

(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
2017 年 10 月 12 日(12.10.2017)



(10) 国際公開番号

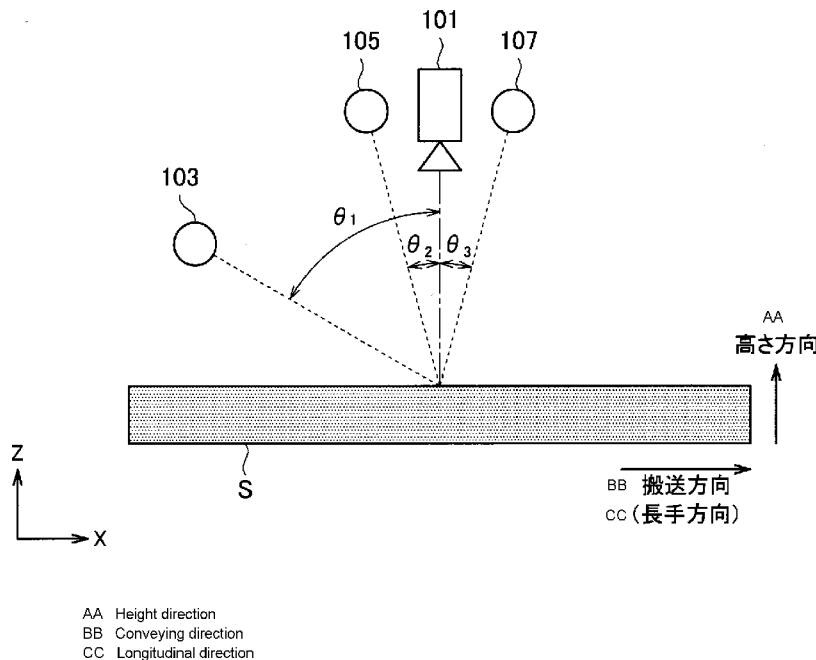
WO 2017/175367 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/892 (2006.01) *G01B 11/30* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061490
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 8 日(08.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 赤木 俊夫(AKAGI, Toshio); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 今野 雄介(KONNO, Yusuke); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 山地 宏尚(YAMAJI, Hironao); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 梅村 純(UMEMURA, Jun); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 亀谷 美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.); 〒1600004 東京都新宿区四谷 3-1-3 第一富澤ビル はづき国際特許事務所 四谷オフィス 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: METAL-BODY SURFACE STATE MONITORING DEVICE AND METHOD FOR MONITORING METAL-BODY SURFACE STATE

(54) 発明の名称: 金属体の表面状態監視装置及び金属体の表面状態監視方法



(57) Abstract: [Problem] To monitor, in a metal-body surface, a region that has a specific hue and a region that does not have the specific hue and in which the surface roughness has been changed. [Solution] The present invention is provided with: a line sensor camera in which an optical axis thereof is substantially parallel to a normal direction of a metal-body surface; a measuring device that has first, second, and third illumination light sources that irradiate the metal-body surface with band-like illumination light beams and that separately measures individual reflected light beams of the three radiated illumination light beams; and a computational processing device that performs computation of surface state monitoring information on the basis of the luminances of the reflected light beams. The second and third illumination light sources are disposed so that a second angle and a third angle formed between the optical axes of the respective light sources and the optical axis of the line sensor camera become substantially equal to each other, and the first illumination light source is disposed so that a first angle formed between the optical axis of

the line sensor camera and the optical axis of the first illumination light source becomes greater than the second angle. The computational processing device computes information about the hue of the metal-body surface on the basis of the luminance of the reflected light beam of the first illumination light beam and information about the surface roughness of the metal body on the basis of the luminances of the respective reflected light beams of the second and third illumination light beams.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/175367 A1



PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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).

- (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,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】金属体表面の、特定の色相を持つ領域と、特定の色相を持たず、表面の粗さが変化している領域とを監視する。【解決手段】光軸が金属体表面の法線方向と略平行なラインセンサカメラと、金属体表面に帯状の照明光を照射する第 1、第 2 及び第 3 の照明光源とを有し、照射した 3 つの照明光の各反射光を各々区別して測定する測定装置と、反射光の輝度値に基づき表面状態監視情報を演算する演算処理装置とを備える。第 2 及び第 3 の照明光源は、各光軸とラインセンサカメラの光軸とがなす、第 2 の角度と第 3 の角度とが略等しくなるように配設され、第 1 の照明光源は、ラインセンサカメラの光軸と第 1 の照明光源の光軸とがなす第 1 の角度が第 2 の角度より大きくなるように配設される。演算処理装置は、第 1 の照明光の反射光の輝度値から金属体表面の色相に関する情報と、第 2 及び第 3 の照明光の各反射光の輝度値から金属体の表面粗さに関する情報とを演算する。

明 細 書

発明の名称：

金属体の表面状態監視装置及び金属体の表面状態監視方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属体の表面状態を監視する金属体の表面状態監視装置及び金属体の表面状態監視方法に関する。

背景技術

[0002] 測定対象物の表面状態を測定する方法の一つに、レーザ光等を利用した照明光を用い、照明光の測定対象物からの反射光を撮像することで、測定対象物の表面状態を測定する方法がある。例えば、測定対象物が鋼板である場合、製品品質を損なう恐れのある表面異常を監視するために、表面状態の測定が行われる。

[0003] 測定する表面異常には、モニタに映し出された映像の目視検査では見逃してしまうような微小な表面異常と、通板中に目視で監視可能な広がりをもった大きな表面異常とがある。ここで、大きな表面異常には、例えば、黄変、テンパーカラー等があり、区別すべき異常が多く存在する。一方、微小な表面異常には、例えば表面粗さが変化する肌荒れ、スケール残り等がある。これらの表面異常を区別して監視するため、例えば特許文献1には、鋼板表面に第1帯状光および白色光からなる第2帯状光を照射し、第1帯状光の反射像をグレー画像で撮像して微小疵を検出し、第2帯状光の反射像をグレー画像より低分解能のカラー画像で撮像して面状疵を検出し、色相により面状疵の種類を判別する、鋼板の疵検査方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-138417号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記特許文献1では、面状疵以外の疵をグレー画像で検出するため、例えば、表面に特定の色相が現れている領域内に表面粗さが変化した表面異常が現れている場合、表面粗さが変化した表面異常のコントラストが低下して、当該異常を検出できない恐れがある。

[0006] そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、金属体の表面において、特定の色相を持つ領域と、特定の色相を持たず、表面の粗さが変化している領域とを監視することが可能な、新規かつ改良された金属体の表面状態監視装置及び金属体の表面状態監視方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、金属体の表面に対して3つの照明光を照射し、前記金属体の表面からの前記照明光の反射光をそれぞれ区別して測定する測定装置と、前記測定装置による前記反射光の輝度値に基づいて、前記金属体の表面状態の監視に用いられる表面状態監視情報を演算する演算処理装置と、を備え、前記測定装置は、前記金属体の表面からの前記照明光の反射光をそれぞれ区別して測定可能なカラーラインセンサカメラと、前記金属体の表面に対して帯状の照明光をそれぞれ照射する第1の照明光源、第2の照明光源、及び第3の照明光源と、を有し、前記カラーラインセンサカメラは、光軸が前記金属体の表面の法線方向に対して略平行となるように配設され、前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源は、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第2の照明光源の光軸とがなす第2の角度と、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第3の照明光源の光軸とがなす第3の角度とが、略等しくなるように配設され、前記第1の照明光源は、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第1の照明光源の光軸とがなす第1の角度が、前記第2の角度及び前記第3の角度と異なるように配設され、前記演算処理装置は、前記第1の照明光の反射光の輝度値、前記第2の照明光の反射光の輝度値、及び前記第3の照明光の反射光の輝度値に基づいて、前記表面状態監視情報として、金属体の表面の色相に關す

る第1の情報、及び、金属体の表面粗さに関する第2の情報を演算し、前記金属体の表面の色相に関する前記第1の情報、及び、前記金属体の表面粗さに関する前記第2の情報に基づき前記金属体の表面状態を判定する、金属体の表面状態監視装置が提供される。

[0008] 前記第1の照明光源、前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源は、前記第1の角度が前記第2の角度及び前記第3の角度より大きくなるように配設されてもよい。

[0009] 前記第1の照明光源の色は、光の3原色である、赤、緑、青のうち、前記金属体の表面異常部から測定される色相の補色に最も近い色が選定され、
前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源の色は、赤、緑、青のうち、第1の照明光源の色以外の2色が選定されてもよい。

[0010] このとき、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記金属体の表面の法線方向とがなす角度は 5° 以下であり、前記第1の角度は 45° 以上であり、前記第2の角度及び前記第3の角度は 3° 以上 30° 以下としてもよい。

[0011] また、前記第1の照明光源、前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源は、前記第1の角度が前記第2の角度及び前記第3の角度より小さくなるように配設されてもよい。

[0012] このとき、前記第1の照明光源の色は、光の3原色である、赤、緑、青のうち、前記金属体の表面異常部から測定される色相に最も近い色が選定され、前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源の色は、赤、緑、青のうち、第1の照明光源の色以外の2色が選定されてもよい。

[0013] このとき、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記金属体の表面の法線方向とがなす角度は 5° 以下であり、前記第1の角度は 3° 以上 30° 以下であり、前記第2の角度及び前記第3の角度は 45° 以上としてもよい。

[0014] 前記第1の照明光源、前記第2の照明光源、及び前記第3の照明光源は、光の3原色である、赤、緑、青から選択され、前記第1の照明光の色を赤とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（青・緑）とする組み合わせ、前記第1の照明光の色を青とし、前記第2の照明光及び

前記第3の照明光の色の組み合わせを（赤・緑）とする組み合わせ、又は、前記第1の照明光の色を緑とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（赤・青）とする組み合わせの何れかとなるように、それぞれ異なる色としてもよい。

[0015] また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、光軸が金属体の表面の法線方向に対して略平行となるように配設され、前記金属体の表面に対して照射された照明光の反射光をそれぞれ区別して測定可能なカラーラインセンサカメラと、金属体の表面に対して帯状の照明光をそれぞれ照射する第1の照明光源、第2の照明光源、及び第3の照明光源とを有する測定装置を用いて、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第2の照明光源の光軸とがなす第2の角度と、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第3の照明光源の光軸とがなす第3の角度とが、略等しくなるように配設された前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源と、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第1の照明光源の光軸とがなす第1の角度が、前記第2の角度及び前記第3の角度と異なるように配設された前記第1の照明光源とにより、前記金属体の表面に対して照明光をそれぞれ照射して、前記金属体の表面からの前記照明光の反射光をそれぞれ区別して測定し、前記測定装置による前記反射光の輝度値に基づいて前記金属体の表面状態の監視に用いられる表面状態監視情報を演算する演算処理装置により、前記第1の照明光の反射光の輝度値、前記第2の照明光の反射光の輝度値、及び前記第3の照明光の反射光の輝度値に基づいて、前記表面状態監視情報として、金属体の表面の色相に関する第1の情報、及び、金属体の表面粗さに関する第2の情報を演算し、前記金属体の表面の色相に関する前記第1の情報、及び、前記金属体の表面粗さに関する前記第2の情報に基づき前記金属体の表面状態を判定する、金属体の表面状態監視方法が提供される。

発明の効果

[0016] 以上説明したように本発明によれば、金属体の表面において、特定の色相を持つ領域と、特定の色相を持たず、表面の粗さが変化している領域とを監

視することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第1の実施形態に係る表面状態監視装置の一構成例を示す説明図である。

[図2]同実施形態に係る表面状態監視装置を構成する測定装置の一構成例を模式的に示す説明図であって、金属体を側面から見た状態を示す。

[図3]図2の平面図である。

[図4]同実施形態に係る演算処理装置の全体構成の一例を示すブロック図である。

[図5]同実施形態に係るデータ処理部の構成の一例を示すブロック図である。

[図6]同実施形態に係る表面状態監視方法の一例を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第2の実施形態に係る表面状態監視装置を構成する測定装置の一構成例を模式的に示す説明図であって、金属体を側面から見た状態を示す。

[図8]本発明の各実施形態に係る演算処理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図9]演算処理装置により取得された色相変化監視画像及び粗さ変化監視用画像より特定された色相変化領域及び粗さ変化領域の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0019] <1. 第1の実施形態>

[1-1. 表面状態監視装置の概要]

まず、図1を参照しながら、本発明の第1の実施形態に係る金属体の表面

状態監視装置（以下、単に「表面状態監視装置」ともいう。）１０の概要を説明する。図１は、本実施形態に係る表面状態監視装置１０の一構成例を示す説明図である。なお、以下の説明において、金属体Ｓは、搬送ライン（図示せず。）上を所定の方角に向かつて搬送されているものとし、金属体Ｓの搬送方角は金属体Ｓの長手方角に対するものとする。

