

(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
2019年11月28日(28.11.2019)



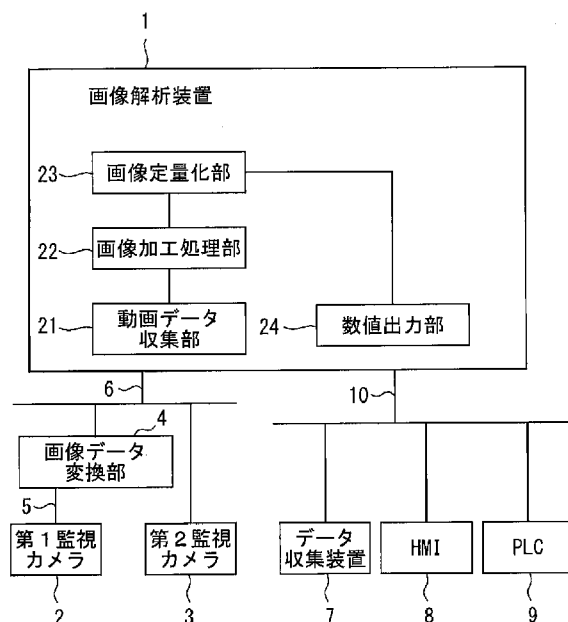
(10) 国際公開番号

WO 2019/224906 A1

- (51) 国際特許分類:
B21B 37/28 (2006.01) *G01B 11/00* (2006.01)
B21B 37/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/019648
- (22) 国際出願日: 2018年5月22日(22.05.2018)
- (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: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤枝 宏之 (FUJIEDA, Hiroyuki); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 小西 克広(KONISHI, Katsuhiko); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 賢二(WATANABE, Kenji); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高田 守, 外(TAKADA, Mamoru et al.); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番2号 コンワビル7階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: INDUSTRIAL PLANT IMAGE ANALYSIS DEVICE AND INDUSTRIAL PLANT MONITORING CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 産業プラント用画像解析装置および産業プラント監視制御システム



- 1 Image analysis device
- 2 First monitoring camera
- 3 Second monitoring camera
- 4 Image data conversion unit
- 7 Data collection device
- 21 Moving image data collection unit
- 22 Image processing unit
- 23 Image quantification unit
- 24 Numerical value output unit

(57) Abstract: An industrial plant image analysis device and an industrial plant monitoring control system which are provided with the following configurations. A moving image data collection unit (21) collects moving image data in real time, said moving image data capturing images of a device constituting an industrial plant and a material being processed by the device. An image processing unit (22) extracts an image from the moving image data at regular periodic intervals, and binarizes the image by converting a designated color into a first color and colors other than the designated color into

(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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

a second color. An image quantification unit (23) quantifies the binarized image on the basis of the number of pixels converted to the first color. A numerical value output unit (24) outputs quantified data.

(57) 要約: 産業プラント用画像解析装置および産業プラント監視制御システムは、以下の構成を備える。動画データ収集部(21)は、産業プラントを構成する機器および該機器に加工される材料を撮影した動画データをリアルタイムに収集する。画像加工処理部(22)は、一定周期毎に、動画データから画像を抽出し、指定色を第1カラーに、指定色以外を第2カラーに変換して該画像を2値化する。画像定量化部(23)は、第1カラーに変換された画素数に基づいて2値化された画像を定量化する。数値出力部(24)は、定量化されたデータを出力する。

明 細 書

発明の名称：

産業プラント用画像解析装置および産業プラント監視制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、産業プラント用データ再生装置および産業プラント監視制御システムに関する。

背景技術

[0002] 工業活動に必要な素材や資源を生産する産業プラント（鉄鋼プラント、発電プラント、石油プラント、化学プラント等）が知られている。産業プラントのプラント監視制御システムは、制御用ネットワークを介して、プラントを構成する多数のフィールド機器（アクチュエータやセンサを含む）が接続された入出力装置（I/O）や、多数のフィールド機器を制御するプログラマブルロジックコントローラ（以下、P L Cと記す）が相互に接続された構成を備える。

[0003] また、P L Cや入出力装置の入出力信号であるプロセスデータは、データ収集機能やデータ再生機能を有するデータ収集装置に収集される。データ収集装置は、収集したプロセスデータを表示し、オペレータが産業プラントの状態を把握するために用いられる。

[0004] プロセスデータを出力するセンサの一例として、特許文献1には、鉄鋼プラントに配置されたHMD（H o t M e t a l D e t e c t e r）が開示されている。このHMDは、圧延ロール下流のテーブルローラ直上の所定高さの位置に設置され、検出する方向が圧延ロールを略直交方向かつ水平方向に望む方向に設定されている。HMDは、狭視野を有するレーザセンサであり、視野内に熱塊を検知すればO N信号を、検知しなければO F F信号を出力する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本特開2016-87652号公報

特許文献2：国際公開第2014/002176号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1のようにセンサを配置することで、熱塊（被圧延材）の上反りを検出できる。しかしながら、センサは高額であり、その設置場所も限定される。また、センサはON信号またはOFF信号を出力するのみであり、被圧延材の状態（形状、位置等）を詳細に把握することはできない。

[0007] このようなデメリットを解決するため、本願発明者は鋭意研究を進めた結果、一般的なカメラで撮影した撮影対象の動画データをセンサのように用いることとした。カメラを用いることで、コスト低減、上述のセンサに比して撮影範囲が広く設置場所の自由度が高い、センサ出力よりも情報量が多い、といったメリットが得られる。

[0008] 一方で、カメラで撮影した撮影対象の状態を確認する場合、単に動画データを目視しても、目測での判断となり確認の精度は低い。そのため確認の精度を高める処理が望まれる。

[0009] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、動画データを用いて撮影対象の状態をリアルタイムに定量的に解析し、産業プラントの操業状態を確認するオペレータを支援できる産業プラント用画像解析装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、産業プラント用画像解析装置により定量化されたデータを用いて、撮影対象の状態に応じた適切な制御を実現できる産業プラント監視制御システム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

[0010] 上記目的の達成のため、本実施形態に係る産業プラント用画像解析装置は以下のように構成される。産業プラント用画像解析装置は、動画データ収集部と、画像加工処理部と、画像定量化部と、数値出力部とを備える。

[0011] 動画データ収集部は、産業プラントを構成する機器および該機器に加工さ

れる材料を撮影した動画データをリアルタイムに収集する。リアルタイムとは、必ずしも撮影された瞬間を指すものではなく、通信経路やデータ処理による遅れを伴うデータ収集や、一定周期間隔でのデータ収集を含む意味である。

[0012] 画像加工処理部は、一定周期毎に、前記動画データから画像を抽出し、指定色を第1カラーに、該指定色以外を第2カラーに変換して該画像を2値化する。一定周期とは、可能な限り短周期が好ましく、リアルタイムが好ましい。画像とは、動画データから抽出した1フレーム画像を意味する。指定色とは、単一色だけでなく、指定された色範囲も含む意味である。

[0013] 画像定量化部は、前記第1カラーに変換された画素数に基づいて前記2値化された画像を定量化する。1つの態様では、画像定量化部は、前記2値化された画像を前記材料の搬送方向と平行に分割した各帯状領域について前記第1カラーが占める割合を計算する。他の態様では、画像定量化部は、前記2値化された画像を格子状に分割した各格子状領域について前記第1カラーが占める割合を計算する。

[0014] 数値出力部は、前記定量化されたデータを出力する。

[0015] また、上記目的の達成のため、本実施形態に係る産業プラント監視制御システムは以下のように構成される。産業プラント監視制御システムは、上述の産業プラント用画像解析装置と、前記機器を制御するプログラマブルロジックコントローラとを備える。

[0016] 前記機器は、前記材料である被圧延材を圧延する一対の圧延ロールを含む。画像加工処理部は、前記被圧延材を幅方向から見た前記画像について2値化する。

[0017] 1つの態様では、画像定量化部とプログラマブルロジックコントローラは以下のように構成される。

[0018] 画像定量化部は、前記2値化された画像を前記被圧延材の搬送方向と平行に、少なくとも第1領域と第1領域の上に隣接する第2領域とに分割し、各領域について前記第1カラーが占める割合を計算する。

