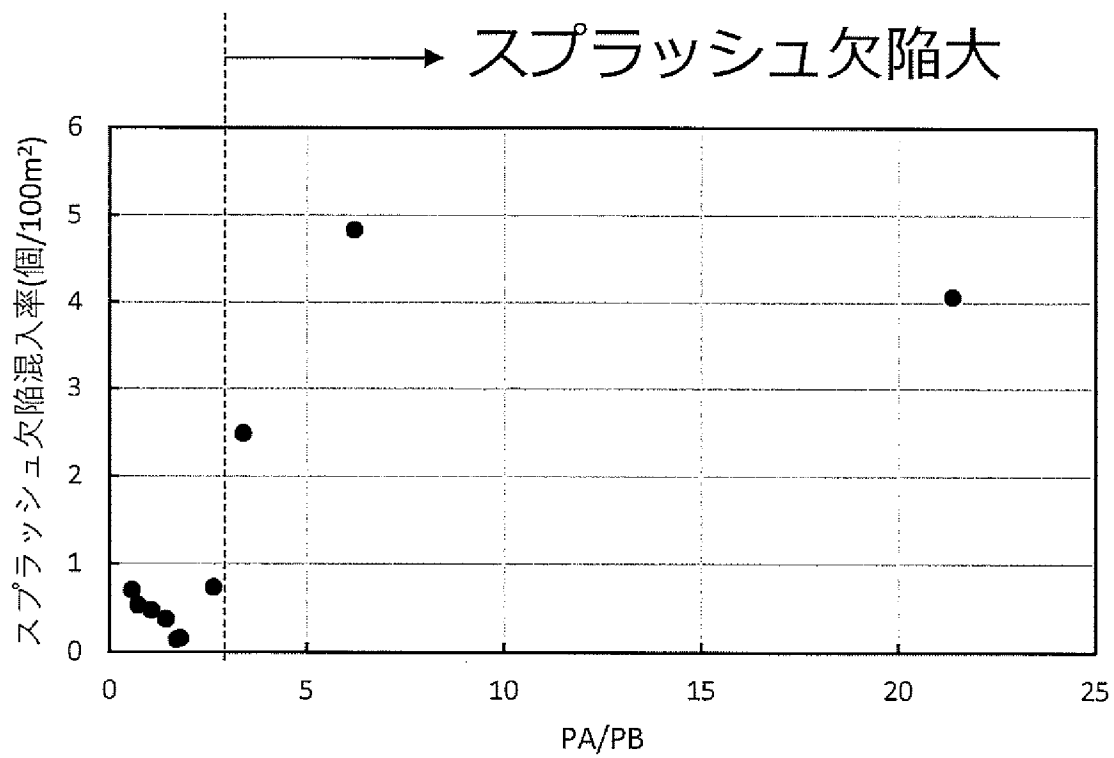
[図8(b)]



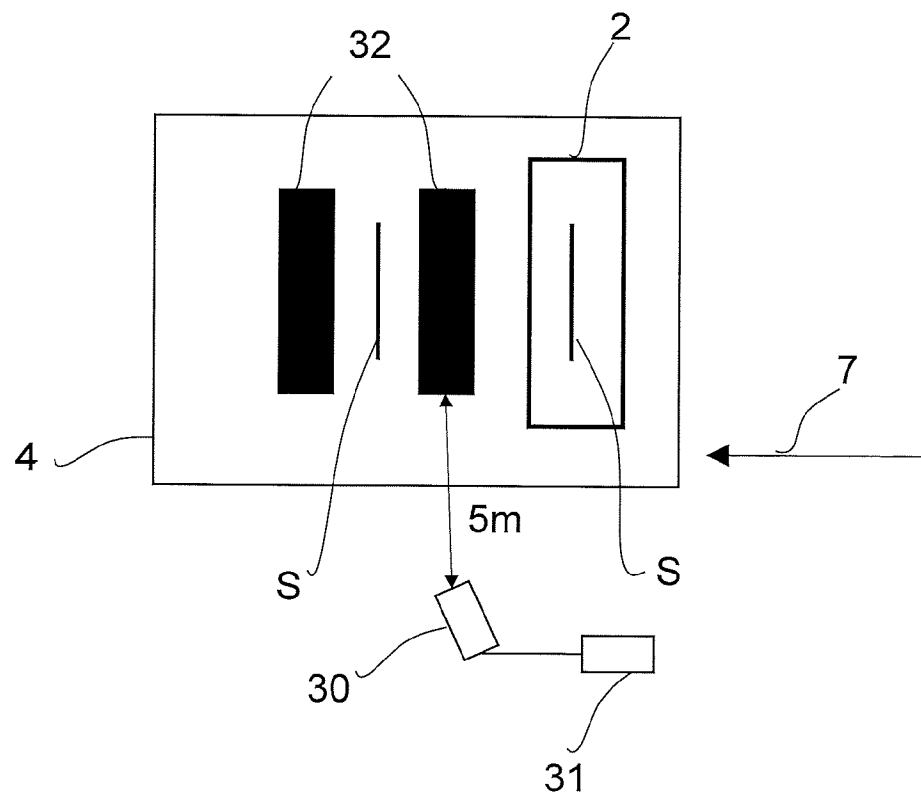
[図8(c)]



