

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2015-114676
(P2015-114676A)

(43) 公開日 平成27年6月22日 (2015.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO5B 19/418 (2006.01)	GO5B 19/418 Z	3C100
GO6Q 50/04 (2012.01)	GO6Q 50/04 100	5L049

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-253772 (P2013-253772)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成25年12月9日 (2013.12.9)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	100094916
			弁理士 村上 啓吾
		(74) 代理人	100073759
			弁理士 大岩 増雄
		(74) 代理人	100127672
			弁理士 吉澤 憲治
		(74) 代理人	100088199
			弁理士 竹中 孝生
		(72) 発明者	池田 祐一
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業確認システム

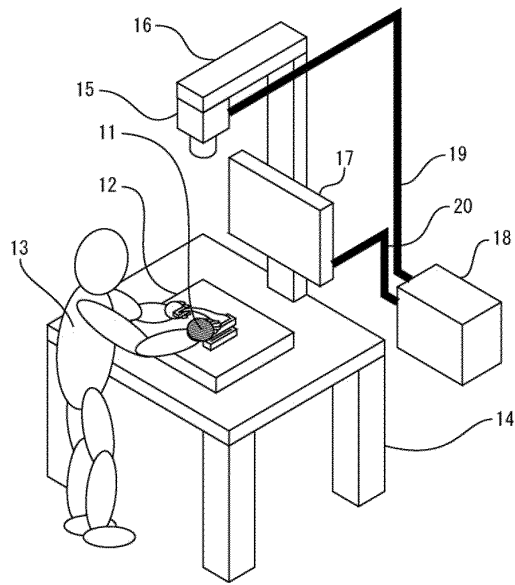
(57) 【要約】

【課題】作業内容を簡便に確認することができる作業確認システムを提供する。

【解決手段】作業者13が行う作業内容を確認する作業確認システムにおいて、作業者13が手に装着し、手の甲から指先にかけての方向性があるマーク21、22を有するグローブ11と、グローブ11のマーク21、22を撮影する撮像機器15と、撮像機器15にて撮影したマークの画像データと作業内容とを比較して合否判定を行う制御機器18とを備える。

【選択図】図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

作業者が行う作業内容を確認する作業確認システムにおいて、

前記作業者が手に装着し、前記手の甲から指先にかけての方向性があるマークを有するグローブと、

前記グローブの前記マークを撮影する撮像機器と、

前記撮像機器にて撮影した前記マークの画像データと前記作業内容とを比較して合否判定を行う制御機器とを備えた作業確認システム。

【請求項 2】

前記グローブの前記マークは、色、明度、形状、および大きさのいずれか少なくとも 1 つを用いて前記方向性を有するように構成されている請求項 1 に記載の作業確認システム。

10

【請求項 3】

前記制御機器は、

前記作業内容を判定するための前記作業内容の作業位置および作業方向の判定条件データが格納されている作業定義部と、

前記画像データから前記マークの推定位置および推定方向を検出する画像処理部と、

前記推定位置および前記推定方向と、前記作業定義部の前記判定条件データとを比較して前記作業内容の前記合否判定を行う作業確認部とを備えた請求項 1 または請求項 2 に記載の作業確認システム。

【請求項 4】

20

前記画像処理部が検出した前記推定位置および前記推定方向と、前記作業確認部の前記合否判定とからなる作業結果データを蓄積する結果記録部と、

前記結果記録部に蓄積された前記推定位置の標準偏差と前記推定方向の標準偏差とを分析する作業分析部とを備えた請求項 3 に記載の作業確認システム。

【請求項 5】

前記作業定義部は、前記判定条件データに前記作業内容の時間を有し、

前記画像処理部は、前記画像データから前記マークの推定時間を検出し、

前記作業確認部は、前記推定時間を加えて、前記作業定義部の前記判定条件データとを比較して前記作業内容の前記合否判定を行う請求項 3 に記載の作業確認システム。

【請求項 6】

30

前記画像処理部が検出した前記推定位置、前記推定方向、および前記推定時間と、前記作業確認部の前記合否判定とからなる作業結果データを蓄積する結果記録部と、

前記結果記録部に蓄積された前記推定位置の標準偏差、前記推定方向の標準偏差、および、前記推定時間の標準偏差を分析する作業分析部とを備えた請求項 5 に記載の作業確認システム。