[0019] プログラマブルロジックコントローラは、第2領域中の前記第1カラーが占める割合の増加量と第1領域中の前記第1カラーが占める割合の減少量との差が、閾値より大きい場合に、アラーム信号および前記被圧延材の上反りを抑制するように前記一对の圧延ロールの回転速度を変更する制御信号の少なくとも一方を出力する。例えば、制御信号は、前記一对の圧延ロールを停止させる信号、または下圧延ロールの回転速度を上圧延ロールの回転速度よりも遅くする信号である。

[0020] 他の態様では、画像定量化部とプログラマブルロジックコントローラは以下のように構成される。

[0021] 画像定量化部は、前記2値化された画像を格子状に、少なくとも第1領域と、第1領域の横に隣接する第2領域と、第1領域の上に隣接する第3領域と、第2領域の上かつ第3領域の横に隣接する第4領域とに分割し、各領域について前記第1カラーが占める割合を計算する。

[0022] プログラマブルロジックコントローラは、第1領域、第2領域の順に前記第1カラーが占める割合の増加し、かつ、第3領域中の前記第1カラーが占める割合の減少に応じて第4領域中の前記第1カラーが占める割合が増加する場合に、アラーム信号および前記被圧延材の上反りを抑制するように前記一对の圧延ロールの回転速度を変更する制御信号の少なくとも一方を出力する。例えば、制御信号は、前記一对の圧延ロールを停止させる信号、または下圧延ロールの回転速度を上圧延ロールの回転速度よりも遅くする信号である。

発明の効果

[0023] 本発明に係る産業プラント用画像解析装置によれば、動画データを用いて撮影対象の状態をリアルタイムに定量的に解析し、産業プラントの操業状態を確認するオペレータを支援できる。また、本発明に係る産業プラント監視制御システムによれば、産業プラント用画像解析装置により定量化されたデータを用いて適切な制御を実現できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]実施の形態1に係る産業プラントのプラント監視制御システムの構成を示す概略図である。

[図2]実施の形態1に係る画像解析装置のブロック図である。

[図3]実施の形態1に係る画像解析装置の画面表示例である。

[図4]画像解析装置が有する処理回路のハードウェア構成例を示すブロック図である。

[図5]実施の形態2に係る画像解析装置のブロック図である。

[図6]実施の形態2に係る画像解析装置における解析例である。

[図7]実施の形態3に係る画像解析装置のブロック図である。

[図8]実施の形態3に係る画像解析装置における解析例である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

[0026] 実施の形態1.

(システム構成)

図1は、実施の形態1に係る産業プラントのプラント監視制御システムの構成を示す概略図である。

[0027] 工業活動に必要な素材や資源を生産する産業プラントの1つに鉄鋼プラントがある。熱間圧延では、加熱炉で加熱された高温のスラブ（被圧延材）が、搬送ロールにより搬送されて、粗圧延機と仕上圧延機で所望の厚さまで薄く延ばされると同時に所望の幅に加工され、最後にコイラーで巻き取られる。

[0028] プラント監視制御システムは、画像解析装置1、第1監視カメラ2、第2監視カメラ3、データ収集装置7、HMI8、PLC9、および産業プラントを構成する機器（図示省略）等が接続されて構成されている。

[0029] 第1監視カメラ2および第2監視カメラ3は、産業プラントを構成する機器、および機器に加工される材料を撮影範囲に含むように配置される。第1

監視カメラ 2 は、画像用信号線 5 を介して画像データ変換器 4 に接続している。第 1 監視カメラ 2 の映像出力は、画像データ変換器 4 でネットワーク通信可能な信号に変換され、動画用ネットワーク 6 を介して画像解析装置 1 へ送信される。第 2 監視カメラ 3 はネットワークカメラであり、撮影した動画データは、動画用ネットワーク 6 を介して画像解析装置 1 へ送信される。

[0030] 画像解析装置 1 は、制御用ネットワーク 10 を介して、産業プラントを構成する機器（アクチュエータやセンサを含む）を制御するプログラマブルロジックコントローラ（PLC）9 と、オペレータが産業プラントの常時運転・監視に使用する監視制御装置であるヒューマンマシンインターフェース（HMI）8 と、データ収集装置 7 とに接続している。なお、画像解析装置 1 は、データ収集装置 7 に組み込まれる場合もある。

[0031] 制御用ネットワーク 10 は、コモンメモリを有するノードを複数有し、複数のノード間での周期的な同報伝送によりコモンメモリ上のデータを同期する。これにより、画像解析装置 1 と、PLC 9 と、HMI 8 との間で仮想的に同一メモリ空間が共有される。コモンメモリには各データの記憶領域（アドレス）が割り付けられている。各ノードに接続された装置は、コモンメモリへの書き込み・読み込みによってデータを送受信できる。

[0032] （画像解析装置）

画像解析装置 1 は、動画データ収集部 21、画像加工処理部 22、画像定量化部 23、数値出力部 24 を備える。

[0033] 動画データ収集部 21 は、産業プラントを構成する機器および該機器に加工される材料を撮影した動画データをリアルタイムに収集する。リアルタイムとは、必ずしも撮影された瞬間を指すものではなく、通信経路やデータ処理による遅れを伴うデータ収集や、一定周期間隔でのデータ収集を含む意味である。具体的には、動画データ収集部 21 は、動画用ネットワーク 6 を介して、第 1 監視カメラ 2、第 2 監視カメラ 3 から動画データを一定周期間隔で収集する。動画データ収集部 21 は、動画データを画像加工処理部 22 へ出力する。動画データ収集部 21 は、収集した動画データをストレージ 11

3 のデータ記憶部 113b に蓄積する。

[0034] 画像加工処理部 22 は、一定周期毎に、動画データから画像を抽出し、指定色を第 1 カラーに、該指定色以外を第 2 カラーに変換して該画像を 2 値化する。一定周期とは、可能な限り短周期が好ましく、リアルタイムが好ましい。画像とは、動画データから抽出した 1 フレーム画像を意味する。指定色とは、単一色だけでなく、指定された色範囲も含む意味である。

[0035] 具体的には、画像加工処理部 22 は、図 2 に示すカラーフィルタ部 41、2 値化部 42、写像加工部 43 を用いて画像を加工し、加工した画像を画像定量化部 23 へ出力する。

[0036] カラーフィルタ部 41 は、画像中の機器や材料に関する指定色を抽出する。指定色として、例えば赤熱した材料の色、機器や材料の温度異常を示す色などが予め設定される。

[0037] 2 値化部 42 は、指定色を第 1 カラー（例えば、白色）、それ以外を第 2 カラー（例えば、黒色）に変換して該画像を 2 値化する。これによれば、データ量を小さくでき、画像加工処理や定量化処理の演算負荷を軽減してリアルタイム性を確保できる。

[0038] 写像加工部 43 は、第 1 監視カメラ 2 又は第 2 監視カメラ 3 が撮影対象を斜めから撮影する場合に、写像変換を行うことで、真横又は真上から見た映像に変換する。これによれば、カメラ配置の自由度が高いため、撮影対象の真上や真横にカメラを配置できないケースのみならず、撮影対象の近傍にセンサを配置困難な環境にも対応可能である。なお、カメラを撮影対象の真上や真横に配置可能な場合には、写像加工部 43 による処理は必ずしも実行しなくてよい。

[0039] 画像定量化部 23 は、第 1 カラーに変換された画素数に基づいて前記 2 値化された画像を定量化する。例えば、画像加工処理部 22 により第 1 カラー（例えば、白色）に変換された画素数に基づいて、画像中に第 1 カラーが占める割合を計算する。画像定量化部 23 は、定量化したデータを数値出力部 24 へ出力する。