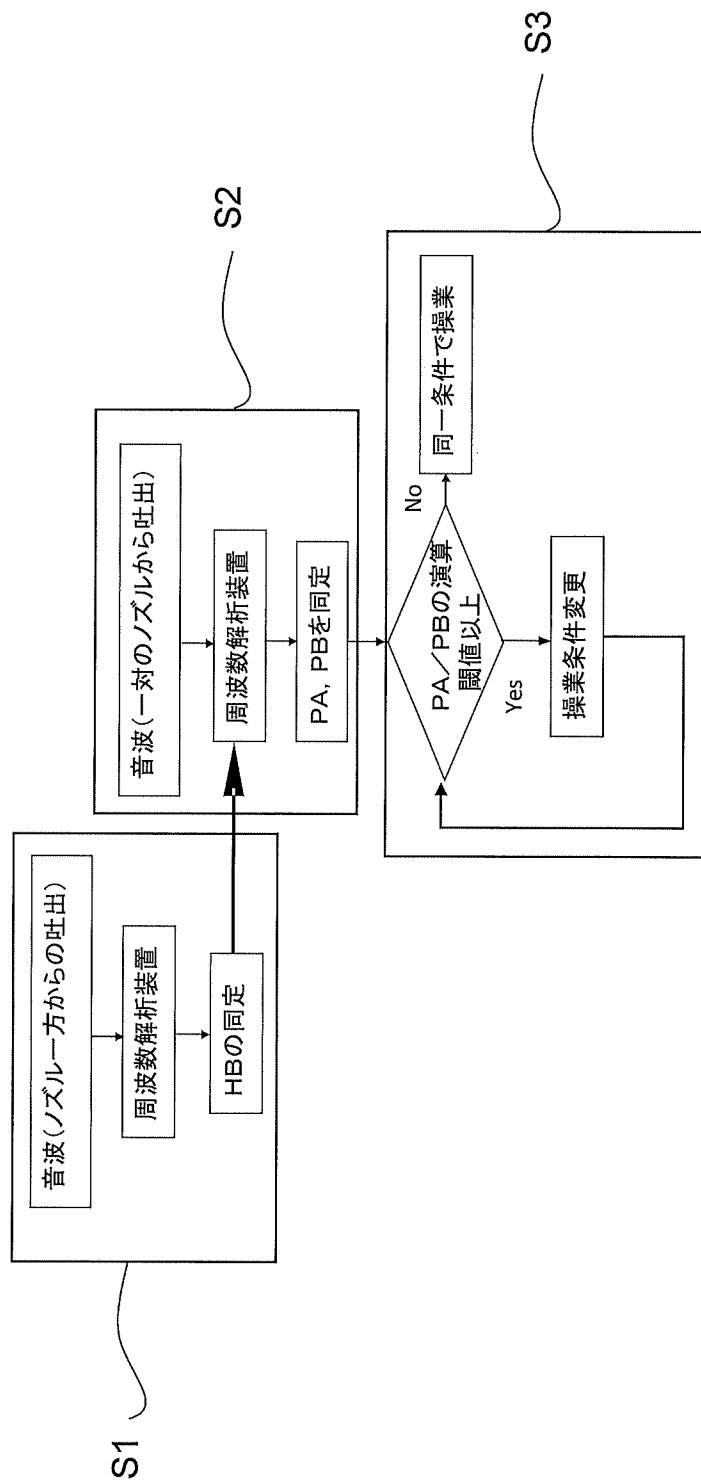
[図8(d)]