【請求項 7】

前記結果記録部の前記作業結果データから前記作業内容の見本となる見本作業データを選択する見本作業選択部を備えた請求項 4 または請求項 6 に記載の作業確認システム。

【請求項 8】

40

前記作業定義部は、前記作業内容の作業位置の基準値および前記作業者の作業位置の個人差補正值を有し、

前記作業確認部は、前記推定位置および前記推定方向を、前記基準値および前記個人差補正值を使用して修正して前記合否判定を行う請求項 3 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の作業確認システム。

【請求項 9】

前記撮像機器は、前記作業者が個人差補正用マークを保持した状態の前記マークを撮影した補正用画像データを取得し、

前記画像処理部は、前記補正用画像データから前記個人差補正值を求めて前記作業定義部に格納する請求項 8 に記載の作業確認システム。

【請求項 10】

50

前記作業内容および前記合否判定を表示する表示器を備えた請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の作業確認システム。

【請求項 11】

前記撮像機器は、可搬型にて構成されている請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の作業確認システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば生産ラインなどにおいて、作業内容を簡便に確認することができる作業確認システムに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来の作業確認システムは、道具にマークを取り付けて、画像処理によりマークを検出し、道具の位置方向を特定する手段によって、作業内容を確認するものである（例えば、特許文献 1 参照）。また、他の従来の作業確認システムは、締付具に発光器を取り付けて、画像処理により発光器を検出し、締付作業の位置を特定する手段によって、作業内容を確認するものである（例えば、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】特許第 5022045 号公報

【特許文献 2】特許第 4724211 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

生産ラインで製品を組み立てる作業においては様々な形状の道具を使用する場合がある。従来の作業確認システムでは、ドライバ、レンチの他に、ニッパ、ペンチ、ハサミ、ハケ、ペンなどを使用することがある。また、道具を使用しない作業がある。例えば、コネクタの接続、部材の嵌め合わせ、スイッチの切替といった作業である。従来の作業確認システムのように道具に対してマークや発光器を取り付ける方法では、道具の形状によって異なる取り付け方を考案し、画像処理で検出できることを検証するといった準備作業が必要である。その他にも、小型の道具を使用する場合にはマークや発光器を取り付けること自体が難しい、道具を使用しない場合に対しては適用できないといった問題点があった。

30

【0005】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、作業における様々な形状の道具を使用した作業や、道具を使用しない作業に対しても、作業内容を確認できる作業確認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】

【0006】

この発明の作業確認システムは、

40

作業が行う作業内容を確認する作業確認システムにおいて、

前記作業者が手に装着し、前記手の甲から指先にかけての方向性があるマークを有するグローブと、

前記グローブの前記マークを撮影する撮像機器と、

前記撮像機器にて撮影した前記マークの画像データと前記作業内容とを比較して合否判定を行う制御機器とを備えたものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明の作業確認システムは、上記のように構成されているため、

グローブのマークを撮影することにより、作業内容を簡便に確認することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】この発明の実施の形態1の作業確認システムの構成を示した図である。