[0040] 数値出力部 24 は、定量化されたデータを、制御用ネットワーク 10 を介して、データ収集装置 7、HMI 8、PLC 9 へ出力する。

[0041] 図 3 は、画像解析装置 1 がモニタ 117（図 4）に表示する表示例を示す図である。画像解析装置 1 は左ウィンドウ 31 に、収集した動画データをリアルタイムに表示する。図 3 の例では、材料である被圧延材 311 を圧延する一対の圧延ロール 312（粗圧延機または仕上圧延機）と、搬送ロール 313 とが撮影範囲に含まれており、被圧延材 311 が左から右へ搬送されつつ一対の圧延ロール 312 に圧延される様子が表示されている。また、画像解析装置 1 は中央ウィンドウ 32 に、左ウィンドウ 31 に表示中の画像を 2 値化した画像を表示する。被圧延材を示す部分 321 は白色、他の部分 322 は黒色で表示されている。また、画像解析装置 1 は右ウィンドウ 33 に、2 値化された画像中に白色が占める割合の時間変化を表すグラフを表示する。図 6 の例では、水平方向に分割された各領域について白色が占める割合の時間変化を表すグラフが表示されている。

[0042] データ収集装置 7 は、PLC 9 や HMI 8 からプロセスデータを収集している。プロセスデータは、産業プラントを構成する機器および機器に加工される材料に関する各種データを含む。例えば、アクチュエータの制御値、センサの検出値、材料仕様などを含む。鉄鋼プラントなどの大規模プラントでは入出力点が数千、数万に及び、多種多様なプロセスデータが存在する。これらのプロセスデータは、データ収集機能やデータ再生機能を有するデータ収集装置 7 に収集され、試験時、調整時、操業時、障害時におけるデータ解析に用いられる。

[0043] また、データ収集装置 7 は、画像解析装置 1 から定量化されたデータを受信して、プロセスデータと同期しながら収集し蓄積する。なお、データ収集装置 7 は、画像解析装置 1 から必要なデータを受信して図 3 と同様の表示を実現することもできる。

[0044] HMI 8 は、PLC 9 から受信したプロセスデータを数値や文字ならびにランプなどで表示する。また、HMI 8 は、ボタン入力信号や数値入力信号

を送信する操作ボタンを具備し、操作ボタンの押下に応じて P L C 9 を制御するための信号を出力する。また、H M I 8 は、画像解析装置 1 から定量化されたデータを受信して、その数値を表示したり、その数値が予め定めた閾値を超えている場合にアラームを発したりすることも可能である。

[0045] P L C 9 は、産業プラントのセンサからの入力などに基づいて演算を行いバルブやモータなどのアクチュエータへ信号を出力することで産業プラントを制御する。また、画像解析装置 1 から出力されたデータをセンサからの入力と同様に受信し、演算を行い、バルブやモータなどのアクチュエータへ信号を出力することで産業プラントを制御する。また、演算結果が閾値を超えている場合にアラームを発する。

[0046] 以上説明したように、実施の形態 1 に係る画像解析装置 1 によれば、監視カメラからリアルタイムに収集した動画データを定量化することで、撮影対象がどの程度撮影範囲に入っているかを把握することができる。そのため、画像解析装置 1 は、機器および材料の位置および形状をリアルタイムに定量的に解析し、オペレータによる操業状態の確認作業を支援できる。また、特別なセンサを用いないため、低コストである。例えばホットストリップや厚板の板反りの検出を行う際のセンサ設置費用を抑制できる。また、センサに比して撮影範囲が広く設置場所の自由度が高いため、様々な環境下で撮影対象の状態を把握可能である。

[0047] ところで、上述した実施の形態 1 では画像全体について第 1 カラーに変換された画素数を数えることとしているが、これに限定されるものではない。画像の一部領域を指定し、当該領域について第 1 カラーに変換された画素数を数えてもよい。画像内で着目すべき領域を定めておくことで、ノイズを低減し検出精度を高めることができる。

[0048] また、上述した実施の形態 1 の画像解析装置 1 とデータ収集装置 7 を用いることで、動画データをデータ収集装置 7 上にリアルタイムに表示することも可能であるし、データ収集装置 7 に記憶された動画データを任意の指定時刻からデータ収集装置 7 上に再生することも可能である。過去の事象に対す

る位置およびサイズの把握を容易にし、位置およびサイズの確認精度を高めることが可能である。また、動画を停止、早送り、早戻しすることも可能である。なお、これらの点は以下の実施の形態でも同様である。

[0049] また、上述した実施の形態１の画像解析装置１には、後述する図４に示すモニタ１１７、キーボード１１８、マウス１１９を含めていないが、これらを画像解析装置１に含めてもよい。なお、この点は以下の実施の形態でも同様である。

[0050] また、上述した実施の形態１では産業システムとして鉄鋼プラントを例に挙げて説明しているが、これに限定されるものではない。産業システムには、発電プラント、石油プラント、化学プラント等も含まれる。

[0051] (ハードウェア構成例)

画像解析装置１のハードウェア構成について図４を参照して説明する。図４は、画像解析装置１が有する処理回路のハードウェア構成例を示すブロック図である。図２に示す画像解析装置１の各部は、画像解析装置１が有する機能の一部を示し、各機能は処理回路により実現される。例えば、処理回路は、ＣＰＵ１１１と、メモリ１１２と、ＨＤＤや大容量メモリ等のストレージ１１３と、外部機器Ｉ／Ｆ（インターフェース）部１１４と、制御用ネットワークＩ／Ｆ部１１５ａと、動画用ネットワークＩ／Ｆ部１１５ｂとが、内部バス１１６を介して接続して構成されている。なお、データ収集装置７も同様に構成されている。

[0052] ＣＰＵ１１１は、ストレージ１１３のプログラム記憶部１１３ａに記憶された各種プログラムを実行することにより、画像解析装置１の各部の機能を実現する。

[0053] メモリ１１２は、ＣＰＵ１１１が各種プログラムを実行する際にデータを一時記憶したり展開したりする演算エリア部として使用される。

[0054] ストレージ１１３は、プログラム記憶部１１３ａと、データ記憶部１１３ｂとを有する。プログラム記憶部１１３ａは、ＯＳ（オペレーティングシステム）や、各種プログラムを格納している。また、データ記憶部１１３ｂは

、収集された各時刻のプロセスデータ、動画データを記憶する。

[0055] なお、図4に示す例では、1つのストレージ113の中に、プログラム記憶部113aとデータ記憶部113bとを設けているが、複数のストレージにプログラム記憶部113aとデータ記憶部113bを分けて配置してもよい。

[0056] 外部機器I/F部114は、モニタ117、キーボード118、マウス119等の外部機器と画像解析装置1とを接続するためのインターフェースである。

[0057] 制御用ネットワークI/F部115aは、制御用ネットワーク10と画像解析装置1を接続するためのインターフェースである。また、動画用ネットワークI/F部115bは、動画用ネットワーク6と画像解析装置1を接続するためのインターフェースである。

[0058] 実施の形態2.