[0020] 本実施形態に係る表面状態監視装置１０は、所定の場所に載置されている鋼板や所定の搬送ライン上を搬送される鋼板等といった、各種の金属体Ｓの表面状態（例えば、色相や表面粗さ）を監視する装置である。

[0021] ここで、金属体Ｓのマクロな形状は特に限定されるものではなく、例えば、スラブやビレットといった板状のものであってもよく、金属板が巻き取られたコイル状のものであってもよい。また、金属体Ｓの成分も特に限定されるものではなく、鉄元素を主成分とする各種の鋼であってもよく、鉄と他の金属元素との各種合金であってもよいし、各種の非鉄金属であってもよい。

[0022] 本実施形態に係る表面状態監視装置１０は、図１に示すように、測定装置１００と、演算処理装置２００と、を主に備える。

[0023] 測定装置１００は、演算処理装置２００による制御のもとで、金属体Ｓ（より詳細には、金属体Ｓの表面）に対して３種類の照明光を照射するとともに、当該照明光の金属体Ｓ（より詳細には、金属体Ｓの表面）からの反射光をそれぞれ区別して測定して、反射光の輝度値に関するデータを生成する。測定装置１００は、生成した反射光の輝度値に関するデータを、演算処理装置２００に対して出力する。

[0024] 演算処理装置２００は、測定装置１００による金属体Ｓの測定処理を制御する。また、演算処理装置２００は、測定装置１００により生成された反射光の輝度値に関するデータを取得し、取得した輝度値に関するデータに対してデータ処理を行い、金属体Ｓの表面状態を監視するために用いられる各種の情報を算出する。金属体Ｓの表面状態とは、例えば、金属体Ｓの色相や表面粗さ等である。以下では、金属体Ｓの表面状態監視に用いられる各種の情報を、まとめて「表面状態監視情報」と称する。演算処理装置２００によっ

て算出される表面状態監視情報としては、例えば、金属体Sの表面の色相に関する情報や、金属体Sの表面粗さに関する情報等がある。

[0025] 測定装置100による金属体Sの測定処理や、演算処理装置200による表面状態監視情報の算出処理は、金属体Sの搬送にあわせてリアルタイムに実施することが可能である。表面状態監視装置10の使用者は、表面状態監視装置10（より詳細には、演算処理装置200）から出力される監視結果に着目することで、金属体Sの表面状態をリアルタイムに把握して監視することが可能となる。また、表面状態監視装置10により、演算した表面状態監視情報に基づいて、自動的に金属体Sの表面状態を判定することも可能である。以下、測定装置100及び演算処理装置200について、それぞれ詳述する。

[0026] [1-2. 表面状態監視装置の構成]

(a) 測定装置

まず、図2及び図3を参照しながら、本実施形態に係る測定装置100について、詳細に説明する。なお、図2は、本実施形態に係る表面状態監視装置10を構成する測定装置100の一構成例を模式的に示す説明図であって、金属体Sを側面から見た状態を示す。図3は、図2の平面図である。

[0027] 本実施形態に係る測定装置100は、図2及び図3に示すように、カラーラインセンサカメラ101と、第1の照明光源103と、第2の照明光源105と、第3の照明光源107とを有している。カラーラインセンサカメラ101、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107は、これらの設定位置が変化しないように、公知の手段により固定されている。

[0028] (カラーラインセンサカメラ)

カラーラインセンサカメラ101は、1次元のライン単位で画像を撮像する撮像装置である。カラーラインセンサカメラ101としては、例えば、3CCD方式等の、公知のカラーラインセンサカメラを使用することが可能である。カラーラインセンサカメラ101により、第1の照明光、第2の照明

光、及び第3の照明光の反射光に含まれる様々な波長成分（例えば、R成分、G成分、B成分）の大きさを、それぞれ独立して同時に測定することが可能となる。なお、波長成分については、R成分（赤色成分）は、例えば波長600～700nmの光に対応する成分を指し、G成分（緑色成分）は、例えば波長500～560nmの光に対応する成分を指し、B成分（青色成分）は、例えば波長430nm～500nmの光に対応する成分を指す。

[0029] カラーラインセンサカメラ101は、その光軸が金属体Sの表面（以下、「金属体表面」ともいう。）に対して垂直となるように、金属体Sの上方（Z軸正方向側）に配設されている。カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光源103から照射された第1の照明光、第2の照明光源105から照射された第2の照明光、及び第3の照明光源107から照射された第3の照明光の金属体表面での反射光をそれぞれ区別して測定する。これにより、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光の金属体表面での反射光の強度を示すデータ（すなわち、反射光の輝度値を示すデータ）を特定することができる。金属体Sが例えば一定距離搬送される毎にカラーラインセンサカメラ101で金属体表面を撮像する結果、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光の金属体表面での反射光、第2の照明光の金属体表面での反射光、及び第3の照明光の金属体表面での反射光、それぞれについての搬送方向及び幅方向（図1のXY平面内）の分布を特定することができる。

[0030] カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光の反射光の輝度値をそれぞれ区別して測定すると、得られた測定結果に対応するデータ（反射光の輝度値に関するデータ）を生成して、後述する演算処理装置200に出力する。

[0031] （照明光源）

本実施形態に係る測定装置100は、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107の、3つの照明光源を備える。各照明光源103、105、107は、金属体Sの表面に対して、それぞれ第1

の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光を照射する。第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光は、中心波長がそれぞれ異なる光である。これらの照明光の強度（輝度値）は、カラーラインセンサカメラ101によりそれぞれ独立して測定することができる。第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光を区別して測定可能とすることで、カラーラインセンサカメラ101が測定した反射光の輝度値の分布が、第1の照明光、第2の照明光、又は第3の照明光のいずれに対応するものなのかを、容易に特定することが可能となる。

[0032] 第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107は、例えば図3に示すように、金属体Sの幅方向のほぼ全域にわたって照明光を照射可能に構成される。このようなものであれば、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107として、任意の光源を利用することが可能である。例えば、各照明光源は、棒状のLED照明であってもよく、レーザ光をロッドレンズ等により線状に広げた構成の照明であってもよい。また、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107に利用する可視光光源としては、単波長のレーザ光やLEDを用いてもよく、連続スペクトルを有する光源を用いてもよい。

[0033] 第1の照明光源103は、金属体表面の色相に関する第1の情報を取得するために設けられる。金属体表面に発生する表面異常として、金属体表面に色相の変化が広く発生する場合がある。このような表面異常としては、例えば、鋼板の酸洗プロセスにおいて発生する黄変や、ステンレス鋼板の製造プロセスにおいて発生するテンパーカラー等がある。第1の照明光源103には、このような金属体表面に広く発生する色相の変化を感度良く監視するため、以下のような光源を用い、配設するのが望ましい。

[0034] まず、第1の照明光源103の波長は、金属体表面から監視する色相の補色に対応する波長帯域から選定される。これにより、金属体表面に発生した色相の変化を精度よく監視することが可能となる。

[0035] また、第1の照明光源103は、金属体表面に対して低角度から照明光を

入射させるように配置される。すなわち、第1の照明光源103の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角度（第1の角度： θ_1 ）が 45° 以上となるように、第1の照明光源103は設けられる。なお、角度 θ_1 は、後述する第2の照明光源105の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角度（第2の角度： θ_2 ）及び第3の照明光源107の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角度（第3の角度： θ_3 ）よりも大きい角度に設定される。

[0036] このように第1の照明光源103を配設することで、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光源103の照明光の反射光を、正反射方向から離れた位置で測定することになる。したがって、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光の反射光を、正反射成分の少ない乱反射測定データとして取得する。正反射から離れた位置で測定されたデータには色の濃さ（すなわち、色彩）が強く現れるので、画像のコントラストを高めることができ、結果として、色相の変化の監視感度を高めることが可能となる。

[0037] 一方、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は、金属体Sの表面粗さに関する第2の情報を取得するために設けられる。例えば酸洗プロセスにおいて過酸洗により発生する肌荒れや、酸洗不足により発生するスケール残り等のように、金属体表面には、特定の色相を持たず、表面粗さが増加している領域がある。第2の照明光源105及び第3の照明光源107には、このような金属体表面の表面粗さの変化を感度良く監視するため、以下のような光源を用い、配設するのが望ましい。

[0038] まず、第2の照明光源105及び第3の照明光源107の波長は、第1の照明光源103の波長帯域以外から選定される。このとき、第2の照明光源105及び第3の照明光源107の波長は、互いに異なる波長とする。

[0039] また、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は、金属体表面に対して高い角度から照明光を入射させるように配置される。より具体的には、図2に示すように、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は、カラーラインセンサカメラ101の光軸に対して対称に配設される。すなわ

ち、第2の照明光源105の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角度（第2の角度）を θ_2 、第3の照明光源107の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角度（第3の角度）を θ_3 とすると、第2の角度 θ_2 と第3の角度 θ_3 とは略等しくなる。

[0040] ここで、第2の角度 θ_2 と第3の角度 θ_3 との角度差 $|\theta_2 - \theta_3|$ は、例えば、 10° 以内であることが好ましい。このような範囲の角度差であれば、金属体表面に発生した色相の変化による影響を受けにくい画像が得られやすい。

[0041] このとき、第2の照明光及び第3の照明光が正反射に近い状態で測定されるよう、第2の照明光源105及び第3の照明光源107の各光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角の大きさが、光源の設置上の制約が存在しない範囲でなるべく小さくなるように、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は配設される。例えば、第2の角度 θ_2 及び第3の角度 θ_3 は、 3° 以上 30° 以下となるように、それぞれ設定される。これにより、カラーラインセンサカメラ101は、第2の照明光の反射光及び第3の照明光の反射光を、正反射に近い正反射測定データとして取得することができる。正反射に近い条件で測定されたデータには金属体の表面粗さの変化が明確に現れるため、表面粗さの変化を感度良く監視することが可能となる。

[0042] 図2及び図3に示すように、カラーラインセンサカメラ101、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107を配設することにより、金属体表面の状態を監視することが可能となる。すなわち、金属体表面に色相の変化がある場合には、第1の照明光の反射光の輝度値に変化が生じる。また、第2の照明光の反射光及び第3の照明光の反射光により、金属体表面の色相の変化に影響を受けにくい状態で、表面粗さの変化を感度良く監視できる。

[0043] 以上、本実施形態に係る測定装置100の構成について説明した。図2及び図3では、搬送方向の上流側に第1の照明光源103及び第2の照明光源105が配設され、搬送方向の下流側に第3の照明光源107が配設される

場合について示したが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、搬送方向の上流側に第3の照明光源107が配設され、下流側に第1の照明光源103及び第2の照明光源105が配設されてもよい。

[0044] (b) 演算処理装置

次に、図4及び図5に基づいて、本実施形態に係る表面状態監視装置10が備える演算処理装置200の構成について、詳細に説明する。なお、図4は、本実施形態に係る演算処理装置200の全体構成の一例を示すブロック図である。図5は、本実施形態に係るデータ処理部205の構成の一例を示すブロック図である。

[0045] 本実施形態に係る演算処理装置200は、測定装置100による反射光の輝度値に基づいて、金属体Sの表面状態の監視に用いられる表面状態監視情報を算出する装置である。演算処理装置200では、かかる表面状態監視情報として、金属体の表面の色相に関する第1の情報、及び、金属体の表面粗さに関する第2の情報が少なくとも演算される。

[0046] この演算処理装置200は、図4に示すように、データ取得部201と、測定制御部203と、データ処理部205と、表示制御部207と、記憶部209と、を主に備える。

[0047] (データ取得部)

データ取得部201は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、通信装置等により実現される。データ取得部201は、測定装置100によって生成され、測定装置100から出力された反射光の輝度値に関するデータを取得し、後述するデータ処理部205へと伝送する。また、データ取得部201は、取得した反射光の輝度値に関するデータに、当該データを取得した日時等に関する時刻情報を紐づけて、履歴情報として後述する記憶部209に格納してもよい。

[0048] (測定制御部)

測定制御部203は、CPU、ROM、RAM、通信装置等により実現される。測定制御部203は、本実施形態に係る測定装置100による金属体Sの測定制御を実施する。より詳細には、測定制御部203は、金属体Sの測定を開始する場合に、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107に対して、照明光の照射を開始させるための制御信号を送出する。

[0049] また、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107が金属体Sの表面に対して各照明光の照射を開始すると、測定制御部203は、金属体Sと測定装置100との間の相対的な位置を変化させる駆動機構等から定期的に出送されるPLG信号（例えば、金属体Sが1mm移動する毎等に出力されるPLG信号）に基づいて、カラーラインセンサカメラ101に対して測定を開始するためのトリガ信号を送出する。

[0050] これにより、測定装置100は、金属体Sの搬送方向の各位置における測定データ（反射光の輝度値に関するデータ）を生成することが可能となる。

[0051] （データ処理部）

データ処理部205は、例えば、CPU、ROM、RAM、通信装置等により実現される。データ処理部205は、測定装置100により生成された反射光の輝度値に関するデータを利用して、各反射光の輝度値に関するデータに対して後述するデータ処理を行い、金属体Sの表面状態の監視に用いられる表面状態監視情報を算出する。