【図2】図1に示した作業確認システムのグローブの構成を示した図である。

【図3】図2に示したグローブを装着した際の動作を示した図である。

【図4】図2に示したグローブを装着した際の動作を示した図である。

【図5】図1に示した作業確認システムの制御機器および表示器の構成を示すブロック図である。

【図6】図1に示した作業確認システムの動作を示すフローチャートである。

【図7】図1に示した作業確認システムの動作を示すフローチャートである。

10

【図8】図1に示した作業確認システムの画像データの例を示した図である。

【図9】図1に示した作業確認システムの画像データの例を示した図である。

【図10】図1に示した作業確認システムの画像データの例を示した図である。

【図11】図1に示した作業確認システムの画像データの例を示した図である。

【図12】図1に示した作業確認システムの動作を示すフローチャートである。

【図13】図1に示した作業確認システムの画像データの例を示した図である。

【図14】図1に示した作業確認システムの画像データの例を示した図である。

【図15】図1に示した作業確認システムの画面状態の例を示した図である。

【図16】図1に示した作業確認システムのグローブの他の構成を示した図である。

【図17】図1に示した作業確認システムのグローブの他の構成を示した図である。

20

【図18】この発明の実施の形態2の作業確認システムの動作を示したフローチャートである。

【図19】この発明の実施の形態3の作業確認システムにおける標準偏差のデータを示した図である。

【図20】この発明の実施の形態4の作業確認システムの動作を示したフローチャートである。

【図21】この発明の実施の形態5の作業確認システムの個人差補正用マークを示した図である。

【図22】この発明の実施の形態5の作業確認システムの動作を示したフローチャートである。

30

【図23】この発明の実施の形態6の作業確認システムの構成を示した図である。

【図24】図23に示した作業確認システムの撮像機器の構成を示した図である。

【図25】図23に示した作業確認システムの位置基準マークの構成を示した図である。

【図26】この発明の実施の形態7の作業確認システムの構成を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1.

以下、本願発明の実施の形態について説明する。図1はこの発明の実施の形態1における作業確認システムの構成を示す斜視図、図2は図1に示した作業確認システムのグローブの構成を示した図、図3および図4は図2に示したグローブを装着した際の動作を示した図、図5は図1に示した作業確認システムの制御機器および表示器の構成を示すブロック図、図6および図7および図12は図1に示した作業確認システムの動作を示すフローチャート、図8から図11および図13および図14は図1に示した作業確認システムの画像データの例を示した図、図15は図1に示した作業確認システムの画面状態の例を示した図、図16および図17は図1に示した作業確認システムのグローブの他の構成を示した図である。

40

【0010】

図において、この作業確認システムは、作業者13が行う作業内容を確認するものである。作業者13が手に装着し、手の甲から指先にかけての方向性があるマーク2を有するグローブ11と、グローブ11のマーク2を撮影する撮像機器15と、撮像機器15にて

50

撮影したマーク 2 の画像データと作業内容とを比較して合否判定を行う制御機器 1 8 と、作業内容および合否判定を表示する表示器 1 7 とを備える。

【 0 0 1 1 】

本実施の形態 1 において、作業者 1 3 が行う作業内容は、例えば、作業機 1 4 上に作業対象物 1 2 が載置されている状態にて、作業者 1 3 が手を使用して行う作業を行うものである。尚、この作業内容は、作業者 1 3 の手のみにて行う場合、また、作業者 1 3 が手に工具などを持ち行う場合のいずれにも対応することができる。図 1 においては、例として、作業者 1 3 が手にグローブ 1 1 を装着した状態で、表示器 1 7 に表示された作業内容に従って、作業対象物 1 2 に対して作業をしている状況を示しているものである。また、作業対象物 1 2 は、例えば、機器や電子回路基板などである。

10

【 0 0 1 2 】

撮像機器 1 5 と制御機器 1 8 とは画像信号入力線 1 9 にて接続され、表示器 1 7 と制御機器 1 8 とは表示信号出力線 2 0 にて接続されている。撮像機器 1 5 は、支持台 1 6 を介して作業機 1 4 に設置されており、例えば、C C D カメラや C M O S カメラなどの一般的な撮像機器を用いる。撮像機器 1 5 の設置位置は、作業対象物 1 2 の上方に設置する例を示したが、作業中にグローブ 1 1 のマーク 2 が撮影可能な位置であればよく、例えば、斜め上方や横方向に設置してもよい。

【 0 0 1 3 】

画像信号入力線 1 9 は、撮像機器 1 5 と制御機器 1 8 との入出力インタフェースに対応したケーブル線にて構成されている。表示信号出力線 2 0 は、表示器 1 7 と制御機器 1 8 との入出力インタフェースに対応したケーブル線にて構成されている。これら画像信号入力線 1 9 および表示信号出力線 2 0 は、例えば U S B ケーブル、V G A ケーブル、H D M I (登録商標) ケーブル、同軸ケーブル、E t h e r n e t (登録商標) 用ケーブルなどにて構成されている。