次に、図5および図6を参照して実施の形態2について説明する。上述した実施の形態1では、画像全体に第1カラーが占める割合を計算している。これに対し、実施の形態2では、画像を帯状に分割した各帯状領域について第1カラーが占める割合を計算し、各帯状領域での第1カラーが占める割合の変化を比較して、撮影対象の状態をより詳細に解析することとした。

[0059] 図5は、実施の形態2に係る画像解析装置1のブロック図である。図5に示す構成は、画像定量化部23が帯状定量化処理部50を備える点を除き、図2と同様であるため共通する構成についての説明は省略又は簡略する。

[0060] 画像加工処理部22は、材料を幅方向から見た画像について2値化する。

[0061] 帯状定量化処理部50は、画像加工処理部22により2値化された画像を、材料の搬送方向と平行に分割した各帯状領域について、第1カラー（例えば白色）が占める割合を計算する。図5の例では、2値化された画像は水平方向に4分割されている。4分割された領域を、下から帯状領域A51、帯状領域B52、帯状領域C53、帯状領域D54と称する。帯状定量化処理部50は、各帯状領域について白色の画素数の割合を計算する。

- [0062] 画像を層状に分割した各帯状領域について第1カラーが占める割合（以下、第1カラー割合とも記す）をリアルタイムに計算し、第1カラー割合の変化を確認することで、撮影対象の位置や形状の変化を定量的に把握できる。
- [0063] 例えば、材料である被圧延材311（図3）が鉄鋼プラントの搬送ロール313（図3）上でジャンプする場合がある。この場合、撮影対象（被圧延材）が帯状領域A51から帯状領域B52へ平行移動する。そのため、帯状領域B52の第1カラー割合の増加量と帯状領域A51の第1カラー割合の減少量が等しいことを確認することで、撮影対象が平行移動したことを確認できる。
- [0064] 一方で、撮影対象の形状が変形する場合がある。例えば、鉄鋼プラントの熱間圧延ラインや厚板ラインにおいて、圧延により被圧延材311（図3）に上反りが発生する場合がある。図6を参照して画像解析の例を説明する。
t1は前周期における被圧延材の形状、t2は現周期における被圧延材の形状である。帯状定量化処理部50は、2値化された画像を被圧延材の搬送方向と平行に、少なくとも帯状領域A51と帯状領域の上に隣接する帯状領域B52とに分割し、各領域について第1カラー割合を計算する。帯状領域A51と帯状領域B52との境界は被圧延材の上面と下面の間に設定されている。
- [0065] オペレータは、t1からt2への変化に伴う、各帯状領域中の第1カラー割合の変化を確認する。帯状領域B52中の第1カラー割合の増加量と、帯状領域A51中の第1カラー割合の減少量との差の大きさを確認することで、被圧延材の上反りを定量的に把握できる。
- [0066] 画像解析装置1は、図3の右ウィンドウ33に例示するような各帯状領域中の第1カラー割合の時間変化を示すグラフを表示することで、オペレータによる確認作業を支援できる。
- [0067] PLC9は、数値出力部24から出力されたデータ（各帯状領域中の第1カラー割合）を受信する。PLC9は、各帯状領域中の第1カラー割合から、撮影対象の位置に応じた制御、撮影対象の変更移動量に応じた制御、撮影

対象の形状に応じた制御（例えば上反り量に応じた制御）を行うことができる。

[0068] 上述した図6を参照して、上反り量に応じた制御について説明する。PLC9は、帯状領域B52中の第1カラー割合の増加量と帯状領域A51中の第1カラー割合の減少量との差が、閾値より大きい場合に、アラーム信号および被圧延材の上反りを抑制するように一对の圧延ロール312の回転速度を変更する制御信号の少なくとも一方を出力する。例えば、制御信号は、一对の圧延ロール312を停止させる信号、または下圧延ロールの回転速度を上圧延ロールの回転速度よりも遅くする信号である。

[0069] これに代えて、PLC9は、帯状領域B52中の第1カラー割合の増加量と、帯状領域A51中の第1カラー割合の減少量との差が第1閾値より大きい場合に、下圧延ロールの回転速度を上圧延ロールの回転速度よりも遅くする信号を出力し、当該差が第2閾値（第1閾値より大きい）より大きい場合に、一对の圧延ロール312を停止させる信号を出力することとしてもよい。

[0070] また、PLC9は、当該差が大きいほど緊急性の高いアラーム信号を出力することとしてもよい。

[0071] 以上説明したように、帯状定量化処理部50を備えた本実施形態に係るシステムによれば、オペレータによる機械や材料の位置やサイズの確認作業を、実施の形態1に比してより精度高く支援できる。また、帯状定量化処理部50により定量化されたデータを用いてPLC9は撮影対象の状態に応じた適切な制御を実現できる。例えば、撮影対象である機器が適切な位置へ移動できるように制御値を変化させたり、撮影対象の被圧延材がセンサや機械に衝突することを防ぐために制御値を変化させたりすることができる。

[0072] ところで、上述した実施の形態2のシステムは、実施の形態1のシステムと組み合わせ可能である。なお、この点は以下の実施の形態でも同様である。

[0073] また、上述した実施の形態2の帯状定量化処理部50は、水平方向に帯状

の領域を設定したが、垂直方向あるいは、斜め方向に帯状の領域を設定してもよい。

[0074] また、上述した実施の形態 2 の帯状定量化処理部 50 は、画面を 4 分割しているが、2 分割や 3 分割、あるいは 5 分割以上であってもよい。

[0075] 実施の形態 3.

次に、図 7 および図 8 を参照して実施の形態 3 について説明する。上述した実施の形態 1 では、画像全体に第 1 カラーが占める割合を計算している。これに対し、実施の形態 3 では、画像を格子状に分割した各格子状領域について第 1 カラーが占める割合を計算し、各格子状領域での第 1 カラーが占める割合の変化を比較して、撮影対象の状態をより詳細に解析することとした。

[0076] 図 7 は、実施の形態 3 に係る画像解析装置 1 のブロック図である。図 7 に示す構成は、画像定量化部 23 が格子状定量化処理部 60 を備える点を除き、図 2 又は図 5 と同様であるため共通する構成についての説明は省略又は簡略する。

[0077] 画像加工処理部 22 は、材料を幅方向から見た画像について 2 値化する。

[0078] 格子状定量化処理部 60 は、画像加工処理部 22 により 2 値化された画像を、格子状に分割した各格子状領域について、第 1 カラー（例えば白色）が占める割合を計算する。図 7 の例では、2 値化された画像は水平方向に 4 分割、垂直方向に 3 分割され、合計 12 の領域に分割されている。分割された領域を、格子状領域 A 61、格子状領域 B 62、格子状領域 C 63、格子状領域 D 64、格子状領域 E 65、格子状領域 F 66、格子状領域 G 67、格子状領域 H 68、格子状領域 I 69、格子状領域 J 70、格子状領域 K 71、格子状領域 L 72 と称する。格子状定量化処理部 60 は、各格子状領域について白色の画素数の割合を計算する。

[0079] 画像を格子状に分割した各格子状領域について第 1 カラーが占める割合（以下、第 1 カラー割合とも記す）をリアルタイムに計算し、第 1 カラー割合の変化を確認することで、撮影対象の位置や形状の変化を定量的に把握でき

る。

[0080] 例えば、材料である被圧延材 3 1 1（図 3）が鉄鋼プラントの搬送ロール 3 1 3（図 3）上でジャンプする場合がある。この場合、撮影対象（被圧延材）が格子状領域 A 6 1 から格子状領域 B 6 2 へ平行移動する。そのため、格子状領域 A 6 1 の第 1 カラー割合の増加量と格子状領域 B 6 2 の第 1 カラー割合の減少量が等しいことを確認することで、撮影対象が平行移動したことを確認できる。

[0081] また、撮影対象が斜めに伸長して格子状領域 A 6 1 から格子状領域 F 6 6 へ伸びた場合は、格子状領域 A 6 1 の第 1 カラー割合は飽和し、格子状領域 F 6 6 の第 1 カラー割合が増加する。隣接する格子状領域 B 6 2 の第 1 カラー割合の増減量と格子状領域 E 6 5 の第 1 カラー割合の増減量から、撮影対象が横ブレなく伸長したか否かを確認できる。

[0082] また、撮影対象の形状が変形する場合がある。例えば鉄鋼プラントの熱間圧延ラインや厚板ラインにおいて、圧延により被圧延材 3 1 1（図 3）に上反りが発生する場合がある。図 8 を参照して画像解析の例を説明する。t 3 は前周期における被圧延材の形状、t 4 は現周期における被圧延材の形状である。格子状定量化処理部 6 0 は、2 値化された画像を格子状に、少なくとも格子状領域 F 6 6 と、格子状領域 F 6 6 の横に隣接する格子状領域 J 7 0 と、格子状領域 F 6 6 の上に隣接する格子状領域 G 6 7 と、格子状領域 J 7 0 の上かつ格子状領域 G 6 7 の横に隣接する格子状領域 K 7 1 とに分割し、各領域について第 1 カラー割合を計算する。格子状領域 F 6 6 と格子状領域 G 6 7 との境界は被圧延材の上方に設定されている。