[0052] より詳細に説明すると、本実施形態に係るデータ処理部205は、例えば図5に示すように、測定値前処理部221と、測定値処理部223と、表面状態判定部225と、結果出力部233と、を備える。

[0053] 測定値前処理部221は、第2の照明光の反射光の輝度値と第3の照明光の反射光の輝度値との和を算出する処理部であり、例えば、CPU、ROM、RAM等により実現される。測定値前処理部221は、データ取得部201が取得した第2の照明光の反射光の測定値に関するデータ（以下、「第2の照明光の測定データ」とする。）と、第3の照明光の反射光の測定値に関

するデータ（以下、「第3の照明光の測定データ」とする。）とのうち、少なくともいずれか一方に所定の係数を乗じた上で、第2の照明光の測定データと第3の照明光の測定データとの和を算出する。

[0054] ここで、上記の係数は、金属体Sの特定の色相を持つ異常部が発生している領域と発生していない領域を測定したときに、第2の照明光の測定データと第3の照明光の測定データとの和の値が、2つの領域において最も差が小さくなるように、予め定数の値を決定しておけばよい。

[0055] 上記の係数を乗じる対象データは、第2の照明光の測定データであってもよく、第3の照明光の測定データであってもよく、第2の照明光の測定データ及び第3の照明光の測定データの双方であってもよい。

[0056] より具体的に説明すると、便宜的に、第2の照明光の測定データを D_2 と表し、第3の照明光の測定データを D_3 と表したとき、測定値前処理部221は、 $(D_1 + k_a \times D_2)$ 又は $(k_a \times D_2 + D_1)$ という前処理演算を行ってもよく、 $(k_b \times D_1 + D_2)$ 又は $(D_2 + k_b \times D_1)$ という前処理演算を行ってもよい。なお、係数 k_a 、 k_b は上記のようにして事前に決定し、記憶部209等に格納されているとする。あるいは、測定値前処理部221は、 $(k_c \times D_1 + k_d \times D_2)$ 又は $(k_d \times D_2 + k_c \times D_1)$ という前処理演算を行ってもよい。係数 k_c 、 k_d は、同様に上記のようにして事前に決定し、記憶部209等に格納されているとする。

[0057] 以上のような所定の係数を乗じた後に和を算出する前処理演算を行うことで、測定値前処理部221は、金属体Sの表面全体についての和の値のデータ群（換言すれば、和の値に関するマップデータ）を得ることができる。このようにして得られる和の値のデータ群が、金属体Sの表面状態として、表面粗さの変化を監視する際に用いられる監視処理対象画像（以下、「粗さ変化監視用画像」ともいう。）となる。測定値前処理部221は、このようにして得られた和の値のデータ群（粗さ変化監視用画像）を、測定値処理部223に出力する。

[0058] 測定値前処理部221により上述の測定値に対する前処理を行うことで、

特定の色相を持つ異常部が発生している領域においても、表面粗さの変化を精度よく測定することが可能となる。

[0059] 測定値処理部 223 は、第 1 の照明光の反射光の測定値に関するデータ（以下、「第 1 の照明光の測定データ」とする。）のデータ群、及び、測定値前処理部 221 により算出された和の値のデータ群（粗さ変化監視用画像）を参照し、これらのデータ群に対して所定の画像処理を行う。測定値処理部 223 は、CPU、ROM、RAM 等により実現される。

[0060] 第 1 の照明光の測定データのデータ群は、金属体 S の表面状態として、金属体表面の色相の変化を監視する際に用いられる監視処理対象画像（以下、「色相変化監視用画像」ともいう。）となる。測定値処理部 223 は、色相変化監視用画像及び測定値前処理部 221 により算出された粗さ変化監視用画像を、それぞれに対して所定の画像処理を行い、各画像の処理データを表面状態判定部 225 に出力する。なお、画像処理する際に用いられる各種のパラメータ値は、特に限定されるものではなく、例えば、過去の操業データ等を解析することで適宜決定することが可能である。

[0061] 表面状態判定部 225 は、測定値処理部 223 が出力した色相変化監視用画像及び粗さ変化監視用画像の処理データに基づいて、金属体 S の表面状態を判定する。表面状態判定部 225 は、例えば、CPU、ROM、RAM 等により実現される。

[0062] 表面状態判定部 225 は、図 5 に示すように、特徴量抽出部 229 及び判定部 231 を有しており、これらの処理部が連携して機能することにより、処理データから金属体 S の表面状態を判定する。これらの処理部が実施する処理の内容については、特に限定されるものではなく、公知の表面状態判定処理の手法を適用することが可能である。

[0063] 特徴量抽出部 229 は、測定値処理部 223 から出力された色相変化監視用画像及び粗さ変化監視用画像の処理データから、一定範囲毎の平均値、分散値など、画像の変化を特徴づける公知の特徴量を抽出する。特徴量抽出部 229 は、抽出した特徴量を判定部 231 に出力する。

[0064] 判定部231は、予め記憶部209に格納されている、表面異常の種別と特徴量との対応関係を示したデータベース等を参照して、表面異常が処理領域に存在するか否かを判定する。

[0065] 判定部231は、金属帯Sの表面に存在する異常を検出し、検出された表面異常毎に、例えば表面異常の有害度を特定することが可能となる。判定部231は、表面異常の判定結果を結果出力部233に出力する。

[0066] 結果出力部233は、判定部231から出力された表面異常の判定結果に関する情報を、表示制御部207に出力する。これにより、金属帯Sの表面に存在する異常に関する情報が、表示部（図示せず。）に出力されることとなる。また、結果出力部233は、得られた判定結果を、製造管理用プロコン等の外部の装置に出力してもよく、得られた判定結果を利用して、製品の異常帳票を作成してもよい。また、結果出力部233は、表面異常の判定結果に関する情報を、当該情報を算出した日時等に関する時刻情報と関連づけて、記憶部209等に履歴情報として格納してもよい。

[0067] 以上の機能を備えるデータ処理部205は、表面状態判定情報の算出処理を終了すると、得られた処理結果に関する情報を、表示制御部207に伝送する。

[0068] （表示制御部）

表示制御部207は、例えば、CPU、ROM、RAM、出力装置等により実現される。表示制御部207は、データ処理部205から伝送された、金属体Sに関する表面状態判定情報の算出結果を含む各種の処理結果を、演算処理装置200が備えるディスプレイ等の出力装置や演算処理装置200の外部に設けられた出力装置等に表示する際の表示制御を行う。これにより、表面状態監視装置10の利用者は、金属体Sについての表面状態判定情報等といった各種の処理結果を、その場で把握することが可能となる。

[0069] （記憶部）

記憶部209は、例えば本実施形態に係る演算処理装置200が備えるRAMやストレージ装置等により実現される。記憶部209には、本実施形態

に係る演算処理装置 200 が、何らかの処理を行う際に保存する必要が生じた様々なパラメータや処理の途中経過等、又は、各種のデータベースやプログラム等が、適宜記録される。この記憶部 209 に対し、データ取得部 201、測定制御部 203、データ処理部 205、表示制御部 207 等は、自由にデータのリード／ライト処理を行うことが可能である。

[0070] 以上、本実施形態に係る演算処理装置 200 の機能の一例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材や回路を用いて構成されていてもよいし、各構成要素の機能に特化したハードウェアにより構成されていてもよい。また、各構成要素の機能を、CPU 等が全て行ってもよい。従って、本実施形態を実施する時々の技術レベルに応じて、適宜、利用する構成を変更することが可能である。

[0071] なお、上述のような本実施形態に係る演算処理装置の各機能を実現するためのコンピュータプログラムを作製し、パーソナルコンピュータ等を実装することが可能である。また、このようなコンピュータプログラムが格納された、コンピュータで読み取り可能な記録媒体も提供することができる。記録媒体は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フラッシュメモリなどである。また、上記のコンピュータプログラムは、記録媒体を用いずに、例えばネットワークを介して配信してもよい。

[0072] [1-3. 表面状態監視方法]

図 6 を参照しながら、本実施形態に係る表面状態監視装置 10 で実施される表面状態監視方法の一例について説明する。なお、図 6 は、本実施形態に係る表面状態監視方法の一例を示すフローチャートである。

[0073] 本実施形態に係る表面状態監視装置 10 で実施される表面状態監視方法では、演算処理装置 200 の測定制御部 203 の制御下、測定装置 100 により、金属帯 S の表面の所定領域に対して 3 つの照明光を照射して、それぞれの照明光に関する測定データを生成する（ステップ S100）。測定装置 100 は、第 1 の照明光の測定データと、第 2 の照明光の測定データ及び第 3 の照明光の測定データを生成し、演算処理装置 200 に出力する。

- [0074] 次いで、演算処理装置200のデータ取得部201は、測定装置100から出力された測定データを取得すると、取得した測定データのうち、第2の照明光の測定データ及び第3の照明光の測定データを、データ処理部205の測定値前処理部221に出力する。データ処理部205は、第2の照明光の測定データ及び第3の照明光の測定データの入力を受けて、測定値前処理部221により、これらの測定データの和を算出する前処理を実施する（ステップS110）。
- [0075] ステップS110では、上述したように、第2の照明光の測定データまたは第3の照明光の測定データのうち、少なくともいずれか一方に所定の係数を乗じた上で、第2の照明光の測定データと第3の照明光の測定データとの和を算出する処理が行われる。測定値前処理部221は、得られた和の値のデータ群を、データ処理部205の測定値処理部223に出力する。
- [0076] 測定値処理部223は、ステップS120で算出された、前処理後のデータである和の値のデータ群（粗さ変化監視用画像）、及び、乱反射測定データである第1の照明光の測定データのデータ群（色相変化監視用画像）に対し、所定の処理を行う（ステップS120、S130）。測定値処理部223は、粗さ変化監視用画像を処理して、粗さ変化が生じている候補領域と特定するため処理データを算出する（ステップS120）。また、測定値処理部223は、色相変化監視用画像を処理して、色相変化が生じている候補領域と特定するため処理データを算出する（ステップS130）。測定値処理部223は、これらの処理データを、表面状態判定部225に出力する。
- [0077] そして、表面状態判定部225の特徴量抽出部229及び判定部231は、それぞれの処理データについて、上述した公知の表面異常監視処理を実施する（ステップS140）。色相変化監視用画像は乱反射測定データに基づく画像であり、当該画像からは、金属体表面において色相の変化が生じている領域を特定することができる。一方、粗さ変化監視用画像は正反射測定データに基づく画像であり、当該画像からは、金属体表面において粗さが変化している領域を特定することができる。このとき、色相変化監視用画像と粗

さ変化監視用画像とは互いに影響を及ぼすことなく、それぞれに現れる金属体表面の異常を監視することができる。表面状態判定部 225 は、判定部 231 により、得られた判定結果を結果出力部 233 に出力する。

[0078] その後、結果出力部 233 は、表面状態判定部 225 から入力された表面状態の判定結果を示したデータを、ユーザや外部に設けられた各種の機器に出力する（ステップ S150）。これにより、ユーザは、金属体 S の表面状態の監視結果を把握することが可能となる。

[0079] [1-4. まとめ]

以上、本発明の第 1 の実施形態に係る表面状態監視装置 10 の構成と、これによる表面状態監視方法について説明した。本実施形態によれば、金属体 S の表面に対して 3 つの照明光を照射し、金属体 S の表面の法線方向に対して略平行となるように配設されカラーラインセンサカメラ 101 により、各照明光の反射光をそれぞれ区別して測定する。

[0080] ここで、第 1 の照明光源 103 は、金属体の表面異常部から測定される色相の補色に対応する波長帯域の波長の光を出射する光源であり、金属体表面に対して低角度から照明光を入射させるように配設される。このような第 1 の照明光源 103 を上述のように配設することにより、カラーラインセンサカメラ 101 により取得された第 1 の照明光の測定データから金属体 S の表面の色相に関する第 1 の情報を取得することができる。

[0081] また、第 2 の照明光源 105 及び第 3 の照明光源 107 は、第 1 の照明光源 103 を用いて金属体表面から監視する色相に対応する波長帯域の波長の光を出射する光源であり、金属体表面に対して高角度から照明光を入射させるように配設される。このような第 2 の照明光源 105 及び第 3 の照明光源 107 を上述のように配設することにより、カラーラインセンサカメラ 101 により取得された第 2 の照明光の測定データ及び第 3 の照明光の測定データから、金属体 S の表面粗さに関する第 2 の情報を取得することができる。

[0082] <2. 第 2 の実施形態>

次に、図 7 に基づいて、本発明の第 2 の実施形態に係る表面状態監視装置

の構成とその作用について説明する。図 7 は、本実施形態に係る表面状態監視装置を構成する測定装置の一構成例を模式的に示す説明図であって、金属体 S を側面から見た状態を示す。