20

【 0 0 1 4 】

表示器 1 7 は、作業機 1 4 に設置されており、例えば液晶モニタなどの一般的な表示器で、本実施の形態 1 においては、タッチパネル入力機能を有し操作入力機器を兼ねるものとする。尚、表示器 1 7 に入力機能がない場合には、操作入力機器としてキーボードやマウス、またはスイッチなどを制御機器 1 8 に接続することにより可能となる。また、表示器 1 7 は支持台 1 6 に固定して設置する例を示したがこれに限られることはなく、作業者 1 3 から表示内容を確認できればよく、他の例としては、表示器 1 7 を作業機 1 4 の上面に設置ことが考えられる。

30

【 0 0 1 5 】

グローブ 1 1 のマーク 2 は、作業者 1 3 の手の甲から指先にかけての方向性を有するものであればよく、色、明度、形状、および大きさのいずれか少なくとも 1 つを用いて、この方向性を有するように構成されているものである。具体的には、図 2、図 3、図 4 に示すように、作業者 1 3 がグローブ 1 1 を右手 3 に装着した場合、右手 3 の甲の側に、親指 2 3 および人差し指 2 4 のペアに対応するマーク 2 1 および中指 2 5 および薬指 2 6 のペアに対応するマーク 2 2 をそれぞれ異なる色や模様として構成する。尚、ここでは右手 3 用のグローブ 1 1 を示したが、左手用のグローブについても、同様に各マークを構成することにより対応することができるため、その説明は適宜省略する。

40

【 0 0 1 6 】

グローブ 1 1 はどのような材質であってもよい。ここでは、グローブ 1 1 は防塵布製であって、マーク 2 部分以外は灰色、親指 2 3 と人差し指 2 4 とのペアのマーク 2 1 は黄色、中指 2 5 と薬指 2 6 とのペアのマーク 2 2 は緑色に塗色されているとする。グローブ 1 1 のマーク 2 の他の例としては、図 1 6 に示したように、各指に対応した異なる色や模様の親指用のマーク 5 0、人差し指用のマーク 5 1、中指用のマーク 5 2、薬指用のマーク 5 3、小指用のマーク 5 4 およびそれら各マーク 5 0 ~ 5 4 を接続する手の甲側のマーク 5 5 を備える。また、他の例は、図 1 7 に示したように、マーク 2 として、各指に対応した同色同模様の帯状の親指用、人差し指用、中指用、薬指用のマーク 5 6、5 7、5 8、

50

５９と、手の甲側の色や模様の異なる２つのマーク６０、６１とがあるものなどの形態が考えられる。図１６および図１７のようなマーク２によれば、手の甲から指先にかけての方向性があるマーク２が形成されることとなり、図２に示したグローブ１１と同様に処理することが可能となる。

【００１７】

ここではグローブ１１として指先の開いたものを示したが、指先を覆うグローブ１１としてもよい。またマーク２の形状は主に帯状を示したが、細線や楕円などの方向性のある形状や、複数の円や矩形など方向性を持たない形状を連ねて方向性を持たせた形状としてもよい。また、右手用のグローブ１１を示しているが、左手用であってもよく、右手用と左手用のグローブを同時に使用してもよい。

10

【００１８】

制御機器１８は、例えば、パーソナルコンピュータ、産業用コンピュータ、マイコンボード、プログラマブルロジックコントローラなどにて構成され、以下の部分を備える。図５に示すように、制御機器１８は、作業定義部３１と、作業指示部３２と、画像入力部３３と、画像処理部３４と、作業確認部３５と、結果記録部３６とから構成されている。表示器１７は、設定画面４１と、作業指示画面４２と、作業結果画面４３との画面が表示可能に形成されている。