[0083] オペレータは、t 3 から t 4 への変化に伴う、各格子状領域中の第 1 カラー割合の変化を確認する。格子状領域 F 6 6、格子状領域 J 7 0 の順に第 1 カラー割合が増加し、かつ、格子状領域 G 6 7 中の第 1 カラー割合の減少に応じて格子状領域 K 7 1 中の第 1 カラー割合が増加することを確認することで、被圧延材の上反りを定量的に把握できる。

[0084] PLC 9 は、数値出力部 2 4 から出力されたデータ（各格子状領域中の第

１カラー割合）を受信する。ＰＬＣ９は、各格子状領域中の第１カラー割合から撮影対象の位置に応じた制御、撮影対象の変更移動量に応じた制御、撮影対象の形状に応じた制御（例えば上反り量に応じた制御）を行うことができる。

[0085] 上述した図８を参照して、上反り量に応じた制御について説明する。ＰＬＣ９は、格子状領域Ｆ６６、格子状領域Ｊ７０の順に第１カラー割合が増加し、かつ、格子状領域Ｇ６７中の第１カラー割合の減少に応じて格子状領域Ｋ７１中の第１カラー割合が増加する場合に、アラーム信号および被圧延材の上反りを抑制するように一对の圧延ロール３１２の回転速度を変更する制御信号の少なくとも一方を出力する。例えば、制御信号は、一对の圧延ロール３１２を停止させる信号、または下圧延ロールの回転速度を上圧延ロールの回転速度よりも遅くする信号である。

[0086] 以上説明したように、格子状定量化処理部６０を備えた本実施形態に係るシステムによれば、オペレータによる機械や材料の位置やサイズの確認作業を、実施の形態１に比してより精度高く支援できる。また、帯状定量化処理部５０により定量化されたデータを用いてＰＬＣ９は撮影対象の状態に応じた適切な制御を実現できる。

[0087] ところで、上述した実施の形態３のシステムは、実施の形態１のシステムおよび実施の形態２のシステムと組み合わせ可能である。

[0088] また、上述した実施の形態３の格子状定量化処理部６０は、水平方向および垂直方向に格子状に領域を定義したが、斜め方向に格子状の領域を設定してもよい。

[0089] また、上述した実施の形態３の格子状定量化処理部６０は、画像を１２分割しているが、等分割であれば分割数は問わない。特に、撮影対象を斜めの角度から撮影している場合は、写像変換により真横あるいは真上からの画像に加工される。このとき、撮影対象の移動量や変形量が小さくなる場合がある。この場合、格子状の分割数を増やすことで小さくなった移動量や変形量を検出できる。

[0090] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

符号の説明

- [0091] 1 画像解析装置
- 2 第1監視カメラ
- 3 第2監視カメラ
- 4 画像データ変換器
- 5 画像用信号線
- 6 動画用ネットワーク
- 7 データ収集装置
- 8 H M I
- 9 P L C
- 10 制御用ネットワーク
- 21 動画データ収集部
- 22 画像加工処理部
- 23 画像定量化部
- 24 数値出力部
- 31 左ウインドウ
- 32 中央ウインドウ
- 33 右ウインドウ
- 311 被圧延材
- 312 一対の圧延ロール
- 313 搬送ロール
- 41 カラーフィルタ部
- 42 2値化部
- 43 写像加工部
- 50 帯状定量化処理部

6 0 格子状定量化処理部

5 1 ～ 5 4 帯状領域 A ～ 帯状領域 D

6 1 ～ 7 2 格子状領域 A ～ 格子状領域 L

1 1 1 C P U

1 1 2 メモリ

1 1 3, 1 1 3 a, 1 1 3 b ストレージ, プログラム記憶部, データ記憶部

1 1 4 外部機器 I / F 部

1 1 5 a, 1 1 5 b 制御用ネットワーク I / F 部, 動画用ネットワーク I / F 部

1 1 6 内部バス

1 1 7 モニタ

1 1 8 キーボード

1 1 9 マウス

請求の範囲

- [請求項1] 産業プラントを構成する機器および該機器に加工される材料を撮影した動画データをリアルタイムに収集する動画データ収集部と、
一定周期毎に、前記動画データから画像を抽出し、指定色を第1カラーに、該指定色以外を第2カラーに変換して該画像を2値化する画像加工処理部と、
前記第1カラーに変換された画素数に基づいて前記2値化された画像を定量化する画像定量化部と、
前記定量化されたデータを出力する数値出力部と、
を備えることを特徴とする産業プラント用画像解析装置。
- [請求項2] 前記画像定量化部は、前記2値化された画像を前記材料の搬送方向と平行に分割した各帯状領域について前記第1カラーが占める割合を計算すること、
を特徴とする請求項1記載の産業プラント用画像解析装置。
- [請求項3] 前記画像定量化部は、前記2値化された画像を格子状に分割した各格子状領域について前記第1カラーが占める割合を計算すること、
を特徴とする請求項1又は2記載の産業プラント用画像解析装置。
- [請求項4] 請求項1の産業プラント用画像解析装置と、
前記機器を制御するプログラマブルロジックコントローラと、を備え、
前記機器は、前記材料である被圧延材を圧延する一対の圧延ロールを含み、
前記画像加工処理部は、前記被圧延材を幅方向から見た前記画像について2値化し、
前記画像定量化部は、前記2値化された画像を前記被圧延材の搬送方向と平行に、少なくとも第1領域と前記第1領域の上に隣接する第2領域とに分割し、各領域について前記第1カラーが占める割合を計算し、

前記プログラマブルロジックコントローラは、前記第2領域中の前記第1カラーが占める割合の増加量と前記第1領域中の前記第1カラーが占める割合の減少量との差が、閾値より大きい場合に、アラーム信号および前記被圧延材の上反りを抑制するように前記一对の圧延ロールの回転速度を変更する制御信号の少なくとも一方を出力すること、

を特徴とする産業プラント監視制御システム。

[請求項5]

