

(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
2020年9月17日(17.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/183958 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/89 (2006.01) G01N 21/892 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/003028
- (22) 国際出願日: 2020年1月28日(28.01.2020)
- (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 2019-043065 2019年3月8日(08.03.2019) 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: 腰原 敬弘(KOSHIHARA, Takahiro); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番

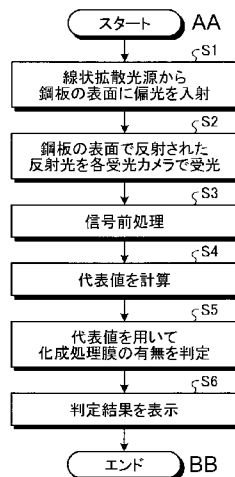
3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 鈴木 克一(SUZUKI, Yoshikazu); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 仲 裕介(NAKA, Yusuke); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 梅垣 嘉之(UMEGAKI, Yoshiyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 剣持 光俊(KEMMOCHI, Mitsutoshi); 〒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: 特許業務法人 酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT

(54) Title: CHEMICALLY CONVERTED FILM INSPECTION METHOD, CHEMICALLY CONVERTED FILM INSPECTION DEVICE, SURFACE-TREATED STEEL SHEET MANUFACTURING METHOD, SURFACE-TREATED STEEL SHEET QUALITY MANAGEMENT METHOD, AND SURFACE-TREATED STEEL SHEET MANUFACTURING EQUIPMENT

(54) 発明の名称: 化成処理膜検査方法、化成処理膜検査装置、表面処理鋼板の製造方法、表面処理鋼板の品質管理方法及び表面処理鋼板の製造設備

【図9】



- S1 Emit polarized light from linear diffuse light source onto surface of steel sheet
S2 Use light reception cameras to receive reflected light reflected by surface of steel sheet
S3 Preprocess signals
S4 Calculate representative values
S5 Use representative values to determine whether there is chemically converted film
S6 Display determination result
AA Start
BB End

(57) Abstract: This method includes: an emission step for emitting polarized light onto a surface to be inspected; a light reception step for using two or more light reception means to receive, at two or more different light detection angles, reflected light resulting from the reflection of the emitted polarized light by the surface to be inspected; an image signal acquisition step for acquiring an image signal representing an image of the surface to be inspected from the reflected light received by each light reception means; a representative value calculation step for calculating representative values

OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が
関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビル
ディング 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, 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, 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)）

from the image signals for each light reception means; and a determination step for determining whether the surface to be inspected has a chemically converted film on the basis of the representative values calculated for each light reception means. In the representative value calculation step, if a gain adjustment step is not carried out between the image signal acquisition step and representative value calculation step, the representative values are determined from the intensities of the image signals, and if a gain adjustment step is carried out between the image signal acquisition step and representative value calculation step, the representative values are determined from the gains of the image signals.

(57) 要約：被検査面に偏光を入射させる入射ステップと、入射された偏光が被検査面で反射した反射光を、2種類以上の異なる検光角で2つ以上の受光手段によりそれぞれ受光する受光ステップと、受光手段で受光された反射光から、被検査面の像を表す像信号を、受光手段ごとに取得する像信号取得ステップと、像信号から、各像信号の代表値を受光手段ごとに計算する代表値計算ステップと、受光手段ごとに算出された代表値から、被検査面の化成処理膜の有無を判定する判定ステップと、を含み、像信号取得ステップと代表値計算ステップとの間にゲイン調整ステップを行わない場合には、代表値計算ステップでは、代表値を像信号の強度から求める処理を行い、像信号取得ステップと代表値計算ステップとの間にゲイン調整ステップを行う場合には、代表値計算ステップでは、代表値をゲインから求める処理を行う。

明 細 書

発明の名称：

化成処理膜検査方法、化成処理膜検査装置、表面処理鋼板の製造方法、表面処理鋼板の品質管理方法及び表面処理鋼板の製造設備

技術分野

[0001] 本発明は、化成処理膜検査方法、化成処理膜検査装置、表面処理鋼板の製造方法、表面処理鋼板の品質管理方法及び表面処理鋼板の製造設備に関する。

背景技術

[0002] 表面処理鋼板、特に溶融亜鉛メッキ鋼板、合金化溶融亜鉛メッキ鋼板、及び、ガルバリウム鋼板（登録商標）においては、導電性、耐食性、耐指紋性、及び、摺動性などの特性を高めるために、表面に化成処理膜を生成させることがある。この化成処理膜としては、クロム酸塩を用いたクロメート処理によって生成されるクロムを含むクロメート被膜や、6価クロムを含まないクロメートフリー被膜などがある。

[0003] 化成処理膜は、化成処理液を鋼板の表面に塗布することなどによって生成される。鋼板の表面への化成処理液の塗布方法は、ロールを介して鋼板の表面に化成処理液を塗布するロールコータや、スプレーによって鋼板の表面に化成処理液を塗布し、リンガーロールと呼ばれるロールによって鋼板の表面上の化成処理液の量を適切な量に絞る方法など、複数の方法がある。一方、鋼板の表面に化成処理液を塗布する際に、例えば、ロールと鋼板とにギャップがあったり、スプレーのノズルに詰まりがあったりすると、鋼板の表面に化成処理膜が上手く生成されない不具合が生じ得る。鋼板の表面に化成処理膜が生成されない部分があると、所期の性能が発揮されないため大きな問題となる。

[0004] そこで、従来、鋼板の表面の化成処理膜の有無を、鋼板が搬送されている最中あるいは鋼板の搬送を止めて、目視で検査することが行われている。合

金化溶融亜鉛メッキ鋼板では、化成処理膜の有無によって光の反射率ないし色が大きく変わることがあるため、目視でも化成処理膜の有無の判定が可能な場合もある。ところが、鋼板の搬送を止めて検査すると生産性を阻害し高コスト化を招くため、鋼板が搬送されている最中に自動的に化成処理膜の有無を判定することが望ましい。また、溶融亜鉛メッキ鋼板では、仮に鋼板の搬送を止めて目視により検査を行ったとしても、鋼板の表面と化成処理膜とでは、光の反射率の差が小さかったり、色の差が小さかったりするため、化成処理膜の有無を容易に判定することができない。

[0005] 特許文献1には、鋼板の表面の化成処理膜の有無を自動的に判定可能な技術として、蛍光X線分析装置を用いた技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開昭61-45916号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1に開示された技術では、製造ラインに蛍光X線分析装置を用いるための管理区域を設けなければならず、高コスト化を招いてしまう。

[0008] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、高コスト化を抑えるために、鋼板が搬送されている状態で、被検査面の化成処理膜の有無を判定することができる化成処理膜検査方法及び化成処理膜検査装置を提供することである。また、本発明の他の目的は、高コスト化を抑えるために、表面処理鋼板が搬送されている状態で、被検査面の化成処理膜の有無を判定し、表面処理鋼板の製造歩留りを向上可能な表面処理鋼板の製造方法、表面処理鋼板の品質管理方法及び表面処理鋼板の製造設備を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る化成処理膜検査方法、化成処理膜検査装置、表面処理鋼板の製造方法、表面処理鋼板の品質管理方法及び表面処理鋼板の製造設備は、以下の特徴を有する。

[0010] [1] 被検査面に偏光を入射させる入射ステップと、前記入射された偏光が前記被検査面で反射した反射光を、2種類以上の異なる検光角で2つ以上の受光手段によりそれぞれ受光する受光ステップと、前記受光手段で受光された前記反射光から、前記被検査面の像を表す像信号を、受光手段ごとに取得する像信号取得ステップと、前記像信号から、各像信号の代表値を前記受光手段ごとに計算する代表値計算ステップと、前記受光手段ごとに算出された前記代表値から、前記被検査面の化成処理膜の有無を判定する判定ステップと、を含み、前記像信号取得ステップと前記代表値計算ステップとの間に、前記像信号の強度から求められる前記像信号の特徴値が一定になるように、前記像信号のゲインを前記受光手段ごとに調整するゲイン調整ステップを行わない場合には、前記代表値計算ステップでは、前記代表値を前記像信号の強度から求める処理を行い、前記像信号取得ステップと前記代表値計算ステップとの間に、前記ゲイン調整ステップを行う場合には、前記代表値計算ステップでは、前記代表値を前記ゲインから求める処理を行う、化成処理膜検査方法。

[0011] [2] 前記[1]に記載の化成処理膜検査方法において、前記判定ステップは、前記代表値の中から異なる検光角を持つ前記受光手段における代表値を選び、選ばれた前記代表値から代表値の比を計算し、前記代表値の比から前記被検査面の化成処理膜の有無を判定する化成処理膜検査方法。

[0012] [3] 偏光を被検査面に照射する光源と、前記照射された偏光が前記被検査面で反射した反射光を、2種類以上の異なる検光角でそれぞれ受光する2つ以上の受光手段と、各受光手段で受光された各反射光から、前記被検査面の像を表す像信号を、前記受光手段ごとに取得する像信号取得手段と、前記像信号から、各像信号の代表値を前記受光手段ごとに計算する代表値計算手段と、前記受光手段ごとに算出された前記代表値から、前記被検査面の化成

処理膜の有無を判定する判定手段と、を備え、前記像信号取得手段が、前記像信号の強度から求められる前記像信号の特徴値が一定になるように、前記像信号のゲインを前記受光手段ごとに調整を行わない場合には、前記代表値計算手段は、前記代表値を前記像信号の強度から求め、前記像信号取得手段が、前記像信号の強度から求められる前記像信号の特徴値が一定になるように、前記像信号のゲインを前記受光手段ごとに調整を行う場合には、前記代表値計算手段は、前記代表値を前記ゲインから求める、化成処理膜検査装置。

[0013] [4] 表面処理鋼板の製造ステップと、前記[1]または[2]に記載の化成処理膜検査方法によって、前記製造ステップにおいて製造された表面処理鋼板の化成処理膜を検査する検査ステップと、を含む、表面処理鋼板の製造方法。

[0014] [5] 前記[1]または[2]に記載の化成処理膜検査方法によって、表面処理鋼板の化成処理膜を検査する検査ステップと、前記検査ステップにより得られた検査結果から、前記表面処理鋼板の品質管理を行う品質管理ステップと、を含む、表面処理鋼板の品質管理方法。

[0015] [6] 表面処理鋼板を製造するための製造設備と、前記製造設備により製造された表面処理鋼板の化成処理膜を検査する前記[3]に記載の化成処理膜検査装置と、を備えた、表面処理鋼板の製造設備。