【００１９】

作業定義部３１は、各作業内容に対応した作業指示データ、および、各作業内容を判定するための作業位置および作業方向の判定条件データを格納している。さらに、表示器１７に表示される設定画面４１から作業１３の操作によって入力されるデータ、例えば図１５に示す、作業の中断を設定する作業中断ボタン９８および作業対象物の変更を設定する作業対象変更ボタン９７などを設定する設定機能、作業指示部３２に作業指示データを送信する出力機能を有している。作業指示データは、作業指示図、作業指示メッセージ、タイムアウト時間、検出範囲の判定条件を含むものである。例えば、作業指示図にはＪＰＥＧ形式画像のファイル名、作業指示メッセージはＵｎｉｃｏｄｅ形式の文字列、タイムアウト時間には秒単位の浮動小数点型の数値、検出範囲の判定条件には基準矩形の左上と右上を示す座標値および許容誤差値が示されている。

20

【００２０】

作業位置の判定条件データは、撮像機器１５により取得する画像における横軸Ｘ、縦軸Ｙ方向の座標値および許容誤差円の許容半径Ｒを含むものである。例えばＸ、Ｙは画像の左下を原点としたピクセル単位の絶対座標値として定義し、Ｒはピクセル単位の相対座標値として定義する。作業方向の判定条件データは、撮像機器１５による取得する画像の平面上の角度θおよび許容誤差の角度の絶対値φを含むものである。例えば、θは画像の横軸右方向を０度として３６０度までの値で定義し、φはθを基準とした相対角度を定義する。

30

【００２１】

作業指示部３２は、作業定義部３１から作業指示データを取得し、表示器１７の作業指示画面４２に作業指示データを表示する。画像入力部３３は、撮像機器１５から画像データを入力する。例えば画像を処理するドライバソフトウェアのＡＰＩを使用することで、ビットマップ画像として入力する。画像処理部３４は、画像入力部３３から画像データを取得し、画像データに写るグローブ１１のマーク２を検出して、マーク２の推定位置および推定方向の推定値を検出する。

40

【００２２】

作業確認部３５は、画像処理部３４から推定位置および推定方向の推定値を取得し、作業定義部３１から作業位置および作業方向の判定条件データを取得して、推定位置および推定方向の推定値が判定条件データの許容誤差内であるか否かの合否判定を行い、その合否判定結果を表示器１７の作業結果画面４３に表示する。結果記録部３６は、作業結果のデータを記録する。

【００２３】

50

次に上記のように構成された実施の形態１の作業確認システムの動作について説明する。本発明における、作業確認システムとは、作業状況の外観の画像を撮像機器１５により取得して、制御機器１８により画像処理を行い、グローブ１１の有するマーク２を検出して推定位置と推定方向との推定を行った後に、それらの合否判定を行い表示器１７に判定結果を出力するものである。以下、その詳細な動作について説明する。

【００２４】

本実施の形態１においては、ある作業対象物１２について行う複数の作業内容について、作業指示と作業確認とを繰り返し、作業結果を判定するものである。まず、作業定義部３１から作業指示データを取得して作業指示準備を行う（図６のステップＳ１）。次に、作業指示データを作業指示部３２に転送し、作業指示部３２が作業指示画面４２に出力して作業指示データの表示を行う（図６のステップＳ２）。 10

【００２５】

次に、作業者１３は作業指示画面４２に表示される作業指示データを確認して、グローブ１１を装着した状態で、作業対象物１２に対して作業を行う。次に、作業者１３の作業中に、撮像機器１５はグローブ１１の撮影を行い、その撮影の画像データを画像信号入力線１９を介して画像入力部３３に入力して当該画像データを取得して画像入力を行う（図６のステップＳ３）。次に、画像データを画像処理部３４に転送し、グローブ１１のマーク２の推定位置および推定方向の推定値を取得する画像処理を行う（図６のステップＳ４）。 20

【００２６】

次に、作業確認部３５に推定位置および推定方向の推定値を転送し、作業確認部３５は作業位置および作業方向の作業判定データを比較して合否判定して作業確認を行う（図６のステップＳ５）。そして、合否判定がＮＧの場合は、タイムアウトもしくは中断であるか否かの判断を行う（図６のステップＳ６）。そして、タイムアウトもしくは中断であれば、表示器１７の作業結果画面４３に作業中断メッセージを表示する（図６のステップＳ９）。 20