[0083] 本実施形態に係る表面状態監視装置は、第 1 の実施形態に係る表面状態監視装置 10 と比較して、3 つの照明光源の配置が相違する。以下では、第 1 の実施形態との相違点である本実施形態に係る表面状態監視装置の測定装置の構成について主として説明する。なお、第 1 の実施形態と同一である表面状態監視装置の演算処理部等、第 1 の実施形態と同一の構成及び作用については、詳細な説明を省略する。

[0084] [2-1. 測定装置の構成]

本実施形態に係る測定装置は、図 7 に示すように、カラーラインセンサカメラ 101 と、第 1 の照明光源 103 と、第 2 の照明光源 105 と、第 3 の照明光源 107 とを有している。カラーラインセンサカメラ 101、第 1 の照明光源 103、第 2 の照明光源 105、及び第 3 の照明光源 107 は、これらの設定位置が変化しないように、公知の手段により固定されている。

[0085] (カラーラインセンサカメラ)

カラーラインセンサカメラ 101 は、1 次元のライン単位で画像を撮像する撮像装置である。カラーラインセンサカメラ 101 としては、例えば、3 CCD 方式等の、公知のカラーラインセンサカメラを使用することが可能である。カラーラインセンサカメラ 101 により、第 1 の照明光、第 2 の照明光、及び第 3 の照明光の反射光に含まれる様々な波長成分（例えば、R 成分、G 成分、B 成分）の大きさを、それぞれ独立して同時に測定することが可能となる。

[0086] カラーラインセンサカメラ 101 は、その光軸が金属体表面に対して垂直となるように、金属体 S の上方（Z 軸正方向側）に配設されている。カラーラインセンサカメラ 101 は、第 1 の照明光源 103 から照射された第 1 の照明光、第 2 の照明光源 105 から照射された第 2 の照明光、及び第 3 の照明光源 107 から照射された第 3 の照明光の金属体表面での反射光をそれぞれ

れ区別して測定する。これにより、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光の金属体表面での反射光の強度を示すデータ（すなわち、反射光の輝度値を示すデータ）を特定することができる。金属体Sが例えば一定距離搬送される毎にカラーラインセンサカメラ101で金属体表面を撮像する結果、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光の金属体表面での反射光、第2の照明光の金属体表面での反射光、及び第3の照明光の金属体表面での反射光、それぞれについての搬送方向及び幅方向（図1のXY平面内）の分布を特定することができる。

[0087] カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光の反射光の輝度値をそれぞれ区別して測定すると、得られた測定結果に対応するデータ（反射光の輝度値に関するデータ）を生成して、後述する演算処理装置200に出力する。

[0088] （照明光源）

本実施形態に係る測定装置は、第1の実施形態と同様、第1の照明光源103、第2の照明光源105、及び第3の照明光源107の、3つの照明光源を備える。各照明光源103、105、107は、金属体Sの表面に対して、それぞれ第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光を照射する。

[0089] 本実施形態において、第1の照明光源103は、金属体Sの表面粗さに関する第2の情報を得るために設けられる。第1の照明光源103の波長は、金属体表面から監視する色相に対応する波長帯域から選定される。これにより、金属体表面に発生した色相の変化による影響を受けにくい状態で、精度よく表面粗さの変化を監視することが可能となる。

[0090] また、第1の照明光源103は、第1の照明光源103の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角（第1の角度： θ_1 ）の大きさが、光源の設置上の制約が存在しない範囲でなるべく小さくなるように配置される。例えば、第1の角度 θ_1 は、 3° 以上 30° 以下となるように、それぞれ設定される。これにより、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光の反射光を、正反射に近い正反射測定データとして取得することができる。

。正反射に近い条件で測定されたデータには金属体の表面粗さの変化が明確に現れるため、表面粗さの変化を感度良く監視することが可能となる。

[0091] 一方、本実施形態において、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は、金属体Sの色相に関する第1の情報を取得するために設けられる。第2の照明光源105及び第3の照明光源107の波長は、第1の照明光源103を用いて金属体表面から監視する色相の補色に対応する波長帯域から選定される。このとき、第2の照明光源105及び第3の照明光源107の波長は、異なる波長とする。これにより、金属体表面に発生した色相の変化を精度よく監視することが可能となる。

[0092] また、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は、金属体表面に対して低角度から照明光を入射させるように配置される。より具体的には、図7に示すように、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は、カラーラインセンサカメラ101の光軸に対して対称に配設される。すなわち、第2の照明光源105の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角度（第2の角度）を θ_2 、第3の照明光源107の光軸とカラーラインセンサカメラ101の光軸とのなす角度（第3の角度）を θ_3 とすると、第2の角度 θ_2 と第3の角度 θ_3 とは略等しくなる。

[0093] このとき、第2の角度 θ_2 及び第3の角度 θ_3 は、例えば、 3° 以上 30° 以下となるように、それぞれ設定される。これにより、カラーラインセンサカメラ101は、第2の照明光の反射光及び第3の照明光の反射光を、正反射成分の少ない乱反射測定データとして取得することができる。正反射から離れた位置で測定されたデータには「色の濃さ（すなわち、色彩）」が強く現れるので、画像のコントラストを高めることができ、結果として、色相の変化の監視感度を高めることが可能となる。なお、第2の角度 θ_2 及び第3の角度 θ_3 は、第1の角度 θ_1 よりも大きい角度に設定される。

[0094] このような測定装置の構成により、第1の実施形態と同様、カラーラインセンサカメラ101により、各照明光の金属体表面での反射光を、それぞれ測定する。これにより、第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光の

金属体表面での反射光の強度を示すデータ（すなわち、反射光の輝度値を示すデータ）をそれぞれ特定することができる。金属体Sが例えば一定距離搬送される毎にカラーラインセンサカメラ101で金属体表面を撮像する結果、カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光の金属体表面での反射光、第2の照明光の金属体表面での反射光、及び第3の照明光の金属体表面での反射光、それぞれについての搬送方向及び幅方向（図1のXY平面内）の分布を特定することができる。

[0095] カラーラインセンサカメラ101は、第1の照明光、第2の照明光、及び第3の照明光の反射光の輝度値をそれぞれ区別して測定すると、得られた測定結果に対応するデータ（反射光の輝度値に関するデータ）を生成して、第1の実施形態と同様、演算処理装置200に出力する。演算処理装置200は、このようにして得られた各測定データに基づき、金属体表面の状態を監視する。演算処理装置200による処理は第1の実施形態と基本的に同様とすることができる。

[0096] 但し、第2の照明光の測定データと、第3の照明光の測定データとのうち、少なくともいずれか一方に所定の係数を乗じた上で、第2の照明光の測定データと第3の照明光の測定データとの和を算出する際に、第1の実施形態とは異なり、特定の色相を持つ異常部が発生している領域と発生していない領域とを測定したときに、第2の照明光の測定データと第3の照明光の測定データとの和の値が、2つの領域において最も差が大きくなるように、予め定数の値を決定しておけばよい。

[0097] 金属体表面に色相の変化がある場合には、第2の照明光の反射光及び第3の照明光の反射光の輝度値の和に変化が生じる。また、第1の照明光の反射光により、金属体表面に色相の変化に影響を受けにくい状態で、表面粗さの変化を感度良く監視できる。

[0098] 以上、本実施形態に係る測定装置の構成について説明した。なお、図7では、搬送方向の上流側に第1の照明光源103が配設される場合について示したが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、搬送方向の下流側に第

1の照明光源103を配設してもよい。また、図7では、搬送方向の上流側に第1の照明光源103及び第2の照明光源105が配設され、搬送方向の下流側に第3の照明光源107が配設される場合について示したが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、搬送方向の上流側に第3の照明光源107が配設され、下流側に第1の照明光源103及び第2の照明光源105が配設されてもよい。

[0099] [2-2. まとめ]

本発明の第2の実施形態に係る表面状態監視装置によれば、金属体Sの表面に対して3つの照明光を照射し、各照明光の反射光をカラーラインセンサカメラにより測定する。

[0100] 第1の照明光源103は、金属体表面から監視する色相に対応する波長帯域の波長の光を出射する光源であり、金属体表面に対して高角度から照明光を入射させるように配設される。このような第1の照明光源103を上述のように配設し、金属体Sの表面の法線方向に対して略平行となるように配設されたカラーラインセンサカメラ101により取得された第1の照明光の測定データから金属体Sの表面粗さに関する第2の情報を取得することができる。

[0101] また、第2の照明光源105及び第3の照明光源107は、金属体表面から監視する色相の補色に対応する波長帯域の波長の光を出射する光源であり、金属体表面に対して低角度から照明光を入射させるように配設される。このような第2の照明光源105及び第3の照明光源107を上述のように配設し、カラーラインセンサカメラ101により取得された第2の照明光の測定データ及び第3の照明光の測定データから、金属体Sの表面の色相に関する第1の情報を取得することができる。

[0102] <3. ハードウェア構成例>

図8を参照しながら、本発明の上記実施形態に係る演算処理装置200のハードウェア構成について、詳細に説明する。図8は、本発明の各実施形態に係る演算処理装置200のハードウェア構成を示すブロック図である。

- [0103] 演算処理装置200は、主に、CPU901と、ROM903と、RAM905と、を備える。また、演算処理装置200は、更に、バス907と、入力装置909と、出力装置911と、ストレージ装置913と、ドライブ915と、接続ポート917と、通信装置919とを備える。
- [0104] CPU901は、演算処理装置および制御装置として機能し、ROM903、RAM905、ストレージ装置913、またはリムーバブル記録媒体921に記録された各種プログラムに従って、演算処理装置200内の動作全般またはその一部を制御する。ROM903は、CPU901が使用するプログラムや演算パラメータ等を記憶する。RAM905は、CPU901が使用するプログラムや、プログラムの実行において適宜変化するパラメータ等を一次記憶する。これらはCPUバス等の内部バスにより構成されるバス907により相互に接続されている。
- [0105] バス907は、ブリッジを介して、PCI (Peripheral Component Interconnect / Interface) バスなどの外部バスに接続されている。
- [0106] 入力装置909は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、スイッチおよびレバーなどユーザが操作する操作手段である。また、入力装置909は、例えば、赤外線やその他の電波を利用したリモートコントロール手段（いわゆる、リモコン）であってもよいし、演算処理装置200の操作に対応したPDA等の外部接続機器923であってもよい。さらに、入力装置909は、例えば、上記の操作手段を用いてユーザにより入力された情報に基づいて入力信号を生成し、CPU901に出力する入力制御回路などから構成されている。ユーザは、この入力装置909を操作することにより、表面状態監視装置10に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりすることができる。
- [0107] 出力装置911は、取得した情報をユーザに対して視覚的または聴覚的に通知することが可能な装置で構成される。このような装置として、CRTディスプレイ装置、液晶ディスプレイ装置、プラズマディスプレイ装置、EL

ディスプレイ装置およびランプなどの表示装置や、スピーカおよびヘッドホンなどの音声出力装置や、プリンタ装置、携帯電話、ファクシミリなどがある。出力装置 911 は、例えば、演算処理装置 200 が行った各種処理により得られた結果を出力する。具体的には、表示装置は、演算処理装置 200 が行った各種処理により得られた結果を、テキストまたはイメージで表示する。他方、音声出力装置は、再生された音声データや音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して出力する。

[0108] ストレージ装置 913 は、演算処理装置 200 の記憶部の一例として構成されたデータ格納用の装置である。ストレージ装置 913 は、例えば、HDD (Hard Disk Drive) 等の磁気記憶部デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、または光磁気記憶デバイス等により構成される。このストレージ装置 913 は、CPU 901 が実行するプログラムや各種データ、および外部から取得した各種のデータなどを格納する。

[0109] ドライブ 915 は、記録媒体用リーダライタであり、演算処理装置 200 に内蔵、あるいは外付けされる。ドライブ 915 は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体 921 に記録されている情報を読み出して、RAM 905 に出力する。また、ドライブ 915 は、装着されている磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリ等のリムーバブル記録媒体 921 に記録を書き込むことも可能である。リムーバブル記録媒体 921 は、例えば、CD メディア、DVD メディア、Blu-ray (登録商標) メディア等である。また、リムーバブル記録媒体 921 は、コンパクトフラッシュ (登録商標) (Compact Flash: CF)、フラッシュメモリ、または、SD メモリカード (Secure Digital memory card) 等であってもよい。また、リムーバブル記録媒体 921 は、例えば、非接触型 IC チップを搭載した IC カード (Integrated Circuit card) または電子機器等であってもよい。

[0110] 接続ポート 917 は、機器を演算処理装置 200 に直接接続するためのポ

ートである。接続ポート917の一例として、USB (Universal Serial Bus) ポート、IEEE1394ポート、SCSI (Small Computer System Interface) ポート、RS-232Cポート等がある。この接続ポート917に外部接続機器923を接続することで、演算処理装置200は、外部接続機器923から直接各種のデータを取得したり、外部接続機器923に各種のデータを提供したりする。