発明の効果

[0016] 本発明に係る化成処理膜検査方法及び化成処理膜検査装置は、高コスト化を抑えつつ、被検査面の化成処理膜の有無を判定することができるという効果を奏する。また、本発明に係る表面処理鋼板の製造方法、表面処理鋼板の品質管理方法及び表面処理鋼板の製造設備は、高コスト化を抑えつつ、表面処理鋼板が搬送されている状態で被検査面の化成処理膜の有無を判定し、表面処理鋼板の製造歩留りを向上させることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、実施形態1に係る化成処理膜検査装置の上面図である。

[図2]図2は、実施形態1に係る化成処理膜検査装置の側面図である。

[図3]図3は、信号処理部の概略構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、受光カメラを用いて、化成処理膜有り及び化成処理膜無しの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。

[図5]図5は、図4の画像中における破線部の輝度値を抽出したグラフである。

[図6]図6は、光強度信号の規格化処理を行った場合での、受光カメラを用いて、化成処理膜有り及び化成処理膜無しの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。

[図7]図7は、図6(a)～図6(c)の画像中における破線部の輝度値を抽出したグラフである。

[図8]図8は、図6(d)～図6(f)の画像中における破線部の輝度値を抽出したグラフである。

[図9]図9は、実施形態1に係る化成処理膜検査方法を用いた制御の一例を示したフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] (実施形態1)

以下に、本発明に係る化成処理膜の検査方法及び化成処理膜検査装置の実施形態1について説明する。なお、本実施形態により本発明が限定されるものではない。

[0019] 図1は、実施形態1に係る化成処理膜検査装置1の上面図である。図2は、実施形態1に係る化成処理膜検査装置1の側面図である。

[0020] 実施形態1に係る化成処理膜検査装置1は、線状拡散光源21、偏光板22、受光部23、及び、信号処理部30などを備えており、溶融亜鉛メッキ鋼板などの製造ラインに設置されている。搬送状態のため移動している鋼板10の表面が、被検査面となる。また、鋼板10の表層には、化成処理膜が設けられている。

[0021] 図中矢印方向に搬送状態の鋼板10の上方位置に、鋼板10の幅方向に線

状拡散光源 21 が配設されている。線状拡散光源 21 においては、メタルハライド光源の光を光ファイバで幅方向に長い矩形状の光の照射部に導き、この照射部から投光されている。この構造から線状拡散光源 21 は、鋼板 10 の幅方向に一樣の光を照射することができる。なお、線状拡散光源 21 としては、蛍光灯を使用することもできる。また、バンドルファイバの出射端を直線上に整列させたファイバ光源を使用することもできる。各ファイバからの照射光は、ファイバの開口数 (Numerical Aperture) に対応して十分な広がり角を持つため、これを整列させたファイバ光源は実質的に線状拡散光源となるためである。

[0022] 鋼板 10 の表面に対する、線状拡散光源 21 からの入射光 L1 は、偏光板 22 を介して、鋼板 10 の表面の全幅に対して入射角 θ_1 で入射する。偏光板 22 は検光角 γ (方位角) に設定されており、検光角 γ は、 30° 以上から 60° 以下の範囲内であることが好ましい。さらに、検光角 γ が 45° であると、縦方向の波と横方向の波とが均等に入るため、より好ましい。ここで、検光角とは、被検査面に対する法線を 0° として、被検査面に向かって時計まわり方向に回転する方向を正 (プラス) 方向とする。

[0023] 受光部 23 は、鋼板 10 の表面で反射した反射光を、2 種類以上の異なる検光角 γ で 2 つ以上の受光カメラにより受光するように構成する。図 1 において、鋼板 10 の表面で反射した反射光 L2 は、鋼板正反射方向に配置された受光部 23 に入射する。この受光部 23 は、3 つの受光手段で構成されている。例えば、レンズの前に検光子 24 a, 24 b, 24 c を有する、リニアアレイカメラからなる受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c によって構成されている。具体的には、受光カメラ 25 a がレンズの前面に検光子 24 a を、受光カメラ 25 b がレンズの前面に検光子 24 b を、受光カメラ 25 c がレンズの前面に検光子 24 c を、それぞれ備えている。本実施形態では、検光子 24 a, 24 b, 24 c を持った受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c が、受光手段に該当する。また、検光子 24 a には検光角 ω_a が、検光子 24 b には検光角 ω_b が、検光子 24 c には検光角 ω_c が、それぞれ設定されて

いる。検光角 ωa , ωb , ωc は、それぞれ -5° 以上から 5° 以下、 35° 以上から 45° 以下、 -50° 以上から -40° 以下のいずれかの範囲内であることが好ましい。

[0024] 受光カメラ25a, 25b, 25cの各光軸は、互いに平行になるように設置されている。受光カメラ25a, 25b, 25cの各光軸が平行に設置されていると、受光カメラ25a, 25b, 25cの各画素は、同一視野サイズで一对一に対応するので好ましい。ただし、この場合、受光カメラ25a, 25b, 25cの各設置位置は、鋼板10の幅方向に対して異なるために、同じ領域を撮影しても、各受光カメラにおける画素ごとの座標が異なる場合がある（以下、「視野のずれ」とも称する）。このような受光カメラ25a, 25b, 25cの視野のずれは、信号処理部30にて補正すれば解決できる。なお、受光カメラ25a, 25b, 25cとしては、リニアアレイカメラの代りに2次元CCDカメラを使用することもできる。さらには、単一光検出素子とガルヴァノミラーやポリゴンミラーを組み合わせた走査型の光検出器を使用することも可能である。受光カメラ25a, 25b, 25cにリニアアレイカメラを用いた場合、ビームスプリッタを用いた場合に比べて、光量のロスがなくなるため、効率的な測定が可能となり好ましい。

[0025] 受光カメラ25a, 25b, 25cで受光された反射光L2の光強度は、光強度信号 I_a , I_b , I_c に変換される。その後、光強度信号 I_a , I_b , I_c は、鋼板10の移動した距離に応じて作成されたトリガ信号に応じて、信号処理部30へ送信される。光強度信号 I_a , I_b , I_c は、それぞれ鋼板10の表面の像を表わす像信号である。なお、本実施形態では、受光カメラにリニアアレイカメラを使用しているため、鋼板10の表面の像信号は、2次元画像を表わす2次元画像信号となっている。そこで、本実施形態では、受光された反射光L2の光強度は、鋼板10の幅方向の1ライン分の画素ごとに、光強度信号 I_a , I_b , I_c へ変換される。

[0026] 図3は、信号処理部30の概略構成を示すブロック図である。信号処理部30は、信号前処理部31a, 31b, 31c、メモリ32a, 32b, 3

2 c、代表値計算部 33 a、33 b、33 c、比較判定部である代表値比較部 34、及び、出力部 35 を有している。

[0027] ここで、信号前処理部 31 a、31 b、31 c、メモリ 32 a、32 b、32 c 及び代表値計算部 33 a、33 b、33 c は、受光手段ごとに設けられている。具体的には、受光カメラ 25 a と信号前処理部 31 a とメモリ 32 a と代表値計算部 33 a の順に接続され、その後、代表値比較部 34 に接続されている。同様に、受光カメラ 25 b と信号前処理部 31 b とメモリ 32 b と代表値計算部 33 b の順に接続され、その後、代表値比較部 34 に接続されている。さらに同様に、受光カメラ 25 c と信号前処理部 31 c とメモリ 32 c と代表値計算部 33 c の順に接続され、その後、代表値比較部 34 に接続されている。

[0028] 信号前処理部 31 a、31 b、31 c は、受光カメラ 25 a、25 b、25 c から出力された光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c を、受光手段ごとに取得する。その後、信号前処理部 31 a、31 b、31 c は、受光カメラ 25 a、25 b、25 c から取得した光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c に対して種々の信号前処理を実施する。

[0029] ただし、本実施形態では、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c の信号前処理において、輝度補正のために光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c のゲインを調整し、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c の強度から求められる特徴値を一定にする規格化処理は実施しない。

[0030] ここで、ゲインとは、光強度信号（すなわち、像信号）の強度から求められる特徴値を一定にするために、「光強度信号を何倍したか」を示している。

[0031] また、本実施形態における像信号の特徴値とは、像信号の強度から受光手段ごとに求められるものである。言い換えると、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c （すなわち、像信号）の特徴値とは、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c （すなわち、像信号）の強度から受光手段ごとに求められるものである。具体的には、信号前処理で設定させる被測定領域の輝度分布の平均値を用いることが

好ましい。ただし、被測定領域に欠陥が生じた場合に、外れ値が生じることがある。この場合には、特徴値として、被測定領域の輝度分布の中央値、または、被測定領域の輝度分布の最頻値を用いることが、より好ましい。中央値や最頻値を用いた場合には、被測定領域に生じた欠陥の影響を除くことができる。

[0032] この信号前処理としては、例えば、受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c の視野のずれを補正する。その他、信号前処理としては、受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c で撮影した画像中に鋼板 10 の両方または片方のエッジが含まれる場合、そのエッジ位置を検出し、鋼板 10 のエッジの外側に相当する 2 次元画像領域を検査対象外領域に設定するとともに、エッジ位置を境界とした鋼板 10 の内部領域を検査対象領域に設定する、などがある。

[0033] メモリ 32 a, 32 b, 32 c は、信号前処理部 31 a, 31 b, 31 c にて信号前処理された光強度信号 I_a , I_b , I_c を格納する。

[0034] 代表値計算部 33 a, 33 b, 33 c は、メモリ 32 a, 32 b, 32 c に格納された光強度信号 I_a , I_b , I_c から、受光手段ごとに、光強度信号 I_a , I_b , I_c の代表値を計算する。代表値としては、例えば、信号前処理で設定された被測定領域の輝度分布の平均値を用いることが好ましい。ただし、被測定領域に欠陥が生じた場合に、外れ値が生じることがある。この場合には、代表値として、被測定領域の輝度分布の中央値、または、被測定領域の輝度分布の最頻値を用いることが、より好ましい。中央値や最頻値を用いた場合には、被測定領域に生じた欠陥の影響を除くことができる。

[0035] ここで、検査対象領域において特徴値または代表値を計算する被測定領域は、検査対象領域の幅方向におおむね全幅、鋼板搬送方向には予め決められた鋼板 10 の長さの範囲である。幅方向は、おおむね全幅と表現したが、実際には、被検査面である鋼板 10 のエッジ近傍は、鋼板 10 の反りなどの影響を受けやすいため不感帯と呼称され、例えば、エッジから幅方向内側の 10 mm 程度の計算に用いない不使用領域を設けても良い。