【００２７】

また、ステップＳ５にて合否判定がＯＫの場合には、作業対象物１２に対する残りの作業の有無を確認するため、全作業が完了したか否かを判断する（図６のステップＳ７）。そして、残りの作業があり、全作業が終了していない場合には、ステップＳ１に戻り、上記に示した処理を繰り返す。また、全作業が終了している場合には、表示器１７の作業結果画面４３に作業完了メッセージを表示する（図６のステップＳ８）。次に、この作業の作業結果を結果記録部３６に出力して格納する（図６のステップＳ１０）。また、ステップＳ６にて、タイムアウトもしくは中断でなければ、リトライとして、上記ステップＳ３からの処理を繰り返す。 30

【００２８】

ステップＳ８の作業結果出力は、具体的には、作業対象物１２に対する各作業の作業開始日時と作業終了日時、作業位置データ、作業方向データ、作業位置と作業方向の合否判定結果を、作業結果データとして、結果記録部３６に格納し、その一部を作業結果画面４３に表示するものである。 40

【００２９】

尚、タイムアウトとは、この繰り返し処理の間に合否判定値がＮＧのまま、作業指示データに含まれるタイムアウト時間を超過した場合に、タイムアウトがありとなり、そうでなければタイムアウトが無しとなる。また、中断とは、この繰り返し処理の間に作業者１３が、作業指示画面４２に表示している作業中断ボタン９８を押すことで中断がありとなり、そうでなければ中断が無しとなる。尚、作業中断ボタン９８には、キーボードやスイッチなど、他の入力手段を用いてもよい。

【００３０】

次に、画像処理部３４の画像処理の内容について図７のフローチャートに基づいて説明する。まず、制御機器１８の画像入力（図６のステップＳ３）および画像処理（図６の 50

ステップS 4)の制御に従い、画像入力部33から画像データを取得し、画像データ70に含まれるノイズを除去する前処理を行う(図7のステップS 11)。この前処理は、例えば、画像データの縮小拡大処理や、ブラーフィルタによるぼかし処理、メディアンフィルタによる処理など一般的な画像処理方法における前処理を行うものである。

【0031】

次に、グローブ11の近辺のみを検出範囲74として設定する(図7のステップS 12)。これは、マーク2の検出時に、グローブ11以外の場所の画像データ70を使用して、誤検出することを防止するためである。具体的には、200万画素のデジタルカメラを使用してx軸方向1600画素、y軸方向1200画素の画像を取得した場合の画像データ70を図8に示すように入力した場合について説明する。

10

【0032】

図8は、作業対象物12として、基板73上のコネクタ受け部72に対して、コネクタ71を挿入する作業状況の画像データ70を示している。この画像データ70からグローブ11のマーク2以外の部分の色を抽出して、グローブ11の外形を求め、その外形の境界部分にマーク2がある場合を考慮して、その外形から50画素ほど上下左右に広げた矩形領域を検出範囲74として設定する。

【0033】

尚、ここではグローブ11の色を使用して設定しているが、画像データ70からグローブ11の外形を抽出できる他の特徴、例えば明度や模様を使用してもよい。また、検出範囲74の設定を行わなくとも誤検出が発生しない場合は、検出範囲74の設定する処理は省略して、画像データ70の全体を検出範囲としてもよい。さらに、検出範囲74の設定は、グローブ11の外形寸法が許容基準内にあるかを判定することで、グローブ11と撮像機器15との間に適正な距離が取られておらず、画像データ70上にグローブ11が大きく写ったり、逆に小さく写ったりするような状況でマーク2の検出を続けることを防止することにもなる。

20

【0034】

次に、検出範囲74からマーク2の親指23と人差し指24とのペアのマーク2 1および中指25と薬指26とのペアのマーク2 2の、各色あるいは各模様等のマーク2の特徴から各マーク2 1、22を抽出する(図7のステップS 13)。図9は、図8においてこのステップS 13を行い、親指23と人差し指24とのペアのマーク2 1が抽出された状況を示す。