請求項1の産業プラント用画像解析装置と、

前記機器を制御するプログラマブルロジックコントローラと、を備え、

前記機器は、前記材料である被圧延材を圧延する一对の圧延ロールを含み、

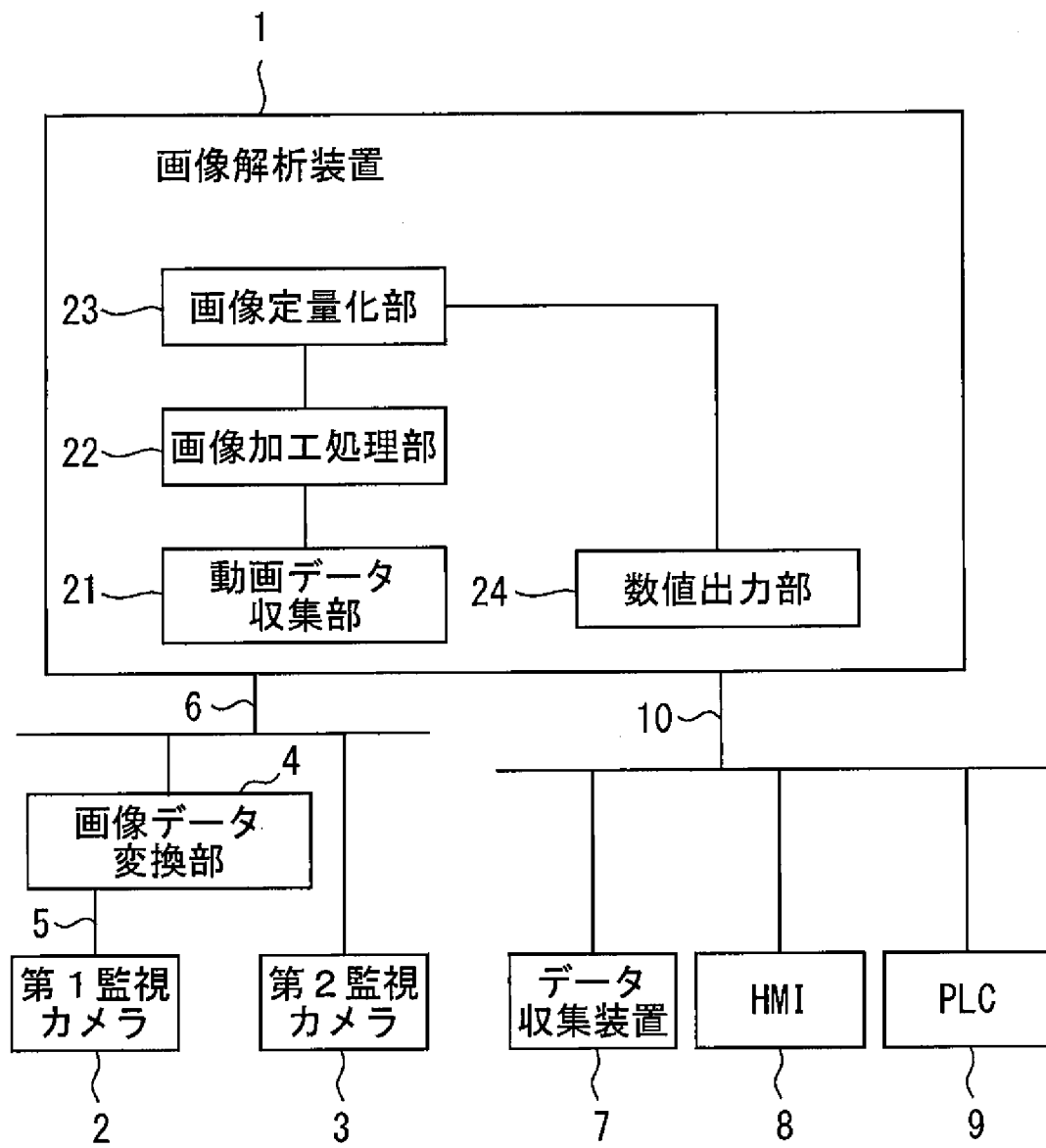
前記画像加工処理部は、前記被圧延材を幅方向から見た前記画像について2値化し、

前記画像定量化部は、前記2値化された画像を格子状に、少なくとも第1領域と、前記第1領域の横に隣接する第2領域と、前記第1領域の上に隣接する第3領域と、前記第2領域の上かつ前記第3領域の横に隣接する第4領域とに分割し、各領域について前記第1カラーが占める割合を計算し、

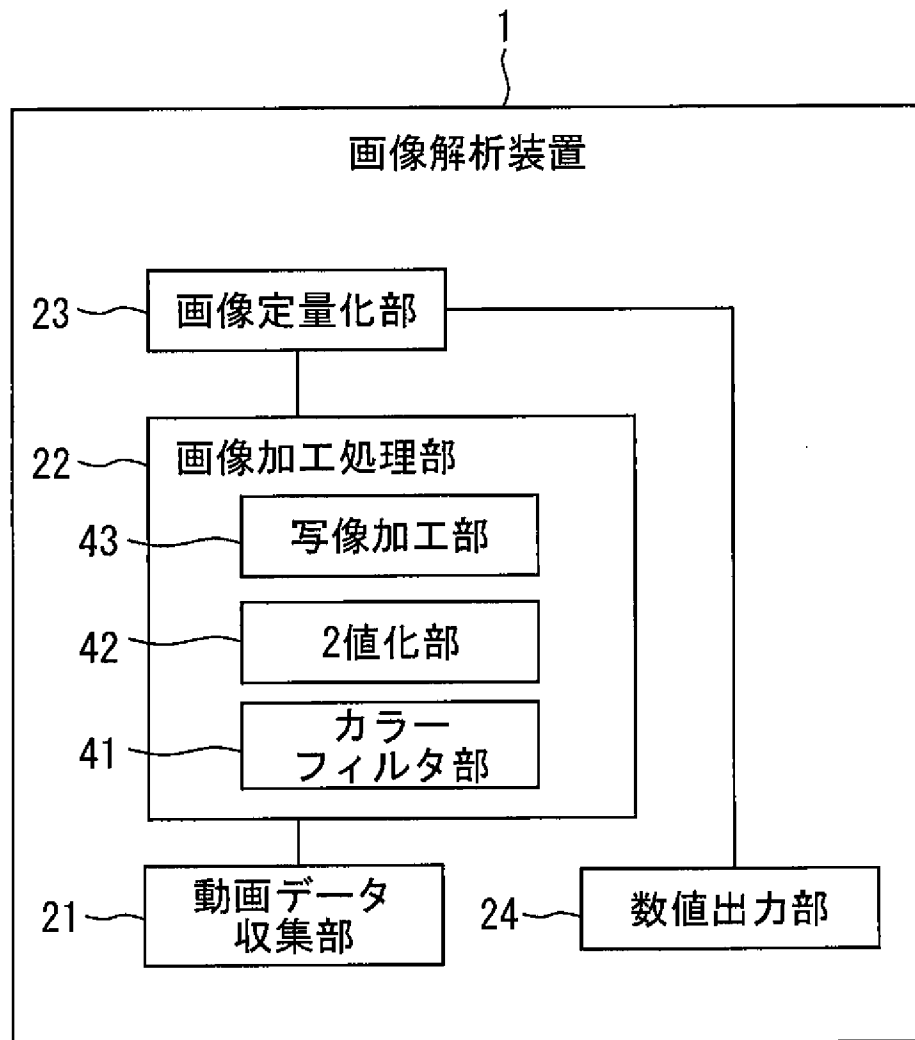
前記プログラマブルロジックコントローラは、前記第1領域、前記第2領域の順に前記第1カラーが占める割合が増加し、かつ、前記第3領域中の前記第1カラーが占める割合の減少に応じて前記第4領域中の前記第1カラーが占める割合が増加する場合に、アラーム信号および前記被圧延材の上反りを抑制するように前記一对の圧延ロールの回転速度を変更する制御信号の少なくとも一方を出力すること、