[0036] なお、光強度信号の代表値と光強度信号の特徴値は、同じであっても良い

し異なっても良い。例えば、光強度信号の特徴値として輝度分布の最頻値を設定した場合、光強度信号の代表値としては、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、または、同じ輝度分布の最頻値のいずれを選択しても良い。また、光強度信号の代表値としては、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、または、同じ輝度分布の最頻値の内から、2つ以上を選択してもよい。

[0037] 代表値比較部34は、代表値計算部33a, 33b, 33cで受光手段ごとに計算された各代表値から、化成処理膜の有無を判定する。例えば、受光カメラ25a, 25b, 25cごとに求められた光強度信号Ia, Ib, Icの代表値同士を比較し、その比較した結果が、予め決められた範囲に入った場合に、化成処理膜が無いと判定する。比較方法の一例は、後程詳細に説明する。

[0038] 出力部35は、代表値比較部34における化成処理膜の有無の判定結果を、信号処理部30の外部に設けられた判定結果表示部40に出力する。

[0039] 判定結果表示部40は、化成処理膜の有無の判定結果を表示する。なお、判定結果表示部40では、化成処理膜検査装置1とは別に製造ラインに設けられた、欠陥計、穴計または幅計などからの判定結果と合わせて、化成処理膜の有無の判定結果を表示しても構わない。ここで、欠陥計や穴計は、鋼板10の表面に生じ得る欠陥を検出するための光源及びカメラを備えた計測機器である。また、判定結果表示部40で化成処理膜の有無の判定結果を表示するのに合わせて、化成処理膜検査装置1よりも上位のコンピュータに出力部35から判定結果を出力して、管理しても構わない。

[0040] 以上の機能から、信号前処理部31a, 31b, 31cとメモリ32a, 32b, 32cは像信号取得手段であり、代表値計算部33a, 33b, 33cは代表値計算手段であり、代表値比較部34は判定手段に該当する。

[0041] これまで、本実施形態では、受光カメラ25a, 25b, 25cを化成処理膜検査装置1が備える専用の受光カメラとして説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、光学条件が一致すれば、製造ラインの既存の欠陥計が備える受光カメラの信号を分岐して、化成処理膜検査装置1で用

いても構わない。その場合は、欠陥計と化成処理膜検査装置 1 とで受光カメラを別々に設ける必要がなく、コンパクト且つ安価に化成処理膜検査装置 1 の装置構成を実現することができる。

[0042] ここから、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c の代表値の算出方法の例と、代表値の比較方法の例とを説明する。

[0043] 図 4 は、図 1 と図 3 の化成処理膜検査装置 1 を用いて、化成処理膜有り及び化成処理膜無しの溶融亜鉛メッキ鋼板を、搬送中に撮影した画像である。なお、撮影時の条件は次の通りである。受光カメラ 25 a、25 b、25 c にはリニアアレイカメラを用いた。搬送状態のメッキ鋼板の全幅に対する入射角 θ_1 は 60° 、偏光板 22 の検光角 γ は 45° が設定されている。また、各リニアアレイカメラのレンズの前の検光子 24 a、24 b、24 c に対しては、検光子 24 a の検光角 ω_a は 0° に、検光子 24 b の検光角 ω_b は 40° に、検光子 24 c の検光角 ω_c は -45° に、それぞれ設定されている。

[0044] 図 4 (a) は、検光角 ω_a が 0° で受光カメラ 25 a により前記溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。図 4 (b) は、検光角 ω_b が 40° で受光カメラ 25 b により前記溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。図 4 (c) は、検光角 ω_c が -45° で受光カメラ 25 c により前記溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。図 5 は、図 4 (a)、図 4 (b) 及び図 4 (c) のそれぞれの画像中における破線部の輝度値を抽出したグラフである。詳しくは、図 5 中の検光角 ω_a が 0° のグラフは、図 4 (a) の破線部の輝度値を抽出したグラフである。図 5 中の検光角 ω_b が 45° のグラフは、図 4 (b) の破線部の輝度値を抽出したグラフである。図 5 中の検光角 ω_c が -45° のグラフは、図 4 (c) の破線部の輝度値を抽出したグラフである。

[0045] 図 4 (a) 及び図 5 から、検光角 ω_a が 0° で受光カメラ 25 a により前記溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した場合には、化成処理膜有りに比べて化成処理膜無しのほうが、輝度が高いことがわかる。また、図 4 (b) 及び図 5 か

ら、検光角 ωb が 40° で受光カメラ25bにより前記溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した場合には、化成処理膜有りに比べて化成処理膜無しのほうが、輝度が低いことがわかる。また、図4(c)及び図5から、検光角 ωc が -45° で受光カメラ25cにより前記溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した場合には、化成処理膜有りに比べて化成処理膜無しのほうが、輝度が高いことがわかる。

[0046] 表1は、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c の代表値として、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値の計算結果を示したものである。なお、以下の説明では、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c の代表値を、それぞれの光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c が出力される受光カメラ25a、25b、25cに対応させて、受光カメラ25a、25b、25cの代表値ともいう。

[0047] [表1]

(表1)

	化成処理膜	代表値(輝度分布)		
		平均値	中央値	最頻値
受光カメラ25a (検光角 $\omega a=0^\circ$)	有り	38.6	37.5	35.0
	無し	63.9	62.5	63.5
受光カメラ25b (検光角 $\omega b=40^\circ$)	有り	29.7	29.3	27.8
	無し	16.6	16.3	16.5
受光カメラ25c (検光角 $\omega c=-45^\circ$)	有り	93.8	93.0	96.0
	無し	164.5	162.0	164.0

[0048] 表1から、代表値として、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値のいずれを用いても、化成処理膜有りに比べて化成処理膜無しのほうが、受光カメラ25aの代表値が高く、受光カメラ25bの代表値が低く、受光カメラ25cの代表値が高くなっている。このことから、代表値としては、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値のいずれも使用可能であることがわかる。

[0049] ここで、代表値比較部34における代表値の比較は、例えば、3つの受光

カメラ 25 a, 25 b, 25 c の代表値のうち、異なる検光角 ω で測定した受光カメラの代表値を 2 つ選択し、選択した 2 つの代表値の比を算出し、算出した比を用いて行うことができる。具体的には、受光カメラ 25 a の代表値と受光カメラ 25 b の代表値との比、または、受光カメラ 25 b の代表値と受光カメラ 25 c の代表値との比を用いる。

[0050] 表 2 は、受光カメラ 25 a の代表値と受光カメラ 25 b の代表値との比、及び、受光カメラ 25 b の代表値と受光カメラ 25 c の代表値との比の計算結果を示したものである。なお、表 2 では、表 1 に示した平均値を用いて比の計算を行っている。

[0051] [表2]

(表2)

	受光カメラ25aの代表値/ 受光カメラ25bの代表値	受光カメラ25bの代表値/ 受光カメラ25cの代表値
化成処理膜有りの 平均値	1.30	0.32
化成処理膜無しの 平均値	3.86	0.10
化成処理膜有りの 中央値	1.28	0.31
化成処理膜無しの 中央値	3.85	0.10
化成処理膜有りの 最頻値	1.26	0.29
化成処理膜無しの 最頻値	3.85	0.10

[0052] 表 2 から、受光カメラ 25 a の代表値と受光カメラ 25 b の代表値との比を、代表値の比較の指標として用いるときには、比の値がある閾値より小さければ「化成処理膜有り」、比の値が閾値以上であれば「化成処理膜無し」と判定する。閾値は、化成処理膜有りと無しの平均値などから予め定めておき、例えばこの場合には 2.6 と定めることができる。この処理によって、

化成処理膜の有無の判定が可能である。同様に、受光カメラ 25 b の代表値と受光カメラ 25 c の代表値との比を、代表値の比較の指標として用いるときには、比の値がある閾値以上であれば「化成処理膜有り」、比の値が閾値より小さければ「化成処理膜無し」と判定する。同様に、閾値は、化成処理膜有りとなしとの平均値などにより求め、例えば、この場合には 0.2 と定めることができる。この処理によって、化成処理膜の有無の判定が可能である。

[0053] なお、上記代表値の比で判定する際、代表値の比は、1 組あれば鋼板 10 の表面の化成処理膜の有無の判定を行うことができる。また、2 組取ることによって、より精度良く判定を行うことが可能となるので、より好ましい。

[0054] ここで、上述したような化成処理膜の有無の判定を、コンパクト且つ安価な装置構成で行いたい場合には、例えば、欠陥計を化成処理膜の有無の判定に利用するなどの方法が考えられる。ところが、通常、欠陥計は、特開平 9-178669 号公報に記載のように、光源の劣化や鋼板の反射率の違いなどの影響を除去するために、カメラから出力される光強度信号に対し、ゲインを調整する規格化处理が行われる。そのため、鋼板の全幅及び搬送方向の数 m にわたって化成処理膜が生成されて無い場合は、カメラの視野範囲より広い範囲で輝度分布の変化が起こるため、規格化处理を行うことによって、カメラの視野範囲での化成処理膜の有無による反射率の違いが識別できなくなってしまう。

[0055] 図 6 は、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c に対し規格化处理を行った場合の、化成処理膜有り及び化成処理膜無しの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。規格化处理が有る以外は上述の場合と同じ条件で、化成処理膜検査装置 1 を用いている。なお、規格化处理において、光強度信号 I_a 、 I_b 、 I_c の特徴値には、輝度分布の平均値を用いた。

[0056] 図 6 (a) は、検光角 ω_a が 0° で受光カメラ 25 a により化成処理膜有りの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。図 6 (b) は、検光角 ω_b が 40° で受光カメラ 25 b により化成処理膜有りの溶融亜鉛メッキ鋼板を

撮影した画像である。図6(c)は、検光角 ω_c が -45° で受光カメラ25cにより化成処理膜有りの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。図6(d)は、検光角 ω_a が 0° で受光カメラ25aにより化成処理膜無しの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。図6(e)は、検光角 ω_b が 40° で受光カメラ25bにより化成処理膜無しの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。図6(f)は、検光角 ω_c が -45° で受光カメラ25cにより化成処理膜無しの溶融亜鉛メッキ鋼板を撮影した画像である。

[0057] 図7は、図6(a)～図6(c)の画像中における破線部の輝度値を抽出したグラフである。詳しくは、図7(a)は、図6(a)の破線部の輝度値を抽出したグラフである。図7(b)は、図6(b)の破線部の輝度値を抽出したグラフである。図7(c)は、図6(c)の破線部の輝度値を抽出したグラフである。図8は、図6(d)～図6(f)の画像中における破線部の輝度値を抽出したグラフである。詳しくは、図8(a)は、図6(d)の破線部の輝度値を抽出したグラフである。図8(b)は、図6(e)の破線部の輝度値を抽出したグラフである。図8(c)は、図6(f)の破線部の輝度値を抽出したグラフである。