[0111] 通信装置919は、例えば、通信網925に接続するための通信デバイス等で構成された通信インターフェースである。通信装置919は、例えば、有線または無線LAN (Local Area Network)、Bluetooth (登録商標)、またはWUSB (Wireless USB) 用の通信カード等である。また、通信装置919は、光通信用のルータ、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 用のルータ、または、各種通信用のモデム等であってもよい。この通信装置919は、例えば、インターネットや他の通信機器との間で、例えばTCP/IP等の所定のプロトコルに則して信号等を送受信することができる。また、通信装置919に接続される通信網925は、有線または無線によって接続されたネットワーク等により構成され、例えば、インターネット、家庭内LAN、赤外線通信、ラジオ波通信または衛星通信等であってもよい。

[0112] 以上、本発明の実施形態に係る演算処理装置200の機能を実現可能なハードウェア構成の一例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材を用いて構成されていてもよいし、各構成要素の機能に特化したハードウェアにより構成されていてもよい。従って、本実施形態を実施する時々の技術レベルに応じて、適宜、利用するハードウェア構成を変更することが可能である。

実施例

[0113] 以下、具体例を示しながら、本発明の上記実施形態に係る表面状態監視装置10について説明する。以下に示す実施例は、本発明に係る表面状態監視

装置及び表面状態監視方法のあくまでも一例であって、本発明に係る表面状態監視装置及び表面状態監視方法が、以下に示す実施例に限定されるものではない。

[0114] [実施例 1：酸洗工程における黄変及び表面粗さ変化の監視]

実施例 1 では、酸洗工程における黄変及び表面粗さ変化の監視について説明する。酸洗工程は、鋼板を塩酸や硫酸等の酸性溶液に浸漬させた後、空気中に取り出し清浄な水又は温水で洗浄する処理であり、例えば、熱延コイルのスケール除去処理や鋼帯のめっき前処理として行われる。酸性溶液に浸漬された後の水による洗浄がすぐに行われないと、鋼板表面には付着している酸性溶液によって黄色の錆が生じる。この黄色の錆の発生現状を黄変という。

[0115] 黄変は、鋼板表面に黄色の色相を有する領域として面状に現れる、表面状態の異常である。上記第 1 の実施形態に係る表面状態監視装置 10 にて黄変を監視する場合、第 1 の照明光源 103 として、黄変の補色に近い波長を有する青色の照明光源を用いる。このとき、青色の照明光源は、当該照明光源の照明光の反射光が対応するラインセンサカメラにより乱反射測定データとして測定されるように、鋼板に対して低角度から照明を入射させるように配置される。これにより、測定される色の濃さも強くなり、取得される画像のコントラストが高まるので、黄変を監視しやすくなる。

[0116] 一方で、酸洗工程で使用された酸洗溶液の濃度に応じて、鋼板表面の粗さに変化が生じる。例えば、高濃度の酸洗溶液を使用した場合、過酸洗により、鋼板表面に肌荒れが発生しやすくなる。一方、低濃度の酸洗溶液を使用した場合には、酸洗不足によりスケール残りが発生しやすくなる。このような、特定の色相を持たず、表面粗さが変化している領域は、上記実施形態に係る表面状態監視装置 10 では、第 2 の照明光源 105 及び第 3 の照明光源 107 の各照明光の測定データを用いて監視される。

[0117] このとき、第 2 の照明光源 105 及び第 3 の照明光源 107 は、黄変のように黄色の色相を有する領域に表面粗さが変化している領域が存在する場合

にも監視可能なように、第1の照明光源103に用いる青色以外の照明光源、すなわち、赤色の照明光源及び緑色の照明光源を用いる。赤色の照明光源及び緑色の照明光源は、これらの照明光源の照明光の反射光がカラーラインセンサカメラにより正反射測定データとして測定されるように、鋼板に対して高角度から照明を入射させるように配置される。演算処理装置200は、正反射測定データより、赤色成分の輝度と緑色成分の輝度との和を取り、和を取る際の所定の係数を前述の様に調整しておくことによって、鋼板表面に現れた色相の影響を受けにくい状態となる。また、表面粗さの変化を感度よく監視可能な正反射データを用いることで、肌荒れやスケール残りを高精度に監視することができる。

[0118] 一例として、第1の実施形態に係る金属体の表面状態監視装置10を用いて、黄変とスケール残りとを同じ場所に発生させた鋼板サンプルに対する測定を行う。このとき、鋼板と各照明光源との距離を400mm、照明光源の幅（長手方向の長さ）を800mm、各照明の鋼板上での照射幅を10～30mm程度として、図2に示すように3つの照明光源を配設する。第1の照明光源は青色とし、第2の照明光源及び第3の照明光源は赤色及び緑色とする。青色の照明光源の照明光の入射角（ θ_1 ）は 60° 、赤色の照明光源の照明光の入射角（ θ_2 ）、緑色の照明光源の照明光の入射角（ θ_3 ）はそれぞれ鋼板表面の法線方向に対して略平行となるように配設されたカラーラインセンサカメラを挟んで 10° となるようにする。カラーラインセンサカメラは、CMOS式のカラーラインセンサカメラであり、カラーラインセンサカメラと鋼板表面との距離は500mmとする。

[0119] このとき演算処理装置200により取得された色相変化監視用画像及び粗さ変化監視用画像より特定された色相の変化が生じている色相変化領域及び粗さ変化が生じている粗さ変化領域の一例を図9に示す。

[0120] 図9の上側に、色相変化監視用画像及び粗さ変化監視用画像の二値化データを重ね合わせた図を示す。図9において、領域 A_0 は、表面異常のない、正常領域と判定された部分である。領域 A_1 は、色相変化領域として特定された

領域であり、本実施例では黄変が発生している領域となる。領域 A_2 は、粗さ変化領域として特定された領域であり、本実施例ではスケール残りが発生している領域となる。

[0121] 色相変化監視用画像及び粗さ変化監視用画像それぞれについて、鋼板の長手方向の所定の位置において、幅方向における輝度値の変化を示す輝度プロファイルを作成する。図9の下側に、ラインLにおける輝度プロファイルを示す。

[0122] まず、図9の中側に、第1の照明光源103から得られる撮像画像のラインLにおける輝度プロファイルを示す。ここで、第1の照明光源103は黄変の補色に近い波長を有する青色の照明光源を用いているので、黄変が発生している領域 A_1 を監視することができると期待される。実際に、第1の照明光源103についてのラインLにおける輝度プロファイルより、鋼板の幅方向エッジ部分の輝度値が高く、中央部分の輝度値が低くなっていることがわかる。これより、図9の上側に示した正常領域 A_0 と色相変化領域 A_1 とを明確に区別できていることがわかる。すなわち、色相の変化が生じている領域を精度よく監視できているといえる。

[0123] また、図9の下側に、第2の照明光源105から得られる輝度値と第3の照明光源107から得られる輝度値との和から得られる輝度画像のラインLにおける輝度プロファイルを示す。ここで、第2の照明光源105から得られる輝度値と第3の照明光源107から得られる輝度値との和から得られる輝度画像は、前述の様に所定の係数の値を調整しているので、黄変の影響を受けにくい状態で粗さ変化領域 A_2 を監視することができると期待される。実際に、第2の照明光源105から得られる輝度値と第3の照明光源107から得られる輝度値との和から得られる輝度画像についてのラインLにおける輝度プロファイルより、鋼板の中央付近に著しく輝度値が高くなっている部分があることがわかる。これより、図9の上側に示した正常領域 A_0 と粗さ変化領域 A_2 とを明確に区別できていることがわかる。ここで、粗さ変化領域 A_2 は色相変化領域 A_1 内にあるが、領域 A_2 の輝度プロファイルには、色相変化

領域 A_1 の内外に関わらず、粗さ変化領域 A_2 以外の部分の輝度値は低くなっている。したがって、色相の変化の影響を受けにくい状態で、表面粗さの変化が生じている領域を精度よく監視できているといえる。

[0124] なお、本例では、鋼板と各照明光源との距離を 400 mm としたが、200 ~ 500 mm 程度に設定してもよい。また、照明光源の幅（長手方向の長さ）は、測定対象物に応じて決定されるが、例えば 800 ~ 2000 mm 程度に設定してもよい。また、カラーラインセンサカメラと鋼板表面との距離は、200 ~ 1000 mm 程度に設定してもよい。

[0125] [実施例 2：ステンレス製造工程におけるテンパーカラー及び表面粗さ変化の監視]

実施例 2 では、ステンレス製造工程におけるテンパーカラー及び表面状態の監視を、上記第 2 の実施形態に係る表面状態監視装置を用いて行う場合について説明する。

[0126] ステンレス鋼板は、熱間圧延－焼鈍－酸洗板又は熱間圧延－酸洗板を 70 ~ 90 % 冷間圧延し、冷間加工組織を最終熱処理によって再結晶させる焼鈍工程を経ることで、組織の均一化が図られている。このような焼鈍工程は、焼鈍炉の雰囲気制御しながら実施されるものであるが、焼鈍炉雰囲気の制御は、製品の製造し始めにおいて不安定になることがあり、また、焼鈍雰囲気の制御自体が不調になる場合も生じうる。雰囲気制御が不安定になったり、制御に不調が発生したりした場合には、焼鈍材表面に酸化皮膜が生成する。この酸化皮膜は、ステンレス鋼表面に形成されるが、クロム (Cr) が濃化した不動態皮膜とは異なり、Cr 濃度が減少し、鉄 (Fe) が多く濃化しており、また、皮膜の厚さと屈折率とに起因する光の干渉作用により、金色、青色、赤紫色等に変化するテンパーカラーを呈する。

[0127] ステンレス製造工程におけるテンパーカラーは、鋼板表面に所定の色相を有する領域として面状に現れる、表面状態の異常である。本実施例では、テンパーカラーのうち、特性の色相を持たず、表面粗さが変化している領域は、第 1 の照明光源 103 の照明光の測定データを用いて監視される。第 1 の

照明光源 103 は、青色のテンパーカラーが現れている領域に表面粗さが変化している領域が存在する場合にも監視可能なように、青色の照明光源が用いられる。青色の照明光源は、その反射光がカラーラインセンサカメラ 101 により正反射測定データとして測定されるように、鋼板に対して高角度から照明を入射させるように配置される。このように、青色の照明光源の反射光を測定データとして利用することで、鋼板表面に現れた色相の影響を受けにくい状態で、表面粗さの変化を感度よく監視できる。

[0128] 一方、テンパーカラーのうち、特定の色相が現れた領域は、第2の照明光源 105 及び第3の照明光源 107 の照明光の測定データを用いて監視される。第2の照明光源 105 及び第3の照明光源 107 の照明光には、それぞれ、緑色、赤色の照明光源が用いられる。このとき、緑色及び赤色の照明光源は、当該照明光源の照明光の反射光がカラーラインセンサカメラにより乱反射測定データとして測定されるように、鋼板に対して低角度から照明を入射させるように配置される。これにより、測定される色の濃さも強くなり、取得される画像のコントラストが高まるので、青色のテンパーカラーを監視しやすくなる。

[0129] なお、青色ではなく、赤紫色に近いテンパーカラーが発生する状況で、特に、赤紫色のテンパーカラーを監視する場合は、第1の照明光源 103 として、赤紫色に近い波長を有する赤色の照明光源を用いることもできる。このとき、第2の照明光源 105 及び第3の照明光源 107 には、それぞれ、緑色、青色の照明光源を用いる。これにより、赤紫色のテンパーカラーを監視しやすくなる。

[0130] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

[0131]	1 0	表面状態監視装置
	1 0 0	測定装置
	1 0 1	カラーラインセンサカメラ
	1 0 3	第1の照明光源
	1 0 5	第2の照明光源
	1 0 7	第3の照明光源
	2 0 0	演算処理装置
	2 0 1	データ取得部
	2 0 3	測定制御部
	2 0 5	データ処理部
	2 0 7	表示制御部
	2 0 9	記憶部
	2 2 1	測定値前処理部
	2 2 3	測定値処理部
	2 2 5	表面状態判定部
	2 2 9	特徴量抽出部
	2 3 1	判定部
	2 3 3	結果出力部

請求の範囲

[請求項1]

金属体の表面に対して3つの照明光を照射し、前記金属体の表面からの前記照明光の反射光をそれぞれ区別して測定する測定装置と、

前記測定装置による前記反射光の輝度値に基づいて、前記金属体の表面状態の監視に用いられる表面状態監視情報を演算する演算処理装置と、

を備え、

前記測定装置は、

前記金属体の表面からの前記照明光の反射光をそれぞれ区別して測定可能なカラーラインセンサカメラと、

前記金属体の表面に対して帯状の照明光をそれぞれ照射する第1の照明光源、第2の照明光源、及び第3の照明光源と、

を有し、

前記カラーラインセンサカメラは、光軸が前記金属体の表面の法線方向に対して略平行となるように配設され、

前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源は、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第2の照明光源の光軸とがなす第2の角度と、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第3の照明光源の光軸とがなす第3の角度とが、略等しくなるように配設され、