を特徴とする産業プラント監視制御システム。

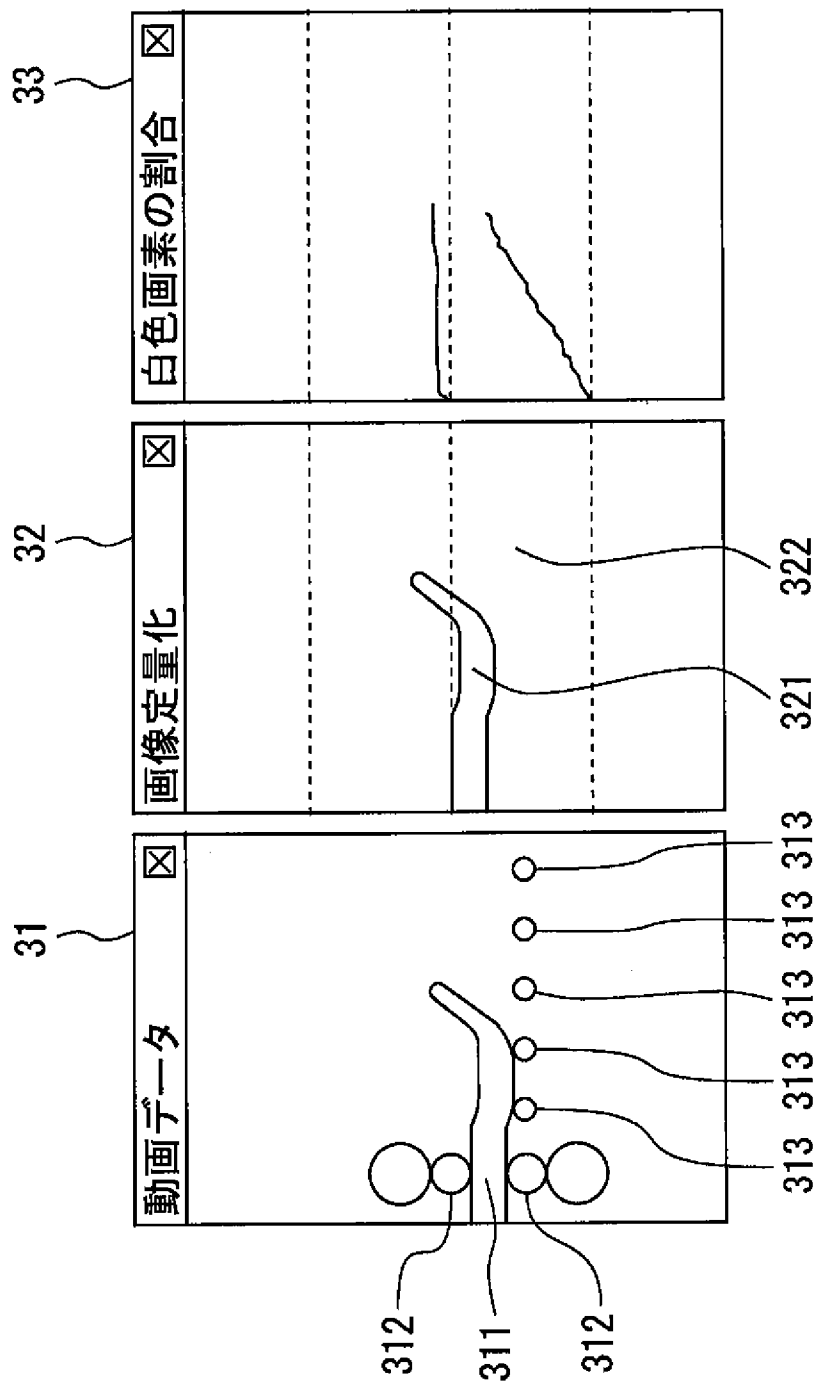
[図1]



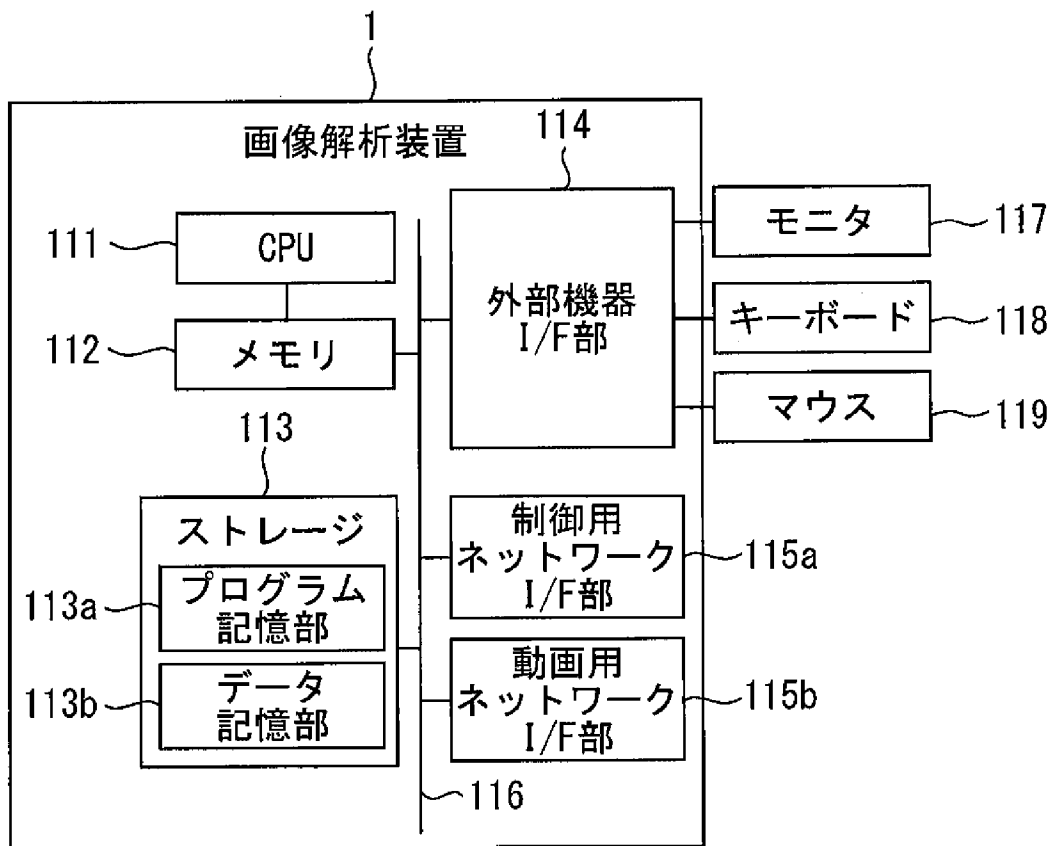
[図2]



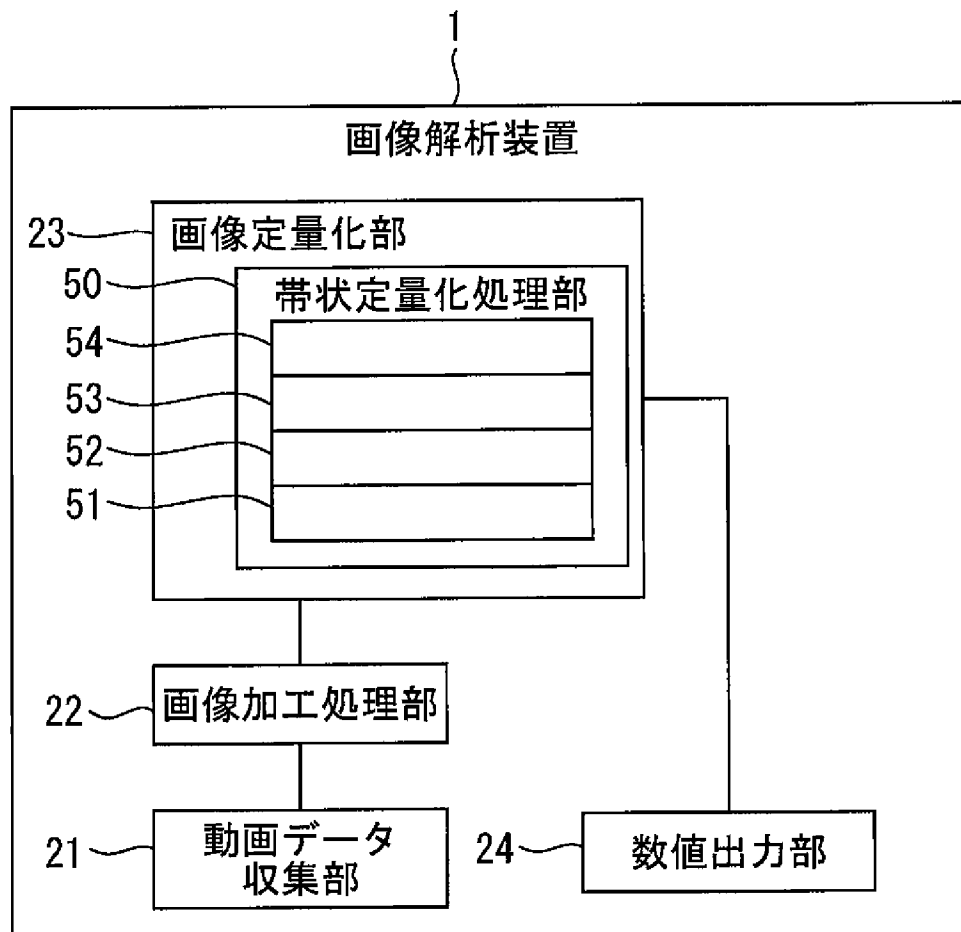
[図3]