[0058] 図6、図7及び図8から、規格化処理を行っているため、化成処理膜の有無によらず、受光カメラ25a, 25b, 25cによって撮影された各画像の輝度分布が、ほぼ一定になっている。そのため、受光カメラ25a, 25b, 25cの視野範囲での化成処理膜の有無による反射率の違いが、識別できなくなっていることがわかる。

[0059] 表3は、規格化処理が行われた光強度信号 I_a , I_b , I_c の代表値として、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値の計算結果を示したものである。

[0060]

[表3]

(表3)

	化成処理膜	代表値(輝度分布)		
		平均値	中央値	最頻値
受光カメラ25a (検光角 $\omega_a=0^\circ$)	有り	119.0	117.0	118.0
	無し	141.4	138.0	126.0
受光カメラ25b (検光角 $\omega_b=40^\circ$)	有り	110.8	109.0	101.0
	無し	123.5	121.0	122.0
受光カメラ25c (検光角 $\omega_c=-45^\circ$)	有り	122.4	120.0	110.0
	無し	138.0	134.0	128.0

[0061] 表3から、規格化処理を行った場合、代表値として、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値のいずれを用いても、化成処理膜有りに比べて化成処理膜無しでは、受光カメラ25a、25b、25cの代表値が高くなっている。

[0062] 表4は、規格化処理を行った場合での、受光カメラ25aの代表値と受光カメラ25bの代表値との比、及び、受光カメラ25bの代表値と受光カメラ25cの代表値との比の計算結果を示したものである。なお、表4では、表3に示した輝度分布の平均値を用いて比の計算を行っている。

[0063]

[表4]

(表4)

	受光カメラ25aの代表値/ 受光カメラ25bの代表値	受光カメラ25bの代表値/ 受光カメラ25cの代表値
化成処理膜有りの 平均値	1.07	0.91
化成処理膜無しの 平均値	1.14	0.90
化成処理膜有りの 中央値	1.07	0.91
化成処理膜無しの 中央値	1.14	0.90
化成処理膜有りの 最頻値	1.17	0.92
化成処理膜無しの 最頻値	1.03	0.95

[0064] 表4から、受光カメラ25aの代表値と受光カメラ25bの代表値との比が、輝度分布の平均値及び輝度分布の中央値では、化成処理膜有りよりも化成処理膜無しのほうが大きくなっており、輝度分布の最頻値では、化成処理膜有りよりも化成処理膜無しのほうが小さくなっている。また、受光カメラ25bの代表値と受光カメラ25cの代表値との比が、輝度分布の平均値及び輝度分布の中央値では、化成処理膜有りよりも化成処理膜無しのほうが小さくなっており、輝度分布の最頻値では、化成処理膜有りよりも化成処理膜無しのほうが大きくなっている。さらには、表4から、受光カメラ25aの代表値と受光カメラ25bの代表値との比、及び、受光カメラ25bの代表値と受光カメラ25cの代表値との比のどちらにおいても、化成処理膜有りと化成処理膜無しとの比の値の差が小さい。

[0065] よって、規格化処理を行うことにより、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値のいずれかを比較することで、化成処理膜の有無を判定することは困難であることがわかる。言い換えると、規格化処理

を行わないことによって、2種類以上の異なる検光角での反射光量の違いにより、2つ以上の受光カメラから出力された光強度信号の代表値として、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値のいずれかを比較することで、化成処理膜の有無を判定することができる。

[0066] 図9は、実施形態1に係る化成処理膜検査方法の一例を示したフローチャートである。化成処理膜検査装置1で用いられる化成処理膜検査方法は、入射ステップと、受光ステップと、信号前処理ステップと、代表値計算ステップと、判定ステップとを有している。

[0067] まず、入射ステップでは、線状拡散光源21から被検査面である鋼板10の表面に偏光（入射光L1）を照射する。つまり入射ステップでは、被検査面に偏光を入射させる（ステップS1）。

[0068] 次に、受光ステップでは、鋼板10の表面で反射された反射光L2を、受光カメラ25a、25b、25cごとに受光する。ここで、受光カメラのレンズの前には、受光カメラごとに検光子24a、24b、24cが備えられている。また、検光子24aの検光角 ω_a と、検光子24bの検光角 ω_b と、検光子24cの検光角 ω_c は、2種類以上から選択する。本実施形態においては、一例として全て異なる。つまり、3種類の異なる検光角で受光している（ステップS2）。

[0069] 次に、信号前処理ステップでは、信号前処理部31a、31b、31cが、受光カメラ25a、25b、25cで受光された反射光L2から、鋼板10の表面の像を表す像信号である光強度信号Ia、Ib、Icを取得する。すなわち、この信号前処理ステップは、像信号取得ステップを備えている。その後、取得した光強度信号Ia、Ib、Icに対して、受光カメラ25a、25b、25cの視野のずれを補正や、鋼板10のエッジ検出などの信号前処理を実施する。ただし、この信号前処理では、輝度補正のために、光強度信号Ia、Ib、Icのゲインを調整し、光強度信号Ia、Ib、Icの特徴値を一定にする規格化処理は実施しない（ステップS3）。なお、この規格化処理は、実施形態2における「ゲイン調整ステップ」に該当する。信

号前処理にて、鋼板 10 のエッジが検出された場合には、上述したような検査対象領域と検査対象外領域との設定を行う。信号前処理部 31 a, 31 b, 31 c にて信号前処理された光強度信号 I_a , I_b , I_c と、検査対象領域または検査対象外領域の設定結果は、メモリ 32 a, 32 b, 32 c に格納される。

[0070] 次に、代表値計算ステップでは、メモリ 32 a, 32 b, 32 c に格納された、信号前処理後の光強度信号 I_a , I_b , I_c と、検査対象領域または検査対象外領域の設定結果を用いて、代表値計算部 33 a, 33 b, 33 c が、光強度信号 I_a , I_b , I_c の代表値を計算する（ステップ S 4）。ここで、光強度信号 I_a , I_b , I_c の代表値は、具体的には、輝度分布の平均値であることが、被測定領域に生じた非定常部の影響を除くことができるという理由で好ましい。

[0071] 次に、判定ステップでは、代表値比較部 34 が、代表値計算部 33 a, 33 b, 33 c で計算された受光手段ごとの各代表値を用いて、鋼板 10 の表面における化成処理膜の有無を判定する（ステップ S 5）。ステップ S 5 における判定方法の例としては、次の通りである。代表値比較部 34 が、3つの受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c の代表値のうち、異なる検光角 ω で測定した受光カメラの代表値を 2 つ選択する。次に、代表値比較部 34 は、選択した 2 つの代表値の比を算出する。具体的には、受光カメラ 25 a の代表値と受光カメラ 25 b の代表値との比、または、受光カメラ 25 b の代表値と受光カメラ 25 c の代表値との比を算出する。最後に、代表値比較部 34 は、算出した代表値の比が、予め決められた範囲に入った場合に、化成処理膜が無いまたは有ると判定する。

[0072] 代表値比較部 34 での判定結果は、出力部 35 を介して判定結果表示部 40 に出力し、判定結果表示部 40 で判定結果を表示する（ステップ S 6）。なお、判定結果表示部 40 には、化成処理膜が無いと判定されたときにだけ、化成処理膜が無い旨を表示するようにしても良い。また、判定結果表示部 40 には、化成処理膜が有ると判定されたときと無いと判定されたときの両

方で、化成処理膜が有る旨と無い旨とをそれぞれ表示するようにしても良い。

[0073] 以上のように、実施形態 1 に係る化成処理膜検査装置 1 及び化成処理膜検査方法では、輝度補正のために像信号の特徴値を一定にする規格化処理を行わず、輝度分布の代表値を受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c ごとに求めて判定に用いることで、安価で簡易な装置構成で、且つ、鋼板 10 が搬送されている最中に自動的に、化成処理膜の有無を判定することができる。その結果、高コスト化を抑えることが可能となる。

[0074] (実施形態 2)

以下に、本発明に係る化成処理膜の検査方法及び化成処理膜検査装置の実施形態 2 について説明する。なお、実施形態 2 において実施形態 1 と共通する部分についての説明は省略する。

[0075] 実施形態 2 では、光強度信号 I_a , I_b , I_c の信号前処理において、輝度補正のために光強度信号 I_a , I_b , I_c のゲインを調整し、光強度信号 I_a , I_b , I_c の強度から求められる特徴値を一定にする規格化処理を行う。さらに、実施形態 2 では、この規格化処理のために調整された光強度信号 I_a , I_b , I_c の各ゲインを、代表値として用いる。この 2 点以外は、実施形態 1 の図 9 に示したフローチャートと同様の手順によって、化成処理膜の有無の判定を行う。なお、本実施形態 2 においても、「ゲイン」、「像信号の特徴値」及び「被測定領域」の定義と具体的な内容は、前述した実施形態 1 の場合と同じである。

[0076] 実施形態 2 に係る化成処理膜検査装置 1 では、信号前処理部 31 a, 31 b, 31 c が、信号前処理の 1 つとして、輝度補正のための規格化処理を行う。これら調整された、受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c の各ゲインは、メモリ 32 a, 32 b, 32 c を介して、代表値計算部 33 a, 33 b, 33 c へ受光手段ごとに受け渡される。代表値計算部 33 a, 33 b, 33 c は、受け取った受光カメラのゲインを、光強度信号 I_a , I_b , I_c の代表値とする。そして、代表値比較部 34 は、代表値計算部 33 a, 33 b, 3

3 c により光強度信号の代表値とされた受光カメラごとのゲインを用いて、化成処理膜の有無の判定を行う。上記の説明以外の各部の働きは、実施形態 1 に係る化成処理膜検査装置 1 と同じである。

[0077] 一方、実施形態 2 に係る化成処理膜検査方法では、信号前処理ステップ（図 9 のステップ S 3）において像信号取得ステップの後に、輝度補正のために規格化処理を行う。具体的には、信号前処理部 31 a, 31 b, 31 c は、取得した光強度信号 I_a , I_b , I_c の特徴値が一定となるように、光強度信号 I_a , I_b , I_c のゲインを調整する。この規格化処理を行うステップを、ゲイン調整ステップとする。図 9 のステップ S 4 以降は、光強度信号 I_a , I_b , I_c の各ゲインを光強度信号 I_a , I_b , I_c の各代表値として扱う。上記の説明以外の各ステップ処理は、実施形態 1 に係る化成処理膜検査方法と同じである。