30

【0035】

例えば、色によりマーク2の抽出を行う場合には、予めマーク2の色に該当するピクセル値の範囲を判定条件として設定しておき、検出範囲74内で判定条件に該当するものを抽出するといった方法で実施することができる。また、例えば、模様によりマーク2の抽出を行う場合には、予めマーク2の模様に該当する画像片を設定しておき、検出範囲74内の各座標において所定の角度回転させた画像片との比較処理を行って一致部分を得ることにより抽出するといった方法で実施することができる。

【0036】

次に、マーク2 1の形状の抽出を行う(図7のステップS 14)。具体的には、図10に示す例のように、先に抽出した図9に示すマーク2 1に対して、画像処理方法として一般的な2値化処理と細線化処理とを行い、マーク2 1の帯の幅方向の中心を結ぶ線分80を得る。次に、マーク2 1の推定位置および推定方向の推定値を検出する(図7のステップS 15)。具体的には、図10にて抽出したマーク2 1の線分80を走査し、図10に示すように均等な長さの4つの線分81、82、83、84に分割した後、図11のように両端にあたる線分81、84の直線近似を求めることで、線分81、84の各中点86、88を基準に、マーク2 1の形状の指先に向いた、有向線分85、87をそれぞれ求める。

40

【0037】

尚、マーク2が図2に示す以外の、図17や図18に示したマーク2の形状であって、

50

推定位置および推定方向の推定値を求める場合であれば、マーク２形状の抽出で得た線分を各々の中点で２つの線分に分割し、手の甲側のマーク２から遠い方、つまり指先側の線分を有向線分として求めることで同様に行うことができる。

【００３８】

そして、有向線分８５、８７のそれぞれの中点８６、８８を推定位置の推定値、有向線分８５、８７のそれぞれの方角を推定方向の推定値とする。ここでは、推定位置は（ｘ軸の画素位置、ｙ軸の画素位置）の組で表す。また、推定方向はｘ軸方向を０として反時計回りを正とした角度で表す。このように求めた推定位置および推定方向の推定値を作業確認部３５に送信する。

【００３９】

次に、作業確認部３５の合否判定について図１２のフローチャートに基づいて説明する。まず、作業確認部３５は、推定位置の推定値と、作業定義部３１から取得する作業位置の判定条件データとを比較して判定を行う（図１２のステップＳ２１）。具体的には、図１３に示すように、作業定義部３１から作業位置の判定条件データとしての基準有向線分２０１、２０３と、作業位置の許容半径Ｒを取得し、それぞれの基準有向線分２０１、２０３の中点２０２、２０４を中心とした作業位置の許容半径Ｒの円を、基準有向線分２０１の中点２０２の判定条件２０５、基準有向線分２０３の中点２０４の判定条件２０６とする。そして、推定位置の推定値として取得済の各有向線分８５、８７の各中点８６、８８が、それぞれの判定条件２０５、２０６の範囲内であれば、作業位置の判定をＯＫとして次のステップに進み、そうでなければＮＧとして合否判定ＮＧ（図１２のステップＳ２４）となる。

【００４０】

さらに具体的には、推定位置の推定値が（３１２、５１３）つまり $x = 312$ 、 $y = 513$ であり、作業位置の判定条件データの座標値 $X = 310$ 、 $Y = 510$ 、許容誤差の許容半径 $R = 10$ であったとすれば、

$$\sqrt{(x - X) \times (x - X) + (y - Y) \times (y - Y)} \leq R$$

となり判定がＯＫとなる。

【００４１】

次に、作業確認部３５は、推定方向の推定値と、作業定義部３１から取得する作業方向の判定条件データとを比較して判定を行う（図１２のステップＳ２２）。具体的には、図１４に示すように、作業定義部３１から、作業方向の許容角度を取得し、それぞれの基準有向線分２０７、２０８を基準に、作業方向の許容角度を当てはめ、各基準有向線分２０７、２０８の方角の判定条件２０９、２１０とする。そして、推定方向の推定値として取得済の各有向線分８５、８７の方角が、各基準有向線分２０７、２０８の方角の判定条件２０９、２１０の範囲内であれば、作業方向の判定をＯＫとして、合否判定ＯＫとなり（図１２のステップＳ２３）、そうでなければＮＧとして合否判定ＮＧ（図１２のステップＳ２４）となる。