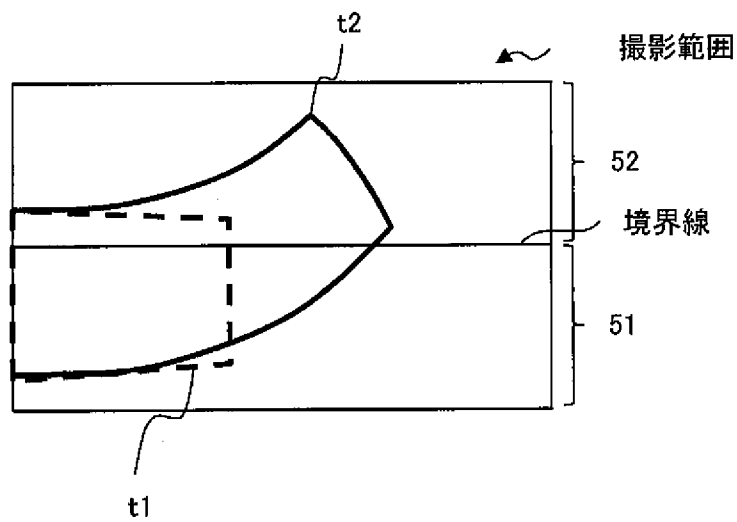
[図4]



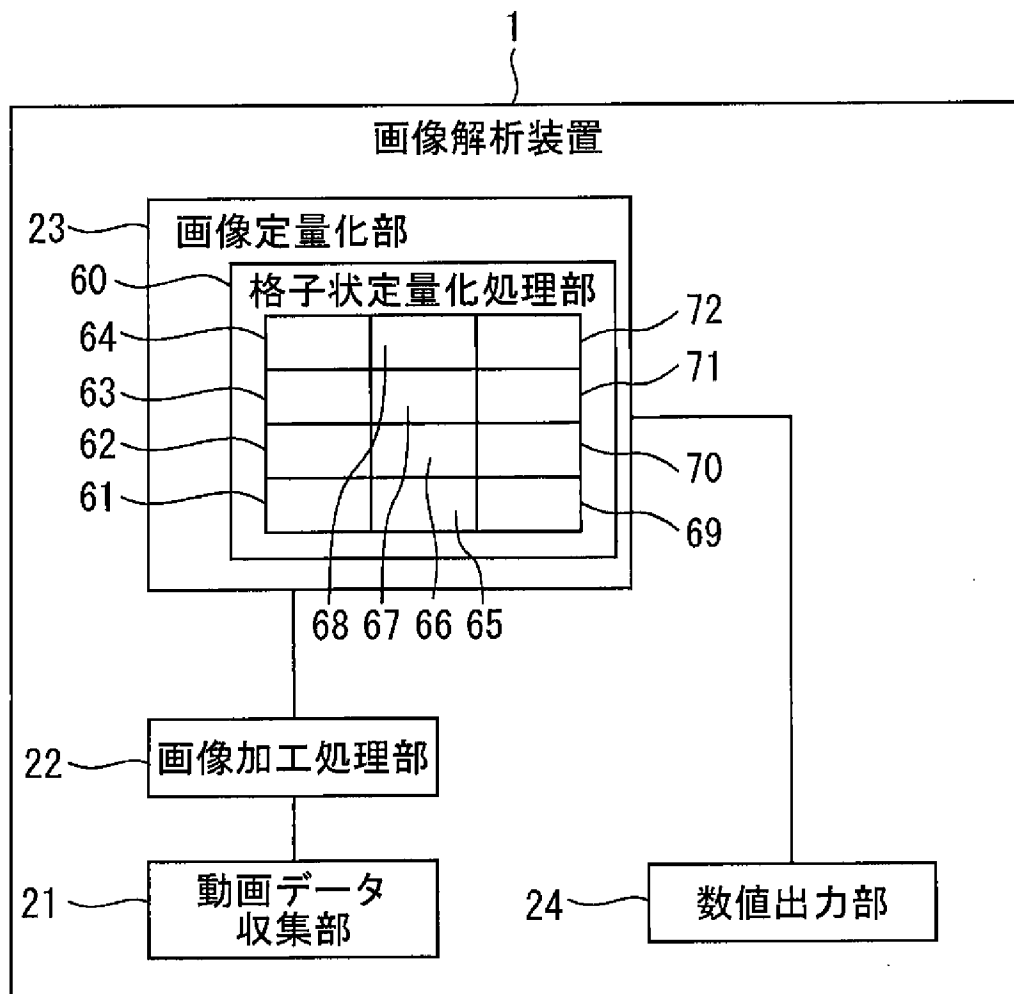
[図5]



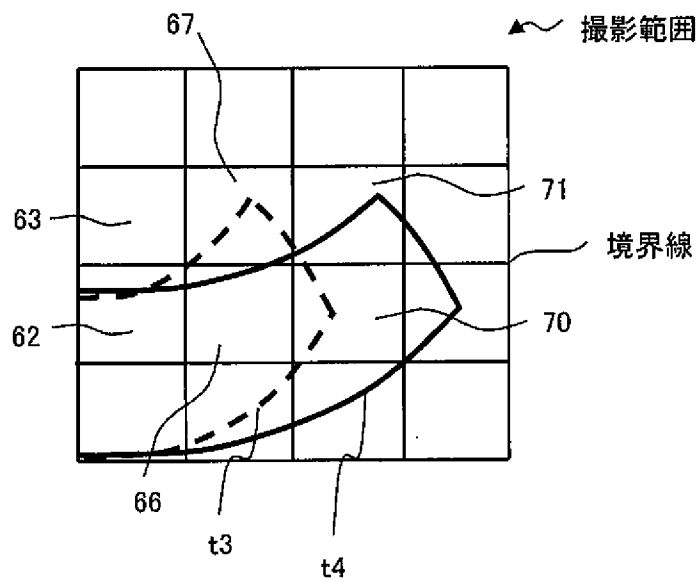
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/019648

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B21B37/28 (2006.01) i, B21B37/46 (2006.01) i, G01B11/00 (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)

Int.Cl. B21B37/28, B21B37/46, G01B11/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y <u>A</u>	JP 2013-075326 A (JFE STEEL CORPORATION) 25 April 2013, claims, paragraphs [0018]-[0065], fig. 3-5 (Family: none)	1-3 <u>4-5</u>
Y <u>A</u>	JP 2016-186439 A (MITUTOYO CORPORATION) 27 October 2016, paragraphs [0015]-[0019] (Family: none)	1-3 <u>4-5</u>
Y	JP 2001-343223 A (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) 14 December 2001, claims, paragraphs [0043]-[0086], fig. 1 & EP 1158267 A1 & WO 2001/035050 A1	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
18.06.2018

Date of mailing of the international search report
26.06.2018

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/JP2018/019648

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 63-168209 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 12 July 1988, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 10-074260 A (SHINKO ELECTRIC IND CO.) 17 March 1998, entire text, all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B21B37/28(2006.01)i, B21B37/46(2006.01)i, G01B11/00(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. B21B37/28, B21B37/46, G01B11/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2013-075326 A（J F E スチール株式会社）2013.04.25, 特許請求の範囲, [0018]-[0065], 図 3-5（ファミリーなし）	1-3 4-5
Y A	JP 2016-186439 A（株式会社ミットヨ）2016.10.27, [0015]-[0019]（ファミリーなし）	1-3 4-5
Y	JP 2001-343223 A（住友金属工業株式会社）2001.12.14, 特許請求の範囲, [0043]-[0086], 図 1 & EP 1158267 A1 & WO 2001/035050 A1	1-3

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

18.06.2018

国際調査報告の発送日

26.06.2018

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）

坂口 岳志

4 E

5572

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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 63-168209 A (新日本製鐵株式会社) 1988. 07. 12, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 10-074260 A (新光電気工業株式会社) 1998. 03. 17, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5