[0078] 受光カメラの各ゲインを用いた場合の判定ステップ（ステップ S 5）の例を説明する。表 5 は、光強度信号 I_a , I_b , I_c の代表値として、図 6 の規格化処理を行った際に光強度信号 I_a , I_b , I_c を何倍したかをあらわすゲインを示したものである。規格化処理において、光強度信号 I_a , I_b , I_c の特徴値は、輝度分布の平均値を用いた。なお、以下の説明では、光強度信号 I_a , I_b , I_c の代表値を、それぞれの光強度信号 I_a , I_b , I_c が出力される受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c に対応させて、受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c の代表値ともいう。

[0079]

[表5]

(表5)

	化成処理膜	代表値 (ゲイン)
受光カメラ25a (検光角 $\omega_a=0^\circ$)	有り	3.33
	無し	2.33
受光カメラ25b (検光角 $\omega_b=40^\circ$)	有り	6.67
	無し	12.67
受光カメラ25c (検光角 $\omega_c=-45^\circ$)	有り	1.67
	無し	1.00

[0080] 表5から、代表値としてゲインを用いた場合には、化成処理膜有りに比べて化成処理膜無しでは、受光カメラ25aの代表値が高く、受光カメラ25bの代表値が低く、受光カメラ25cの代表値が高くなっていることがわかる。すなわち、実施形態1の表1で示したような、代表値として、輝度分布の平均値、輝度分布の中央値、及び、輝度分布の最頻値を用いた場合と同様の傾向をなしていることがわかる。

[0081] そこで、本実施形態では、上記ゲインを代表値とし、且つ、代表値比較部34での代表値の比較を、受光カメラ25aの代表値と受光カメラ25bの代表値との比、または、受光カメラ25cの代表値と受光カメラ25bの代表値との比を用いて行う。

[0082] 表6は、代表値としてゲインを用いた場合での、受光カメラ25aの代表値と受光カメラ25bの代表値との比、及び、受光カメラ25bの代表値と受光カメラ25cの代表値との比の計算結果を示したものである。なお、表6では、表5に示したゲインを用いて比の計算を行っている。

[0083]

[表6]

(表6)

	受光カメラ25aの代表値/ 受光カメラ25bの代表値	受光カメラ25cの代表値/ 受光カメラ25bの代表値
化成処理膜有りの ゲイン	2.00	0.25
化成処理膜無しの ゲイン	5.40	0.08

[0084] 表6から、ゲインを代表値とし、受光カメラ25aの代表値と受光カメラ25bの代表値との比を、代表値の比較の指標として用いる場合には、比の値がある閾値より小さければ「化成処理膜有り」、比の値が閾値以上であれば「化成処理膜無し」と判定する。閾値は、化成処理膜有りと無しの平均値などから予め定めておき、例えば、この場合には3.7と定めることができる。この処理によって、化成処理膜の有無の判定が可能である。同様に、ゲインを代表値とし、受光カメラ25bの代表値と受光カメラ25cの代表値との比を、代表値の比較の指標として用いる場合、比の値がある閾値以上であれば「化成処理膜有り」、比の値が閾値より小さければ「化成処理膜無し」と判定する。閾値は、化成処理膜有りと無しの平均値などから予め定めておき、例えば、この場合には0.3と定めることができる。この処理によって、化成処理膜の有無の判定が可能である。

[0085] なお、代表値の比は、1組あれば鋼板10の表面の化成処理膜の有無の判定を行うことが可能である。また、2組以上取ることによって、より精度良く判定を行うことが可能となるので、より好ましい。

[0086] なお、本実施形態では、受光カメラ25a, 25b, 25cを化成処理膜検査装置1が備える専用の受光カメラとして説明しているが、これに限定されるものではない。例えば、光学条件が一致すれば、製造ラインの既存の欠陥計が備える受光カメラの信号を分岐して、化成処理膜検査装置1で用いても構わない。その場合は、欠陥計と化成処理膜検査装置1とで受光カメラを

別々に設ける必要がなく、コンパクト且つ安価に化成処理膜検査装置 1 の装置構成を実現することができる。

[0087] 以上のように、実施形態 2 に係る化成処理膜検査装置 1 及び化成処理膜検査方法では、輝度補正のために像信号の特徴値を一定にする規格化処理を行わない。この規格化処理の際に求めた受光カメラのゲインを受光カメラ 25 a, 25 b, 25 c ごとに代表値として判定に用いることで、安価で簡易な装置構成で、かつ、鋼板 10 が搬送されている最中に自動的に、化成処理膜の有無を判定することができる。その結果、高コスト化を抑えることが可能となる。

[0088] 例えば、本発明を表面処理鋼板の製造設備を構成する検査装置として適用し、本発明に係る化成処理膜検査装置 1 によって、公知または既存の製造設備によって製造された表面処理鋼板の表面に設けられた化成処理膜を検査するようにしてもよい。

[0089] また、本発明を表面処理鋼板の製造方法に含まれる検査ステップとして適用し、公知または既存の製造ステップにおいて製造された表面処理鋼板の化成処理膜を検査するようにしてもよい。このような鋼材の製造設備及び鋼材の製造方法によれば、表面処理鋼板を歩留りよく製造することができる。

[0090] さらに、本発明を表面処理鋼板の品質管理方法に適用し、表面処理鋼板の表面に設けられた化成処理膜を検査することにより、表面処理鋼板の品質管理を行うようにしてもよい。具体的には、本発明で表面処理鋼板の化成処理膜の有無を検査ステップで判定し、検査ステップで得られた判定結果から、表面処理鋼板の品質管理を行うことができる。検査ステップでは、表面処理鋼板の化成処理膜の有無についての結果を得る。次に続く品質管理ステップでは、検査ステップにより得られた、表面処理鋼板の化成処理膜の有無に関する結果に基づき、製造された表面処理鋼板が予め指定された基準を満たしているかどうかを判定し、鋼材の品質を管理する。このような鋼材の品質管理方法によれば、高品質の鋼材を提供することができる。

産業上の利用可能性

[0091] 本発明によれば、高コスト化を抑えるために、鋼板が搬送されている状態で、被検査面の化成処理膜の有無を判定することができる化成処理膜検査方法及び化成処理膜検査装置を提供することができる。また、本発明によれば、高コスト化を抑えるために、表面処理鋼板が搬送されている状態で、被検査面の化成処理膜の有無を判定し、表面処理鋼板の製造歩留りを向上可能な表面処理鋼板の製造方法、表面処理鋼板の品質管理方法及び表面処理鋼板の製造設備を提供することができる。

符号の説明

- [0092] 1 化成処理膜検査装置
- 1 0 鋼板
 - 2 1 線状拡散光源
 - 2 2 偏光板
 - 2 3 受光部
 - 2 4 a, 2 4 b, 2 4 c 検光子
 - 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c 受光カメラ
 - 3 0 信号処理部
 - 3 1 a, 3 1 b, 3 1 c 信号前処理部
 - 3 2 a, 3 2 b, 3 2 c メモリ
 - 3 3 a, 3 3 b, 3 3 c 代表値計算部
 - 3 4 代表値比較部
 - 3 5 出力部
 - 4 0 判定結果表示部

請求の範囲

[請求項1]

被検査面に偏光を入射させる入射ステップと、

前記入射された偏光が前記被検査面で反射した反射光を、2種類以上の異なる検光角で2つ以上の受光手段によりそれぞれ受光する受光ステップと、

前記受光手段で受光された前記反射光から、前記被検査面の像を表す像信号を、受光手段ごとに取得する像信号取得ステップと、

前記像信号から、各像信号の代表値を前記受光手段ごとに計算する代表値計算ステップと、

前記受光手段ごとに算出された前記代表値から、前記被検査面の化成処理膜の有無を判定する判定ステップと、

を含み、

前記像信号取得ステップと前記代表値計算ステップとの間に、前記像信号の強度から求められる前記像信号の特徴値が一定になるように、前記像信号のゲインを前記受光手段ごとに調整するゲイン調整ステップを行わない場合には、前記代表値計算ステップでは、前記代表値を前記像信号の強度から求める処理を行い、

前記像信号取得ステップと前記代表値計算ステップとの間に、前記ゲイン調整ステップを行う場合には、前記代表値計算ステップでは、前記代表値を前記ゲインから求める処理を行う、化成処理膜検査方法。

[請求項2]

請求項1に記載の化成処理膜検査方法において、

前記判定ステップは、

前記代表値の中から異なる検光角を持つ前記受光手段における代表値を選び、選ばれた前記代表値から代表値の比を計算し、前記代表値の比から前記被検査面の化成処理膜の有無を判定する化成処理膜検査方法。

[請求項3]

偏光を被検査面に照射する光源と、

前記照射された偏光が前記被検査面で反射した反射光を、2種類以上の異なる検光角でそれぞれ受光する2つ以上の受光手段と、

各受光手段で受光された各反射光から、前記被検査面の像を表す像信号を、前記受光手段ごとに取得する像信号取得手段と、

前記像信号から、各像信号の代表値を前記受光手段ごとに計算する代表値計算手段と、

前記受光手段ごとに算出された前記代表値から、前記被検査面の化成処理膜の有無を判定する判定手段と、

を備え、

前記像信号取得手段が、前記像信号の強度から求められる前記像信号の特徴値が一定になるように、前記像信号のゲインを前記受光手段ごとに調整を行わない場合には、前記代表値計算手段は、前記代表値を前記像信号の強度から求め、

前記像信号取得手段が、前記像信号の強度から求められる前記像信号の特徴値が一定になるように、前記像信号のゲインを前記受光手段ごとに調整を行う場合には、前記代表値計算手段は、前記代表値を前記ゲインから求める、化成処理膜検査装置。