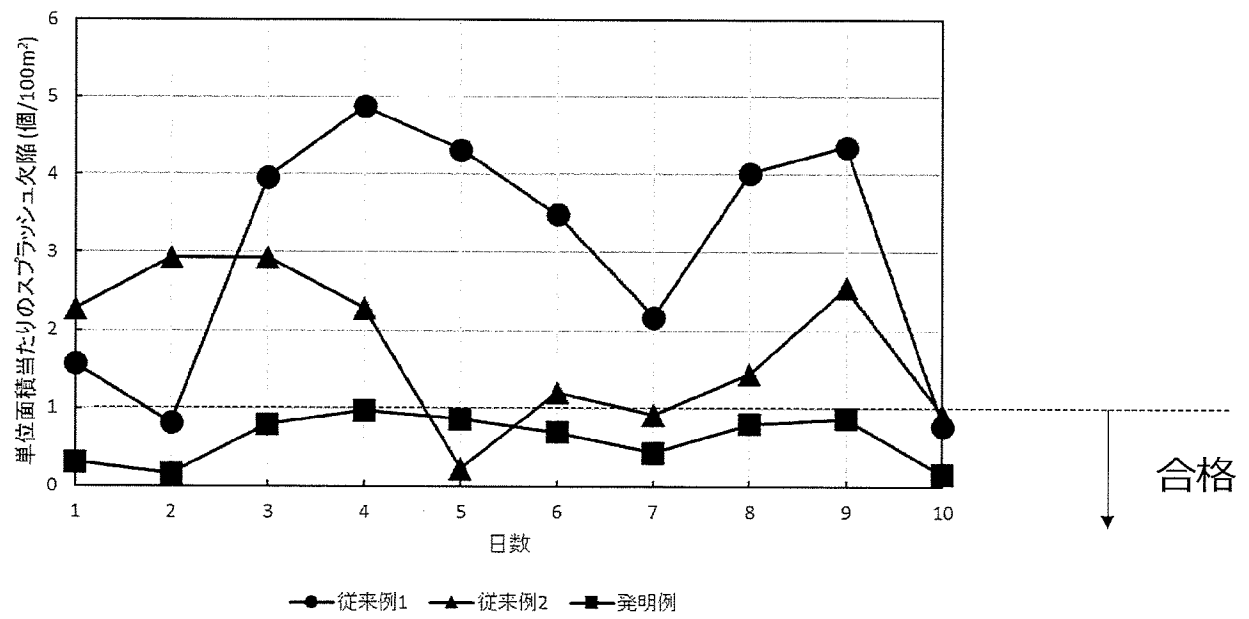
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/019523

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C23C 2/20</i> (2006.01)i; <i>C23C 2/40</i> (2006.01)i FI: C23C2/20; C23C2/40 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) C23C2/20; C23C2/40 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)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-32526 A (JFE STEEL CORPORATION) 17 February 2011 (2011-02-17) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2011-102408 A (JFE STEEL CORPORATION) 26 May 2011 (2011-05-26) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2007-308778 A (JFE STEEL CORPORATION) 29 November 2007 (2007-11-29) entire text, all drawings	1-10
A	EP 3825684 A1 (PRIMETALS TECHNOLOGIES FRANCE SAS) 26 May 2021 (2021-05-26) entire text, all drawings	1-10
☐ 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 “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 09 August 2024		Date of mailing of the international search report 20 August 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/JP2024/019523

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2011-32526	A	17 February 2011	(Family: none)	
JP	2011-102408	A	26 May 2011	(Family: none)	
JP	2007-308778	A	29 November 2007	(Family: none)	
EP	3825684	A1	26 May 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

C23C 2/20(2006.01)i; C23C 2/40(2006.01)i

FI: C23C2/20; C23C2/40

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））

C23C2/20; 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 - 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）

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
A	JP 2011-32526 A（JFEスチール株式会社）17.02.2011（2011 - 02 - 17） 全文・全図	1-10
A	JP 2011-102408 A（JFEスチール株式会社）26.05.2011（2011 - 05 - 26） 全文・全図	1-10
A	JP 2007-308778 A（JFEスチール株式会社）29.11.2007（2007 - 11 - 29） 全文・全図	1-10
A	EP 3825684 A1（PRIMETALS TECHNOLOGIES FRANCE SAS）26.05.2021（2021 - 05 - 26） 全文・全図	1-10

☐ 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

“I” 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

09.08.2024

国際調査報告の発送日

20.08.2024

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）

池ノ谷 秀行 4E 4142

電話番号 03-3581-1101 内線 3423

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

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/JP2024/019523

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2011-32526	A	17.02.2011	(ファミリーなし)	
JP	2011-102408	A	26.05.2011	(ファミリーなし)	
JP	2007-308778	A	29.11.2007	(ファミリーなし)	
EP	3825684	A1	26.05.2021	(ファミリーなし)	