前記第1の照明光源は、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第1の照明光源の光軸とがなす第1の角度が、前記第2の角度及び前記第3の角度と異なるように配設され、

前記演算処理装置は、

前記第1の照明光の反射光の輝度値、前記第2の照明光の反射光の輝度値、及び前記第3の照明光の反射光の輝度値に基づいて、前記表面状態監視情報として、金属体の表面の色相に関する第1の情報、及び、金属体の表面粗さに関する第2の情報を演算し、

前記金属体の表面の色相に関する前記第1の情報、及び、前記金属

体の表面粗さに関する前記第2の情報に基づき前記金属体の表面状態を判定する、金属体の表面状態監視装置。

[請求項2] 前記第1の照明光源、前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源は、前記第1の角度が前記第2の角度及び前記第3の角度より大きくなるように配設される、請求項1に記載の金属体の表面状態監視装置。

[請求項3] 前記第1の照明光源の色は、光の3原色である、赤、緑、青のうち、前記金属体の表面異常部から測定される色相の補色に最も近い色が選定され、

前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源の色は、赤、緑、青のうち、第1の照明光源の色以外の2色が選定される、請求項1または2に記載の金属体の表面状態監視装置。

[請求項4] 前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記金属体の表面の法線方向とがなす角度は 5° 以下であり、

前記第1の角度は 45° 以上であり、

前記第2の角度及び前記第3の角度は 3° 以上 30° 以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の金属体の表面状態監視装置。

[請求項5] 前記第1の照明光源、前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源は、前記第1の角度が前記第2の角度及び前記第3の角度より小さくなるように配設される、請求項1に記載の金属体の表面状態監視装置。

[請求項6] 前記第1の照明光源の色は、光の3原色である、赤、緑、青のうち、前記金属体の表面異常部から測定される色相に最も近い色が選定され、

前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源の色は、赤、緑、青のうち、第1の照明光源の色以外の2色が選定される、請求項5に記載の金属体の表面状態監視装置。

[請求項7] 前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記金属体の表面の法線方

向とがなす角度は 5° 以下であり、

前記第1の角度は 3° 以上 30° 以下であり、

前記第2の角度及び前記第3の角度は 45° 以上である、請求項5または6に記載の金属体の表面状態監視装置。

[請求項8]

前記第1の照明光源、前記第2の照明光源、及び前記第3の照明光源は、光の3原色である、赤、緑、青から選択され、

前記第1の照明光の色を赤とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（青・緑）とする組み合わせ、

前記第1の照明光の色を青とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（赤・緑）とする組み合わせ、

又は、前記第1の照明光の色を緑とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（赤・青）とする組み合わせの何れかとなるように、それぞれ異なる色とされる、請求項1～7のいずれか1項に記載の金属体の表面状態監視装置。

[請求項9]

光軸が金属体の表面の法線方向に対して略平行となるように配設され、前記金属体の表面に対して照射された照明光の反射光をそれぞれ区別して測定可能なカラーラインセンサカメラと、金属体の表面に対して帯状の照明光をそれぞれ照射する第1の照明光源、第2の照明光源、及び第3の照明光源とを有する測定装置を用いて、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第2の照明光源の光軸とがなす第2の角度と、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第3の照明光源の光軸とがなす第3の角度とが、略等しくなるように配設された前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源と、前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記第1の照明光源の光軸とがなす第1の角度が、前記第2の角度及び前記第3の角度と異なるように配設された前記第1の照明光源とにより、前記金属体の表面に対して照明光をそれぞれ照射して、前記金属体の表面からの前記照明光の反射光をそれぞれ区別して測定し、

前記測定装置による前記反射光の輝度値に基づいて前記金属体の表面状態の監視に用いられる表面状態監視情報を演算する演算処理装置により、前記第 1 の照明光の反射光の輝度値、前記第 2 の照明光の反射光の輝度値、及び前記第 3 の照明光の反射光の輝度値に基づいて、前記表面状態監視情報として、金属体の表面の色相に関する第 1 の情報、及び、金属体の表面粗さに関する第 2 の情報を演算し、

前記金属体の表面の色相に関する前記第 1 の情報、及び、前記金属体の表面粗さに関する前記第 2 の情報に基づき前記金属体の表面状態を判定する、金属体の表面状態監視方法。

[請求項10] 前記第 1 の照明光源、前記第 2 の照明光源及び前記第 3 の照明光源は、前記第 1 の角度が前記第 2 の角度及び前記第 3 の角度より大きくなるように配設される、請求項 9 に記載の金属体の表面状態監視方法。

[請求項11] 前記第 1 の照明光源の色は、光の 3 原色である、赤、緑、青のうち、前記金属体の表面異常部から測定される色相の補色に最も近い色が選定され、

前記第 2 の照明光源及び前記第 3 の照明光源の色は、赤、緑、青のうち、第 1 の照明光源の色以外の 2 色が選定される、請求項 9 または 10 に記載の金属体の表面状態監視方法。

[請求項12] 前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記金属体の表面の法線方向とがなす角度は 5° 以下であり、

前記第 1 の角度は 45° 以上であり、

前記第 2 の角度及び前記第 3 の角度は 3° 以上 30° 以下である、請求項 9 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の金属体の表面状態監視方法。

[請求項13] 前記第 1 の照明光源、前記第 2 の照明光源及び前記第 3 の照明光源は、前記第 1 の角度が前記第 2 の角度及び前記第 3 の角度より小さくなるように配設される、請求項 9 に記載の金属体の表面状態監視方法。

[請求項14] 前記第1の照明光源の色は、光の3原色である、赤、緑、青のうち、前記金属体の表面異常部から測定される色相に最も近い色が選定され、

前記第2の照明光源及び前記第3の照明光源の色は、赤、緑、青のうち、第1の照明光源の色以外の2色が選定される、請求項13に記載の金属体の表面状態監視方法。

[請求項15] 前記カラーラインセンサカメラの光軸と前記金属体の表面の法線方向とがなす角度は 5° 以下であり、

前記第1の角度は 3° 以上 30° 以下であり、

前記第2の角度及び前記第3の角度は 45° 以上である、請求項13または14に記載の金属体の表面状態監視方法。

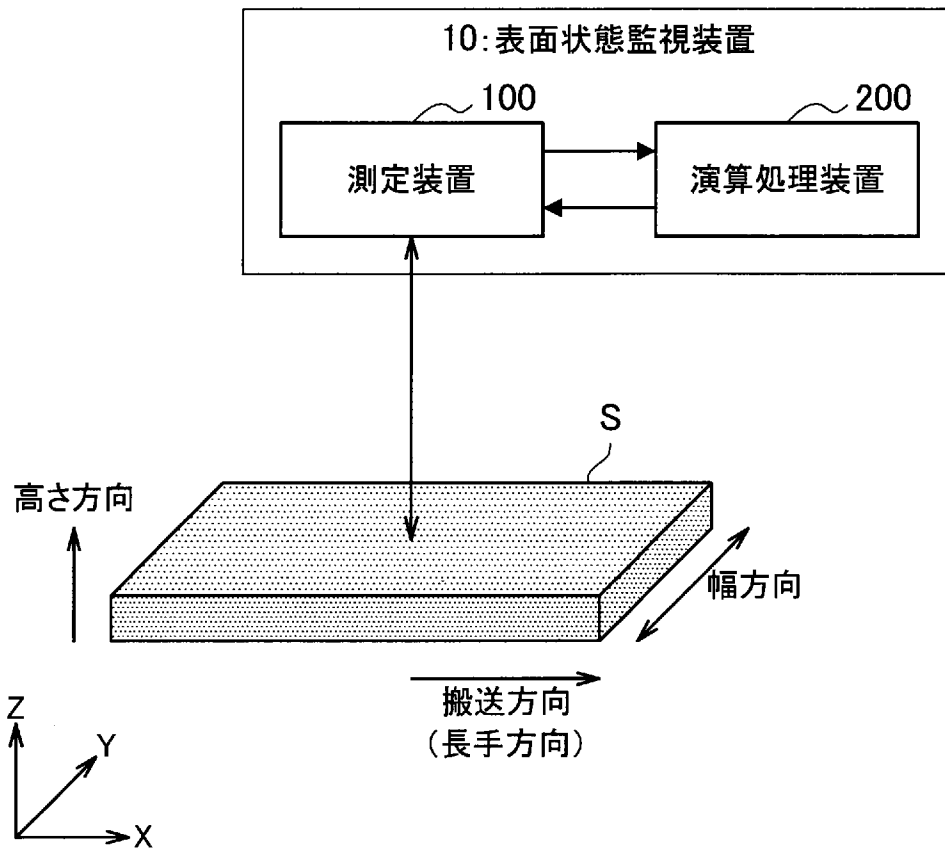
[請求項16] 前記第1の照明光源、前記第2の照明光源、及び前記第3の照明光源は、光の3原色である、赤、緑、青から選択され、

前記第1の照明光の色を赤とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（青・緑）とする組み合わせ、

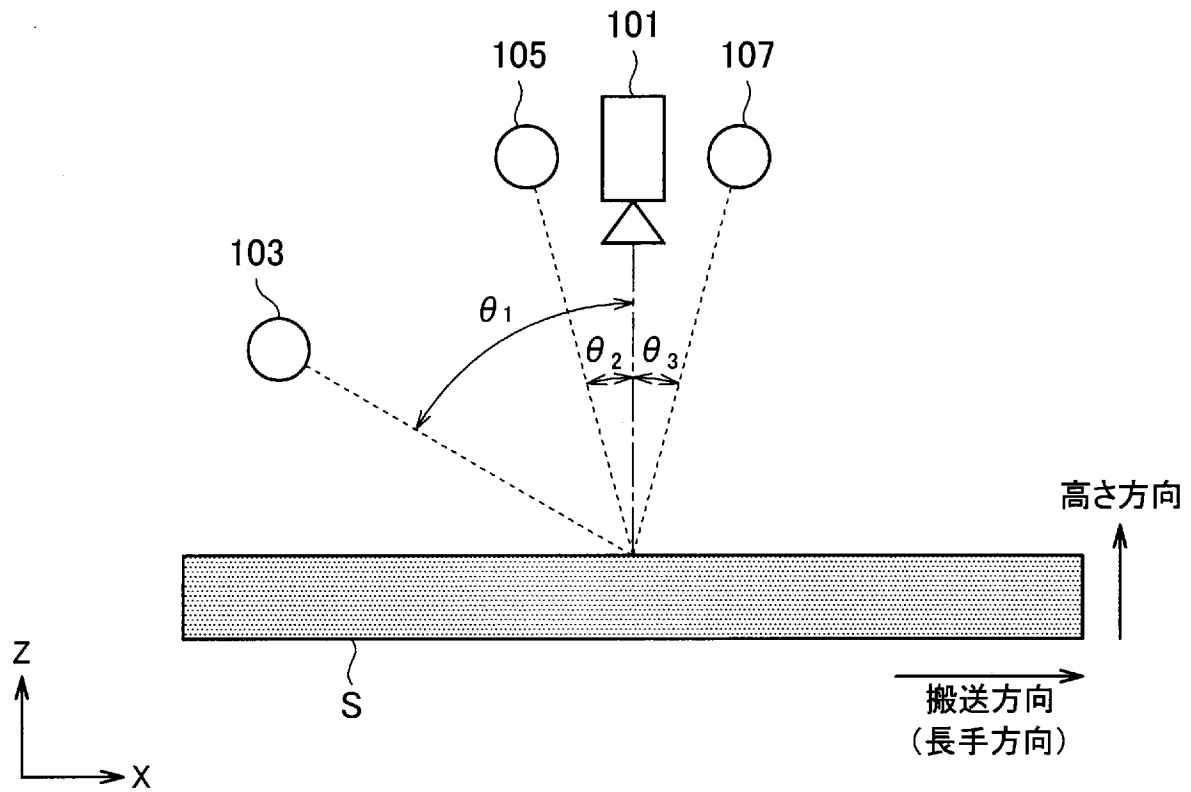
前記第1の照明光の色を青とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（赤・緑）とする組み合わせ、

又は、前記第1の照明光の色を緑とし、前記第2の照明光及び前記第3の照明光の色の組み合わせを（赤・青）とする組み合わせの何れかとなるように、それぞれ異なる色とされる、請求項9～15のいずれか1項に記載の金属体の表面状態監視方法。