[請求項4] 表面処理鋼板の製造ステップと、

請求項1または2に記載の化成処理膜検査方法によって、前記製造ステップにおいて製造された表面処理鋼板の化成処理膜を検査する検査ステップと、

を含む、表面処理鋼板の製造方法。

[請求項5] 請求項1または2に記載の化成処理膜検査方法によって、表面処理鋼板の化成処理膜を検査する検査ステップと、

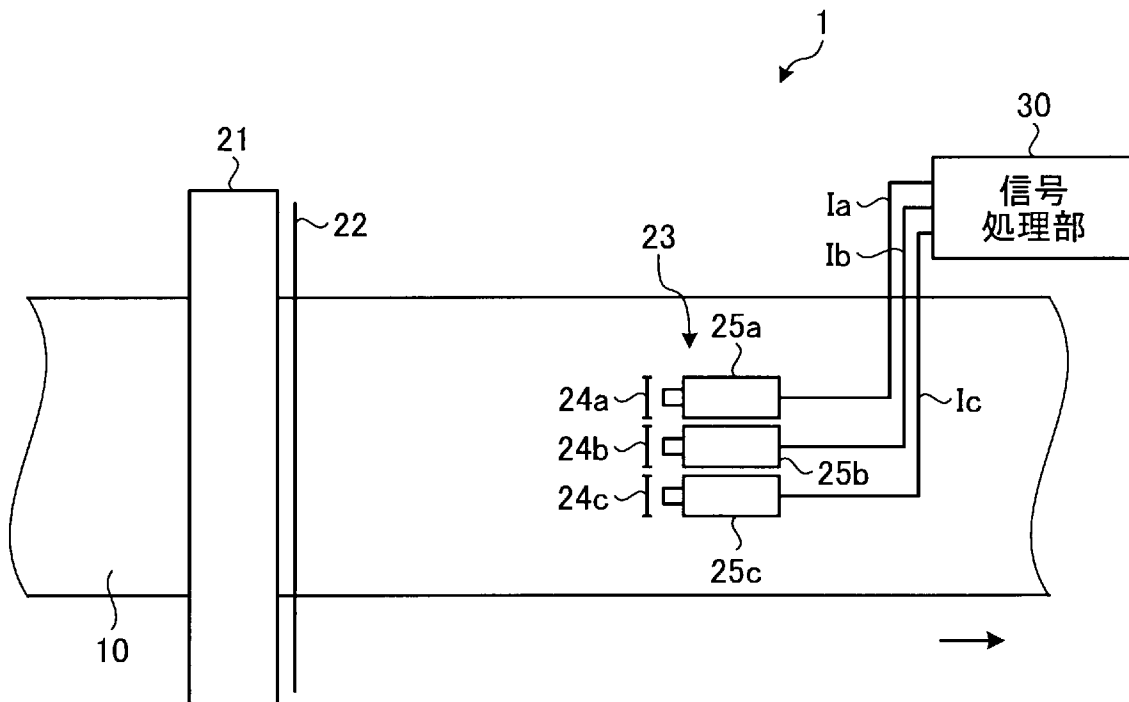
前記検査ステップにより得られた検査結果から、前記表面処理鋼板の品質管理を行う品質管理ステップと、

を含む、表面処理鋼板の品質管理方法。

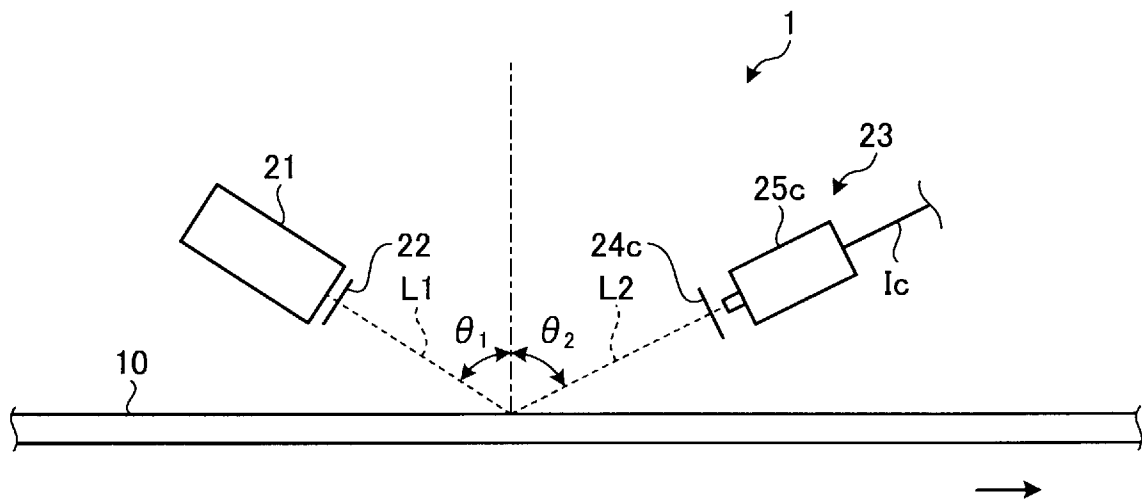
[請求項6] 表面処理鋼板を製造するための製造設備と、

前記製造設備により製造された表面処理鋼板の化成処理膜を検査する請求項 3 に記載の化成処理膜検査装置と、
を備えた、表面処理鋼板の製造設備。

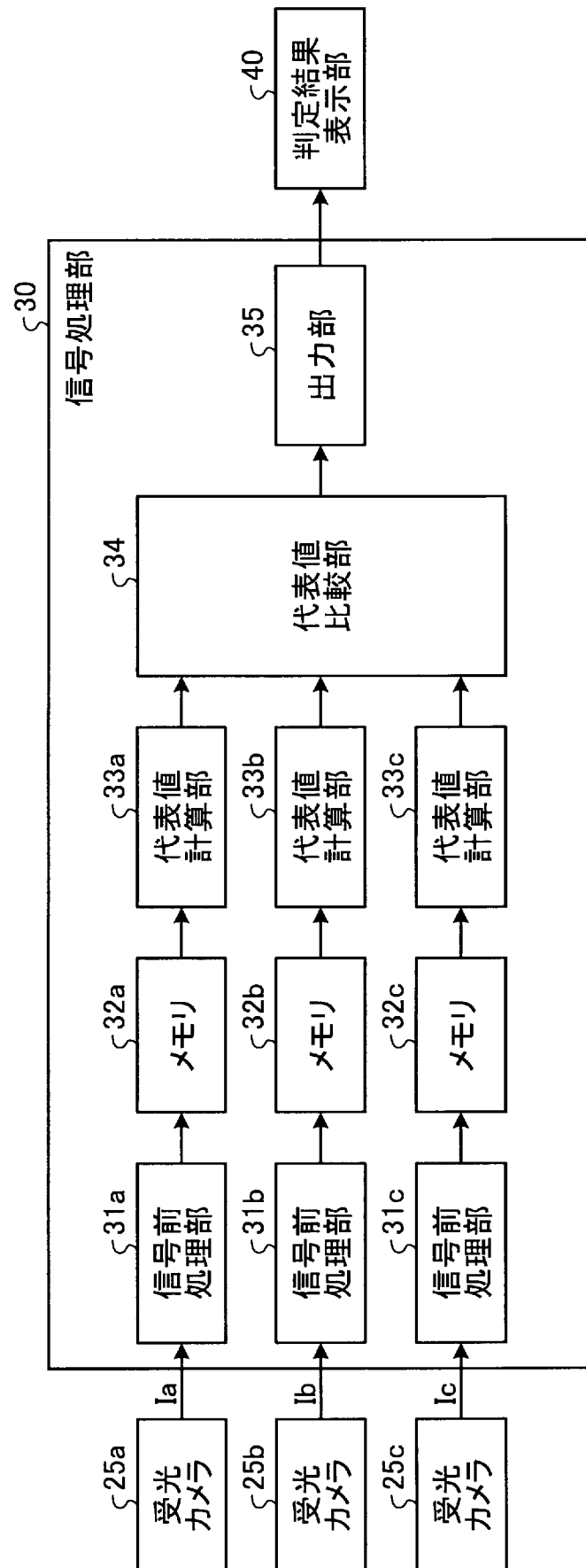
[図1]



[図2]

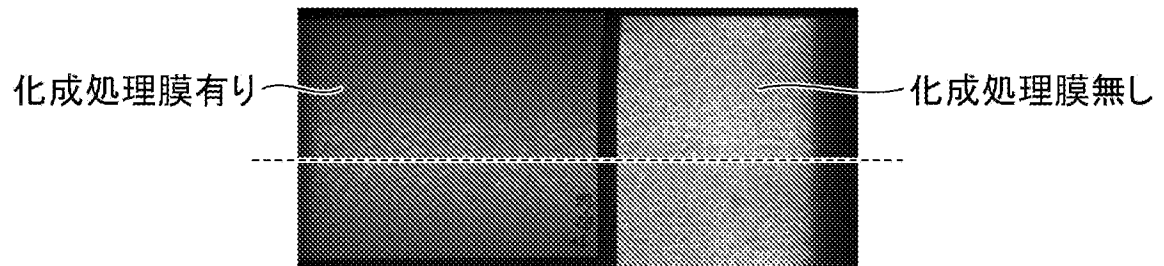


[図3]

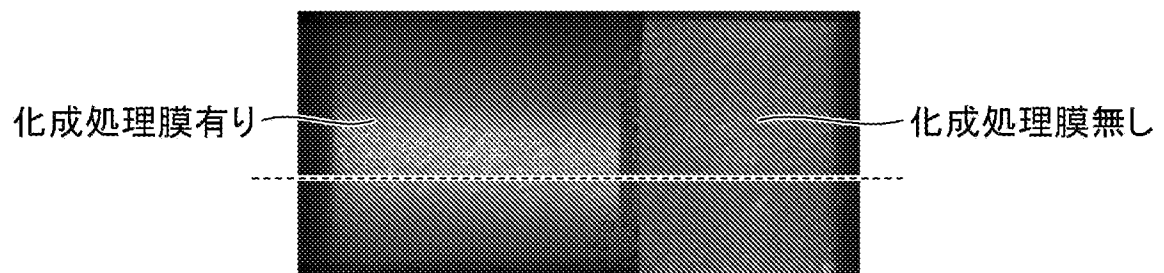


[図4]

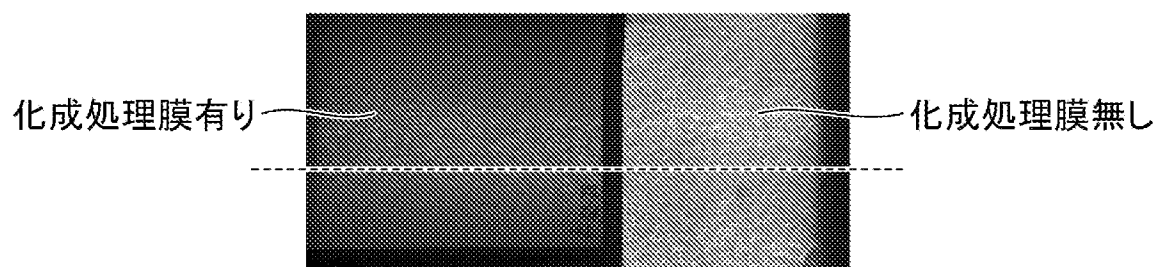
(a)

受光カメラ25a (検光角 $\omega_a=0^\circ$)

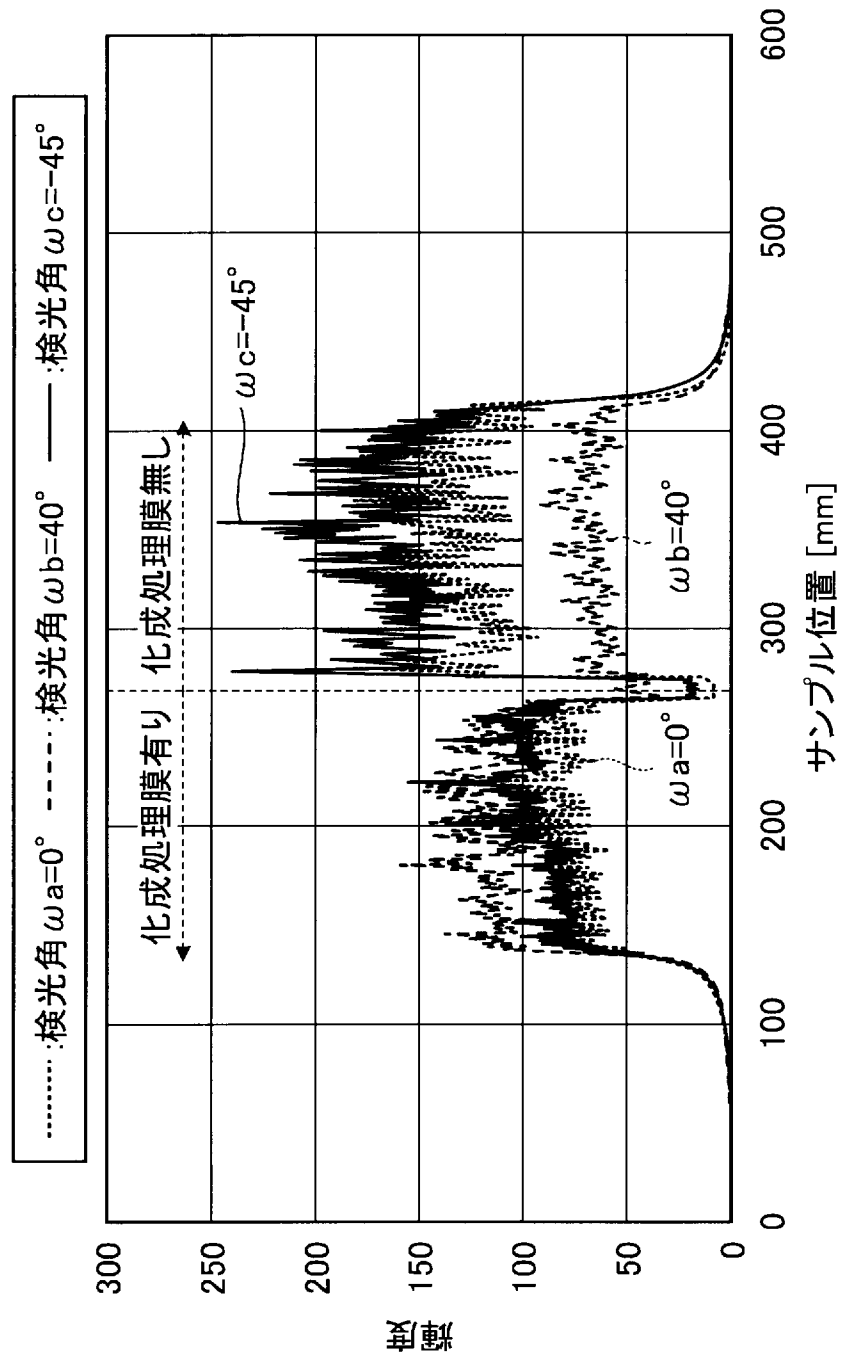
(b)

受光カメラ25b (検光角 $\omega_b=40^\circ$)

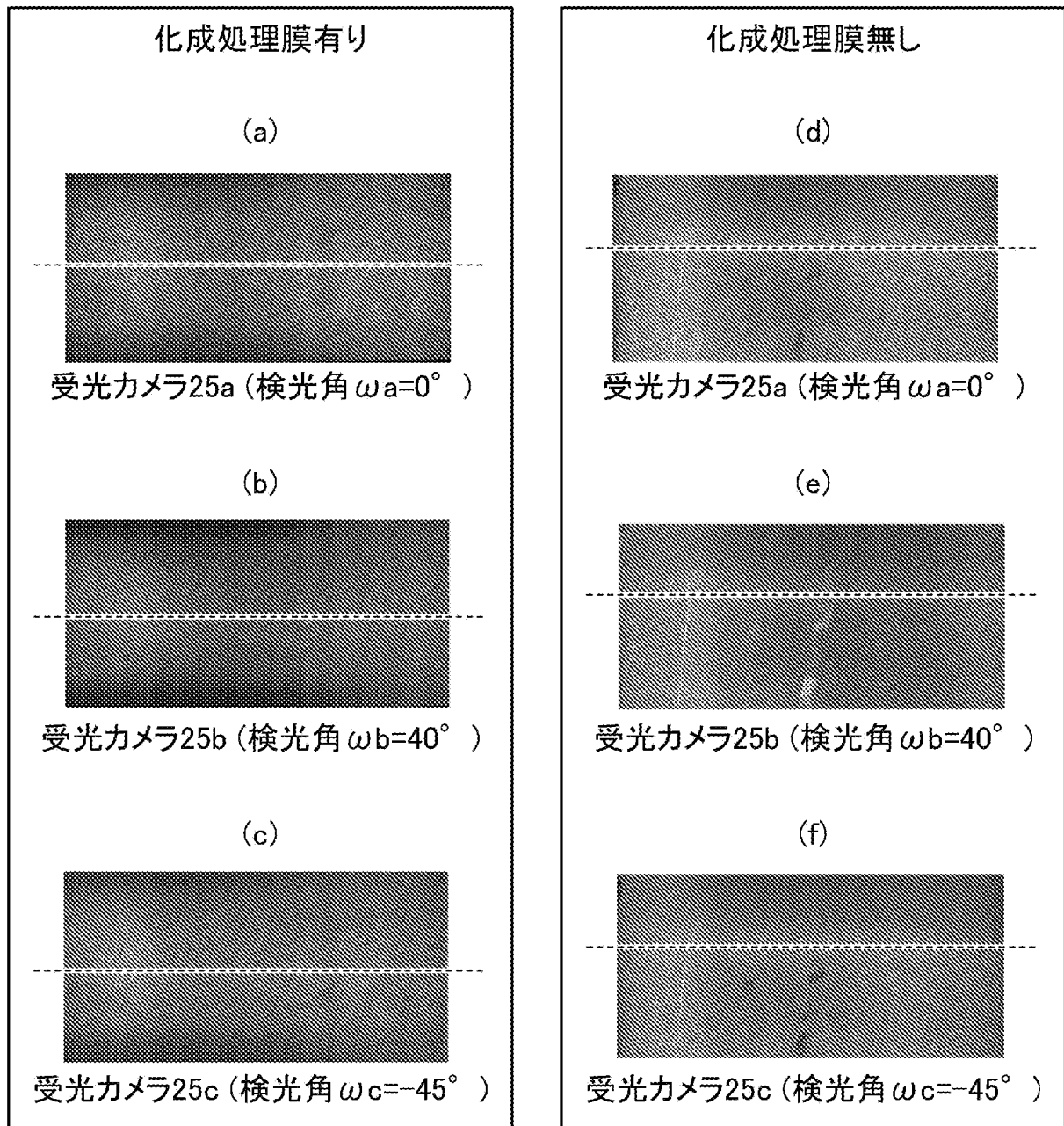
(c)

受光カメラ25c (検光角 $\omega_c=-45^\circ$)

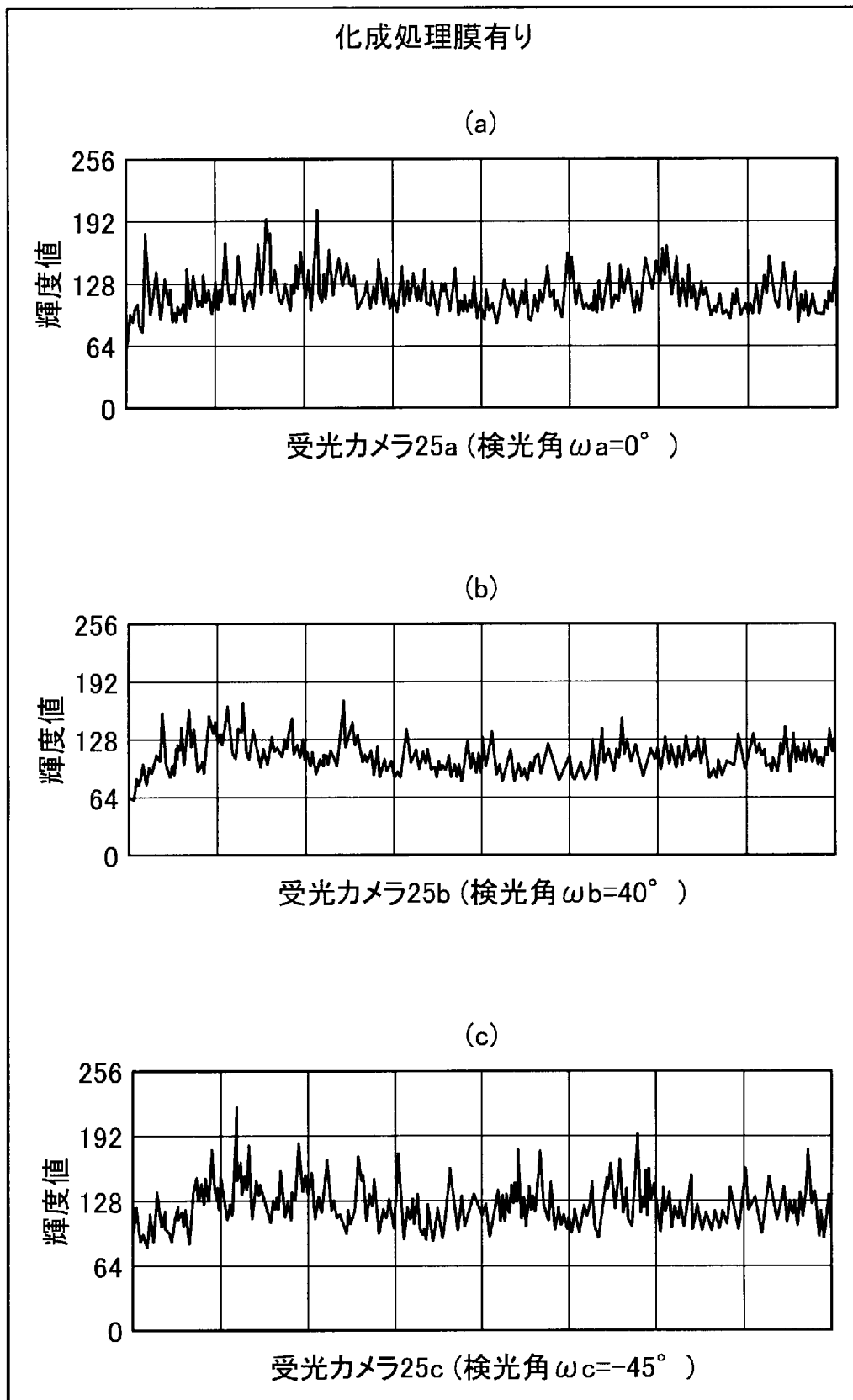
[図5]