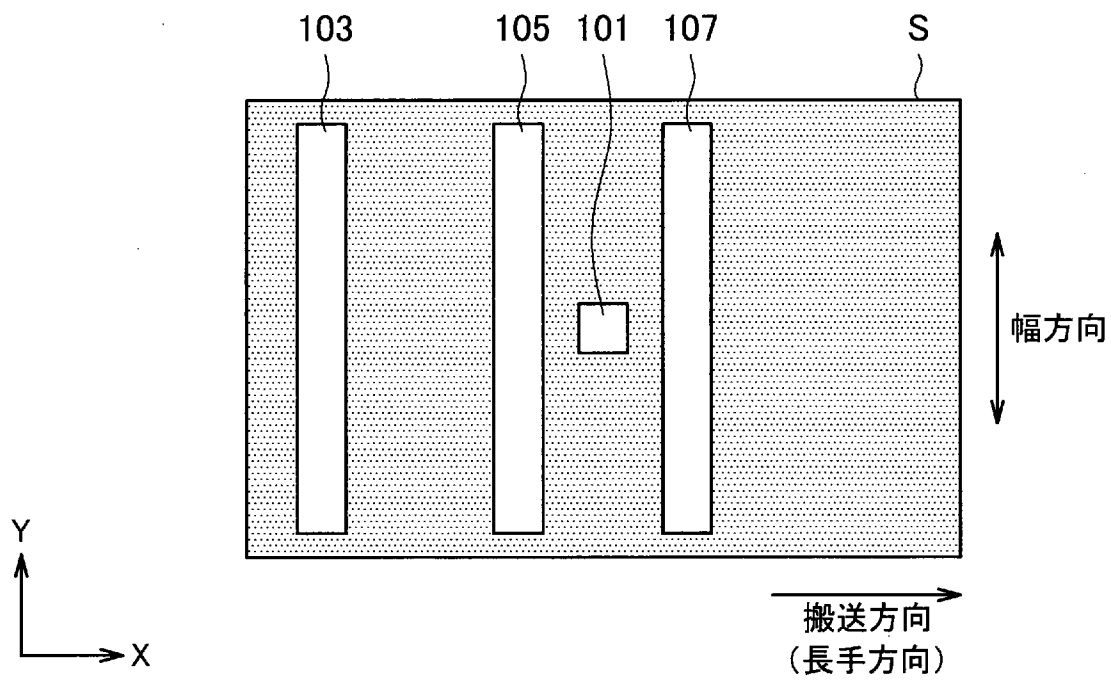
[図1]



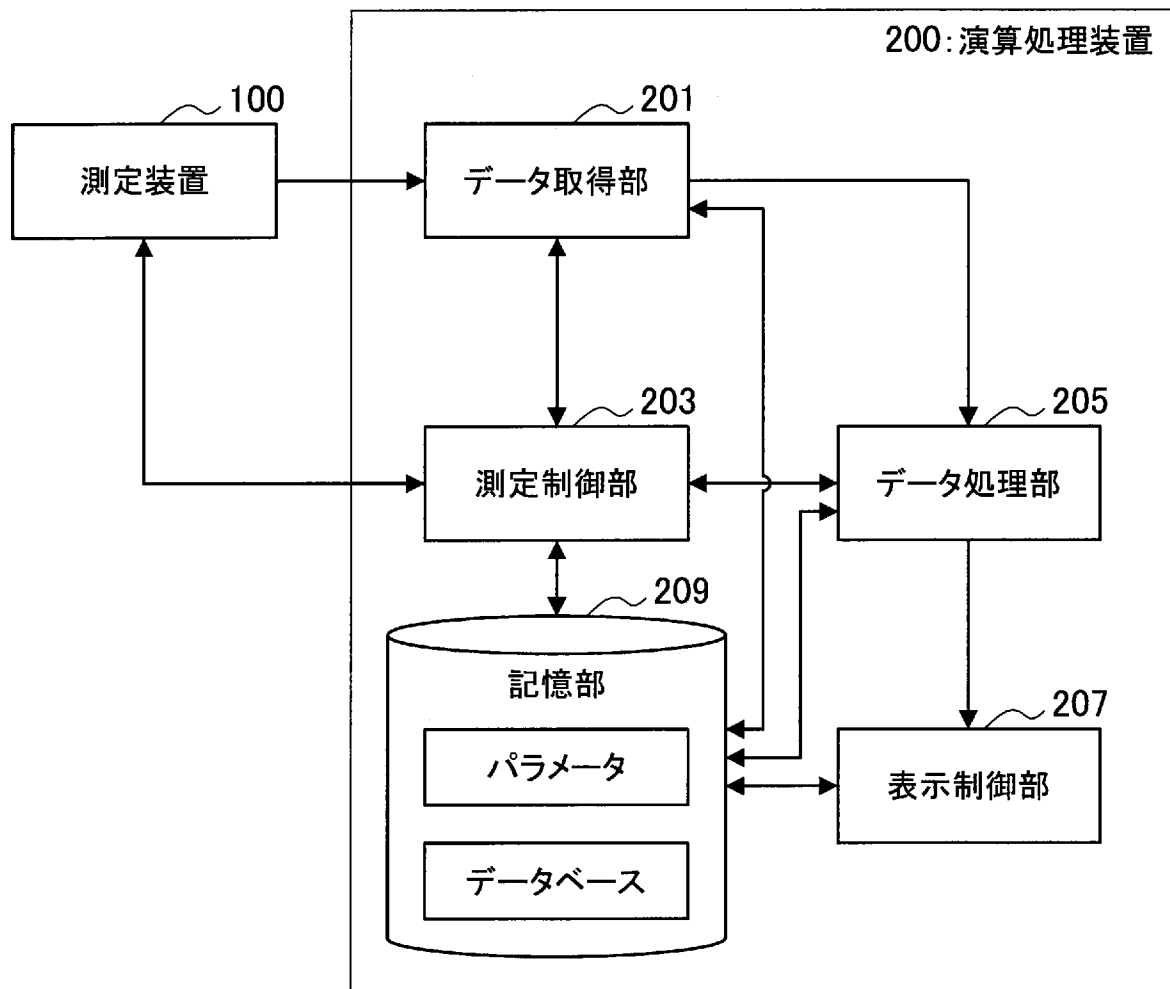
[図2]



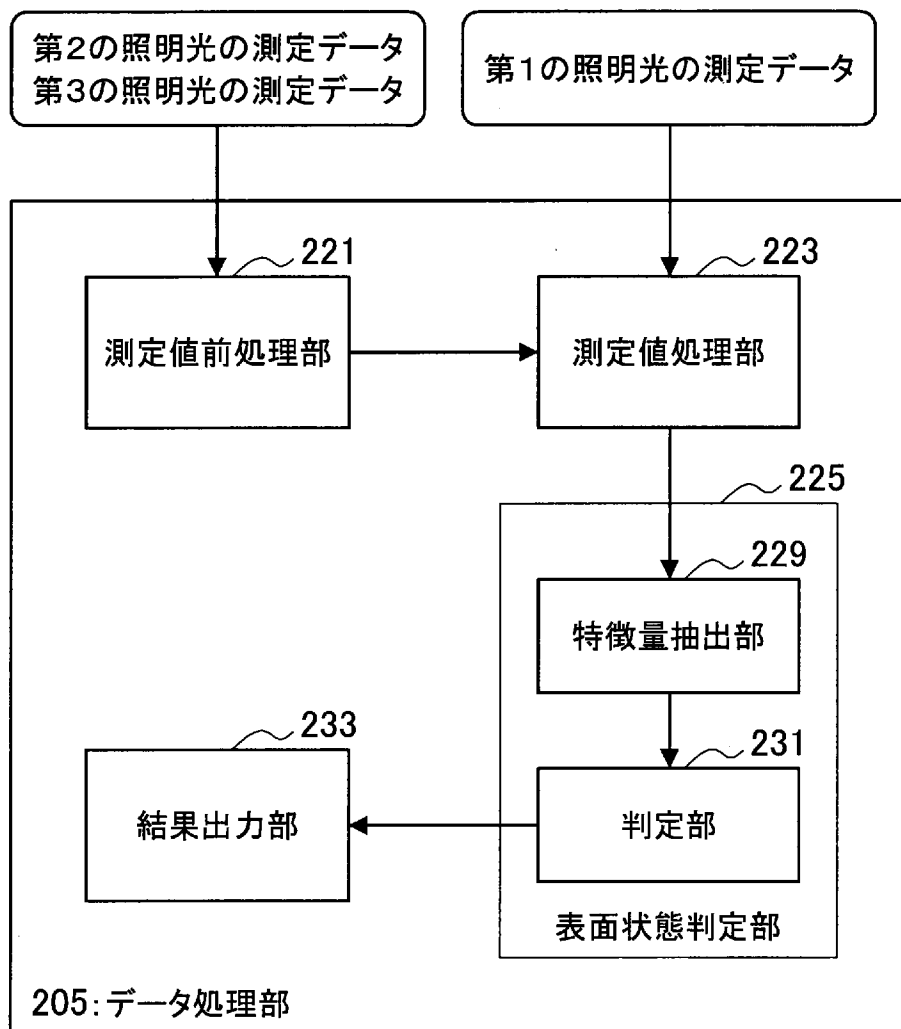
[図3]



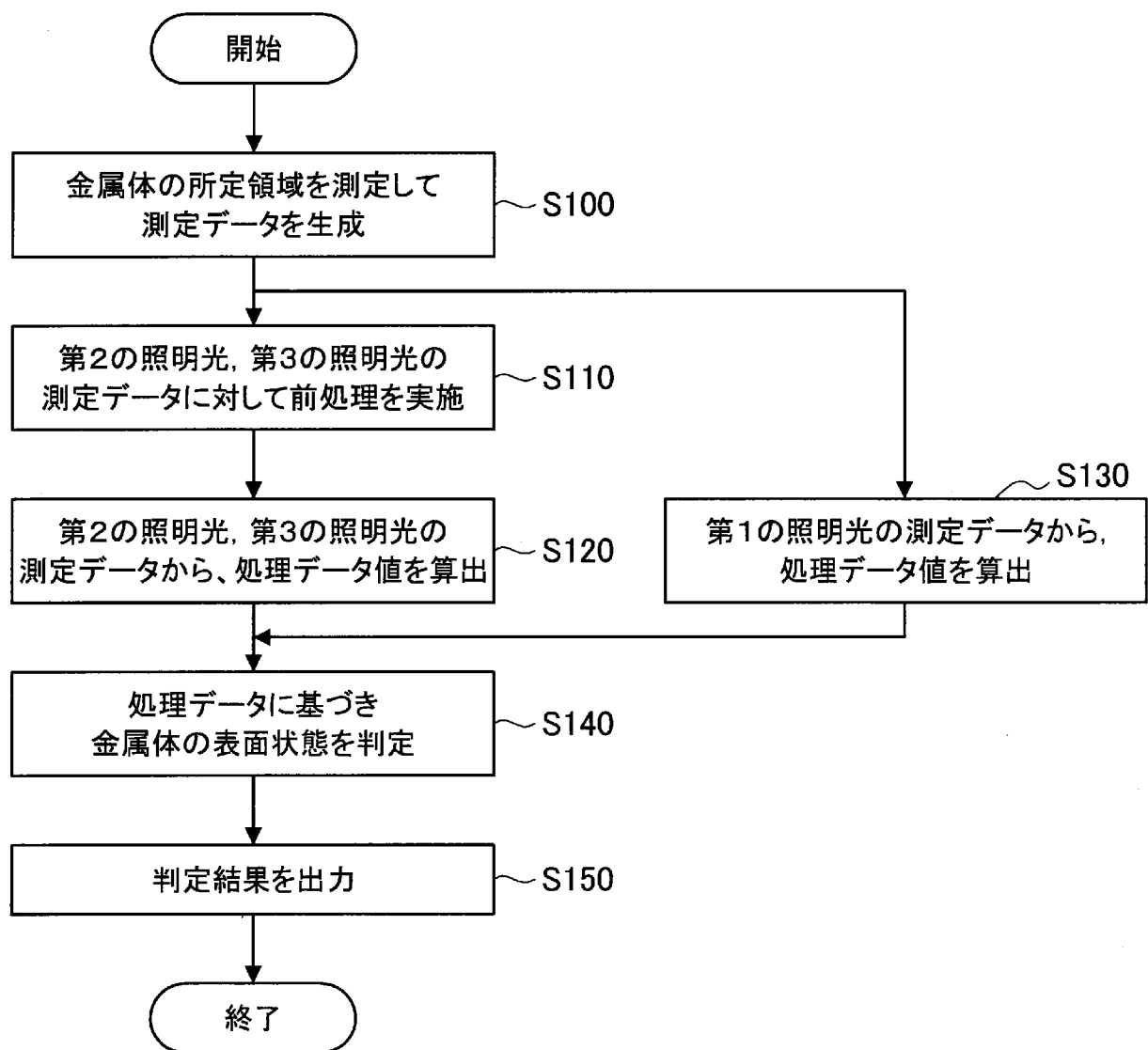
[図4]



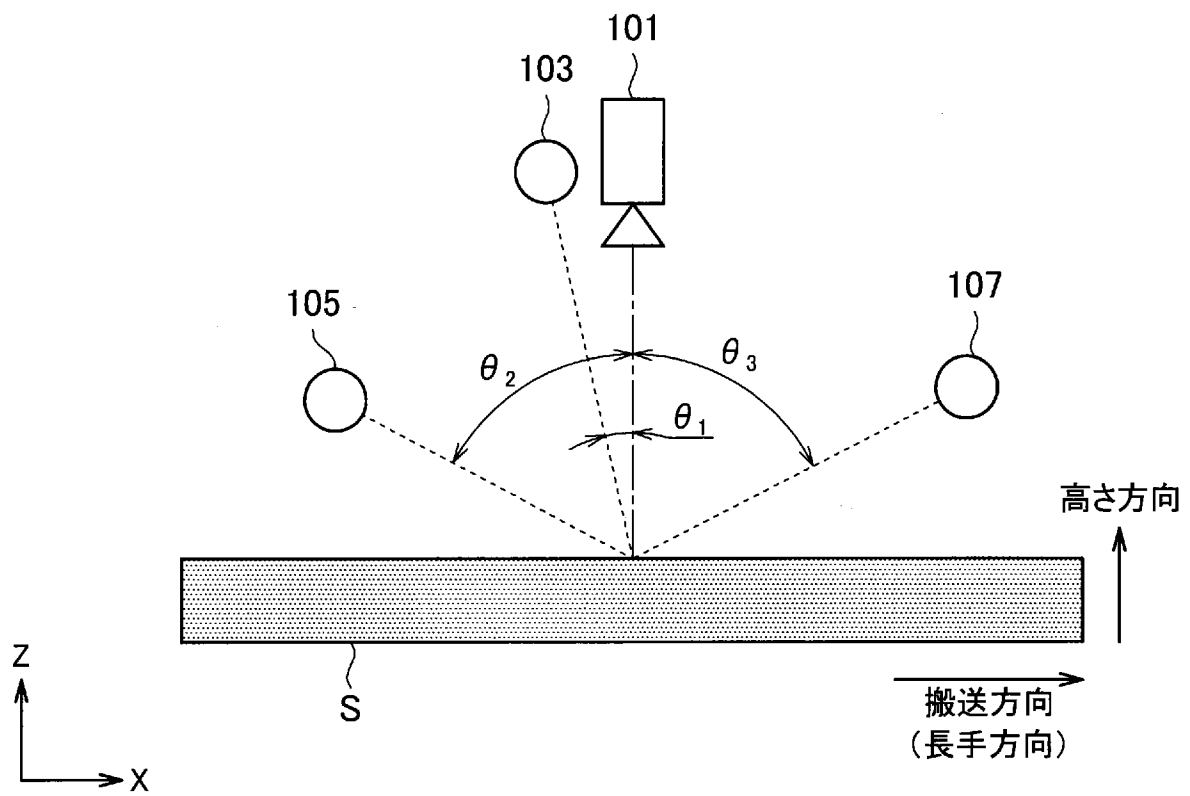
[図5]



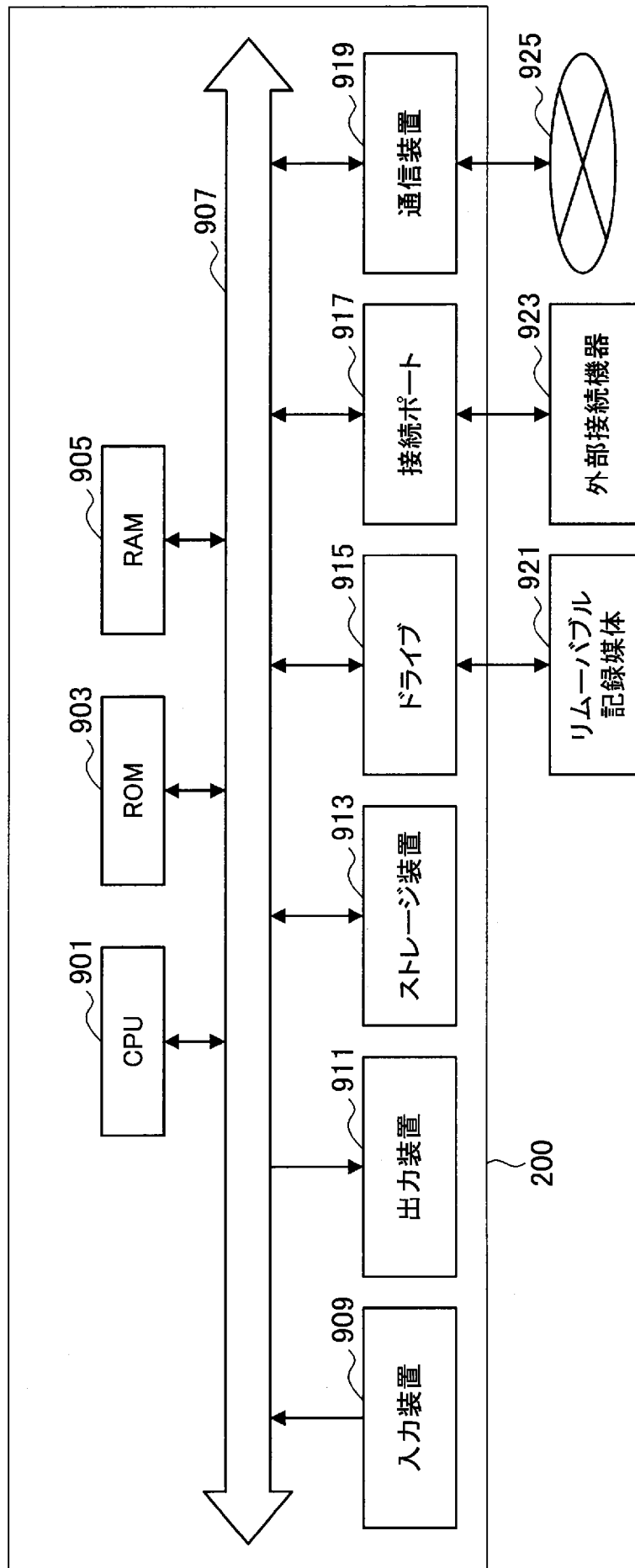
[図6]



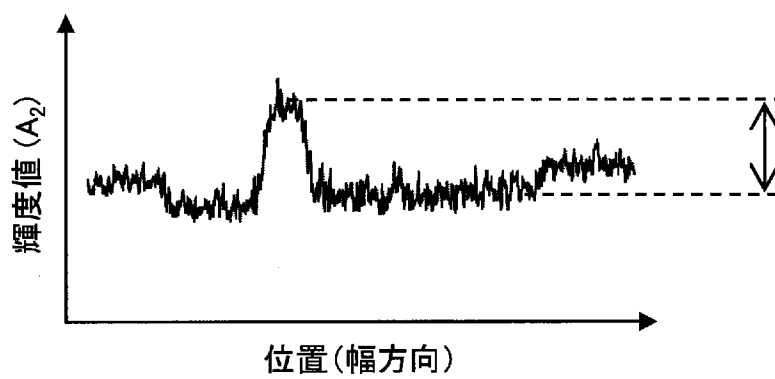
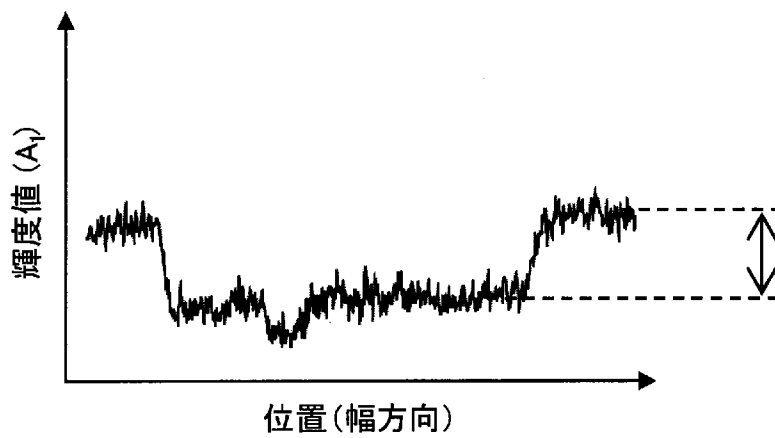
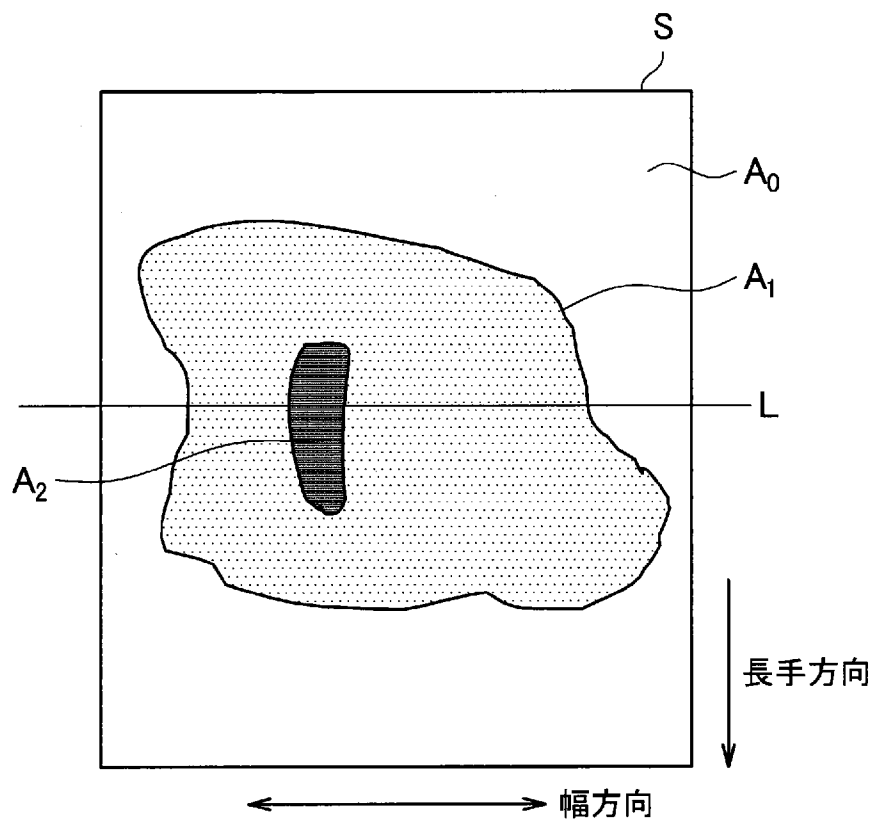
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/892(2006.01)i, G01B11/30(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

JSTPlus(JDreamIII), JST7580(JDreamIII), JSTChina(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2001-514386 A (Spectra-Physics VisionTech Oy.), 11 September 2001 (11.09.2001), paragraphs [0001] to [0003], [0022] to [0043], [0062], [0069] to [0071]; fig. 1 to 4, 11 & WO 1999/010730 A1 & EP 898163 A1 & US 6166393 A column 1, lines 8 to 35; column 5, line 35 to column 9, line 4; column 12, line 65 to column 13, line 45; column 14, line 45 to column 15, line 12; fig. 1 to 4, 11	1, 5-9, 13-16 2-4, 10-12
A	DE 3242447 A1 (Pinior Gernot), 17 May 1984 (17.05.1984), (Family: none)	1-16

☒ 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
27 June 2016 (27.06.16)

Date of mailing of the international search report
05 July 2016 (05.07.16)

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/JP2016/061490

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-202949 A (Omron Corp.), 04 September 2008 (04.09.2008), (Family: none)	1-16
A	JP 2005-214720 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 11 August 2005 (11.08.2005), (Family: none)	1-16
A	JP 2001-242091 A (Thermo Radiometrie OY), 07 September 2001 (07.09.2001), & US 2001/0015414 A1 & EP 1114993 A2	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/892(2006.01)i, G01B11/30(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

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

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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)

JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII), JSTChina (JDreamIII)

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 A	JP 2001-514386 A (スペクトラフィジックス・ビジョンテック・ オイ) 2001.09.11, [0001] - [0003], [0022] - [0043], [0062], [0069] - [0071], 第1-4, 11図 & WO 1999/010730 A1 & EP 898163 A1 & US 6166393 A, 第1欄第8-35行, 第5欄第35行- 第9欄第4行, 第12欄第65行-第13欄第45行, 第14欄第 45行-第15欄第12行, 第1-4, 11図	1, 5-9, 13-16 2-4, 10-12
A	DE 3242447 A1 (Pinior Gernot) 1984.05.17, (ファミリーなし)	1-16

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.06.2016

国際調査報告の発送日

05.07.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野寺 麻美子

2W

9505

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-202949 A (オムロン株式会社) 2008. 09. 04, (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2005-214720 A (富士写真フイルム株式会社) 2005. 08. 11, (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2001-242091 A (サーモ・レディオメトリー・オイ) 2001. 09. 07, & US 2001/0015414 A1 & EP 1114993 A2	1-16