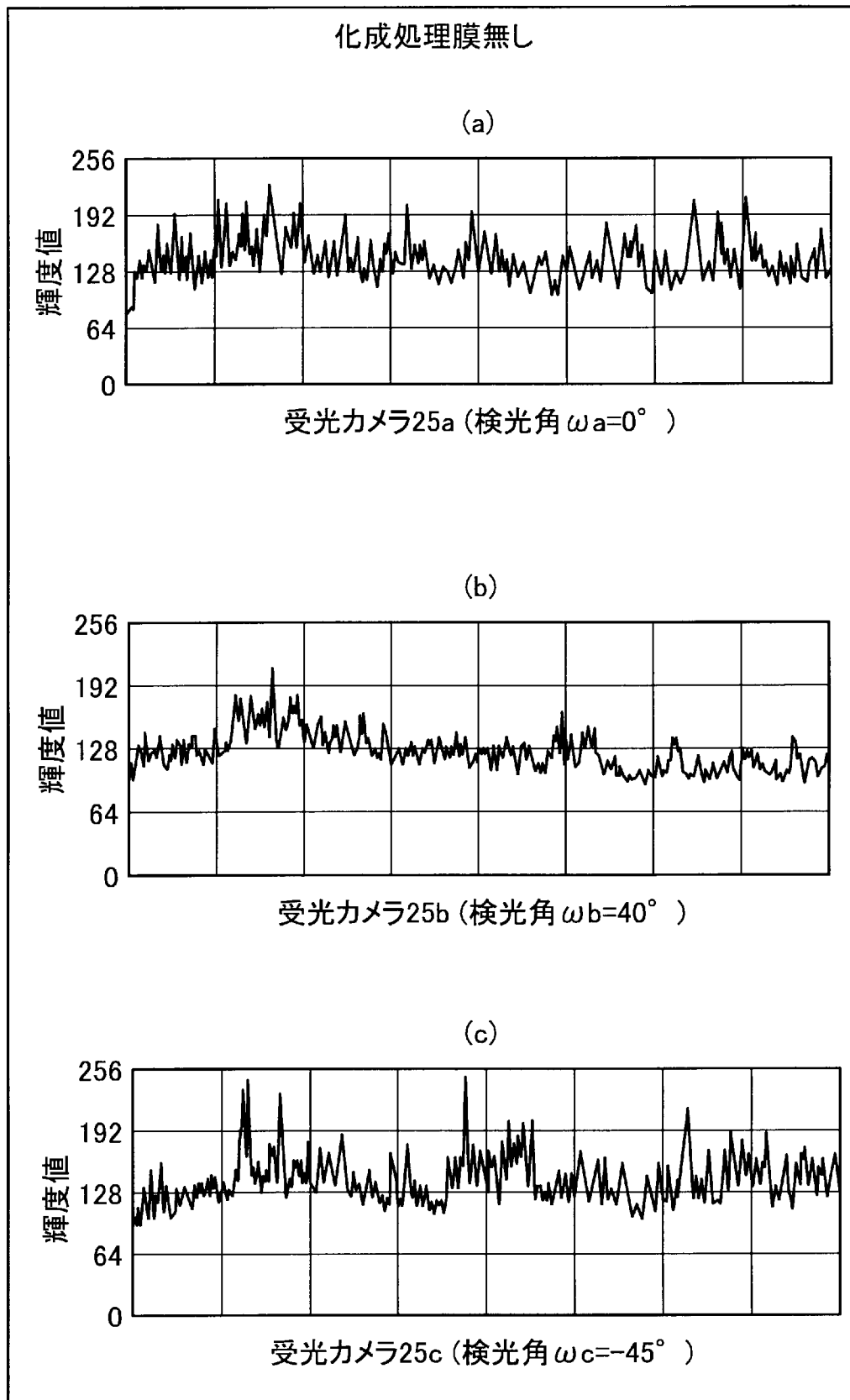
[図6]



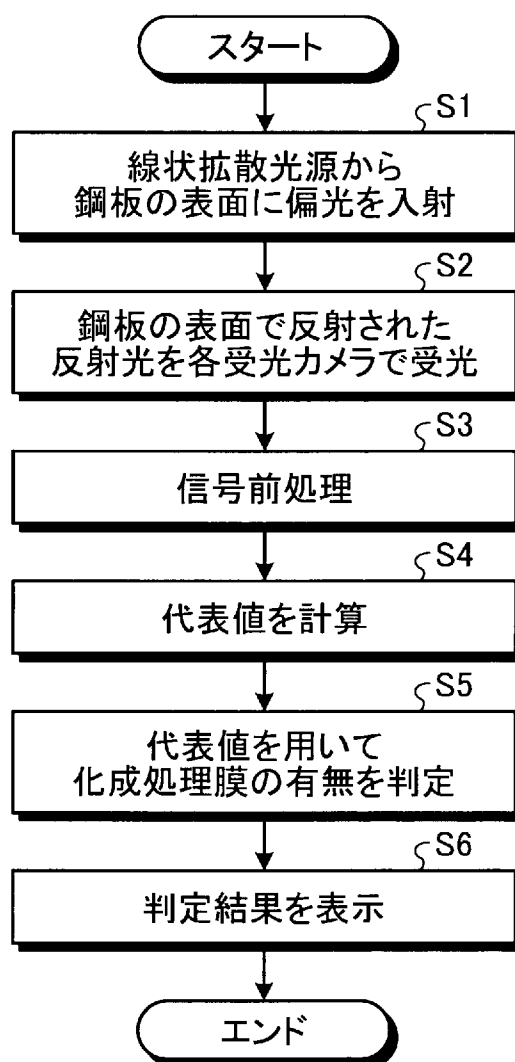
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/003028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N21/89 (2006.01) i, G01N21/892 (2006.01) i
FI: G01N21/89 H, G01N21/892 B

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)

Int. Cl. G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30, G01N21/17-21/61

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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	WO 92/14119 A1 (NKK CORP.) 20 August 1992, pages 15-17, page 20, fig. 1	1, 3-6
Y	JP 2012-63275 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 29 March 2012, paragraphs [0013]-[0015], [0049], fig. 1, 2, 11, 12	1-6
Y	JP 11-183398 A (NKK CORP.) 09 July 1999, paragraphs [0018]-[0020], [0093]-[0103], fig. 1, 2	1-6
A	JP 8-54353 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 27 February 1996	1-6
A	JP 2005-221391 A (JFE STEEL CORP.) 18 August 2005	1-6



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
31.03.2020

Date of mailing of the international search report
07.04.2020

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/JP2020/003028

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/0230720 A1 (SHELLEY, Paul H.) 18 December 2003	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/003028

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 92/14119 A1	20.08.1992	JP 2502443 B2 US 5438415 A columns 10, 11, 13, fig. 1 EP 527230 A1 DE 69211247 C KR 10-1996-0010675 B (Family: none)	
JP 2012-63275 A	29.03.2012	(Family: none)	
JP 11-183398 A	09.07.1999	(Family: none)	
JP 8-54353 A	27.02.1996	(Family: none)	
JP 2005-221391 A	18.08.2005	(Family: none)	
US 2003/0230720 A1	18.12.2003	US 2003/0232448 A1 WO 2003/106982 A1 WO 2004/061438 A1 AU 2003245452 A AU 2003295854 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/89(2006.01)i; G01N 21/892(2006.01)i FI: G01N21/89 H; G01N21/892 B		
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）） G01N21/84-21/958; G01B11/00-11/30; G01N21/17-21/61		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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	WO 92/14119 A1（日本鋼管株式会社）20.08.1992（1992-08-20） 第15-17頁、第20頁、第1図	1,3-6
Y	JP 2012-63275 A（トヨタ自動車株式会社）29.03.2012（2012-03-29） 段落[0013]-[0015]、[0049]、図1-2、11-12	1-6
Y	JP 11-183398 A（日本鋼管株式会社）09.07.1999（1999-07-09） 段落[0018]-[0020]、[0093]-[0103]、図1-2	1-6
A	JP 8-54353 A（川崎製鉄株式会社）27.02.1996（1996-02-27）	1-6
A	JP 2005-221391 A（JFEスチール株式会社）18.08.2005（2005-08-18）	1-6
A	US 2003/0230720 A1（SHELLEY, Paul H.）18.12.2003（2003-12-18）	1-6
☐ 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		
国際調査を完了した日 31.03.2020		国際調査報告の発送日 07.04.2020
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） 越柴 洋哉 2W 4462 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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/JP2020/003028

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	92/14119	A1	20.08.1992	JP	2502443	B2	
				US	5438415	A	
				第 1 0 - 1 1 欄、第 1 3 欄、第 1 図			
				EP	527230	A1	
				DE	69211247	C	
				KR	10-1996-0010675	B	
JP	2012-63275	A	29.03.2012	(ファミリーなし)			
JP	11-183398	A	09.07.1999	(ファミリーなし)			
JP	8-54353	A	27.02.1996	(ファミリーなし)			
JP	2005-221391	A	18.08.2005	(ファミリーなし)			
US	2003/0230720	A1	18.12.2003	US	2003/0232448	A1	
				WO	2003/106982	A1	
				WO	2004/061438	A1	
				AU	2003245452	A	
				AU	2003295854	A	