【００４２】

さらに、具体的には、例えば作業方向の許容角度の基準値 θ と、許容誤差の相対角度 φ 、推定方向の推定値を p とすれば、

$$|p - \theta| \leq \varphi$$

となり判定がＯＫとなる。

【００４３】

そして、作業位置および作業方向の合否判定の結果を、表示器１７の作業結果画面４３に出力する。作業指示画面４２および作業結果画面４３は、表示器１７に表示し、作業者１３が確認する。各画面は別の画面として表示もよいし、統合した一つの画面として表示してもよい。図１５に作業指示画面４２および作業結果画面４３を統合して一つの画面として表示器１７に表示する例を示す。作業名９１、作業指示図９２、作業指示メッセージ９３を表示することで、作業者１３に作業内容を伝える。

【００４４】

10

20

30

40

50

作業指示図 9 2 には、使用する部材や作業対象物 1 2 とグローブ 1 1 との位置関係を図示する。ここでは、グローブ 1 1 全体の代わりに、親指人差し指ペアのマーク 2 1 のみを表示している。さらに、組立台数の目標 / 実績 9 4、画像データ 9 5、作業確認状態表示 9 6 によって作業 1 3 に作業状況および作業結果を伝える。画像データ 9 5 には、画像入力部 3 3 が入力した画像データを表示する。作業確認状態表示 9 6 には、作業確認部 3 5 の出力する作業位置および作業方向の合否判定結果や、作業中の状況を示すメッセージを表示する。

【 0 0 4 5 】

作業対象変更ボタン 9 7 は、作業対象物 1 2 の種類を変更することを制御機器 1 8 に通知し、作業対象の選択画面に推移して、作業対象物 1 2 の種類を選択することで、作業対象を変更することができる。これは、作業定義部 3 1 には予め作業対象物 1 2 の種類に対応した作業指示データが蓄積されており、作業対象変更ボタン 9 7 を選択した場合には、作業定義部 3 1 から必要となる作業指示データを取得して、作業名 9 1 および作業指示図 9 2 の表示内容を変更する。

【 0 0 4 6 】

上記のように構成された実施の形態 1 の作業確認システムは、作業員の装着したグローブのマークにより作業内容の合否判定を行うことができるため、組立作業における、様々な形状の道具を使用した作業や、道具を使用しない作業に対しても、作業内容を確認することができる。また、作業位置および作業方向を確認することにより作業内容を確認および改善点を確認することができる。

【 0 0 4 7 】

実施の形態 2 .

図 1 8 はこの発明の実施の形態 2 における作業確認システムの作業確認部の動作を示したフローチャートである。本実施の形態 2 における作業確認部 3 5 は、作業位置および作業方向の判定の際に、作業位置および作業方向の両者の判定が OK となる状態が維持される時間（作業位置、または作業方向の両者の判定が NG となるまでの時間）である作業維持時間を計測し、作業指示データに予め設定した作業維持時間の下限値および作業維持時間の上限値の間である場合に、合否判定値を OK とし、そうでない場合に合否判定値を NG とするものである。

【 0 0 4 8 】

よって、本実施の形態 2 における作業定義部 3 1 の作業指示データには、作業指示図、作業指示メッセージ、タイムアウト時間、検出範囲の判定条件に加えて、作業維持時間の下限値および作業維持時間の上限値を含むものとする。例えば、作業維持時間の下限値および上限値はそれぞれ、秒単位の浮動小数点数の数値で表すものとする。他の構成は上記実施の形態 1 であるためその説明は適宜省略する。

【 0 0 4 9 】

次に実施の形態 2 における作業確認システムの動作について説明する。作業確認部 3 5 の以下に示す動作以外は、上記各実施の形態と同様であるためその説明を適宜省略する。作業確認部 3 5 は、処理の最初に作業維持時間の計測を開始する（図 1 8 のステップ S 3 1）。次に、上記実施の形態 1 と同様に、作業位置の判定（図 1 8 のステップ S 2 1）、および、作業方向の判定を行う（図 1 8 のステップ S 2 2）。

【 0 0 5 0 】

そして、ステップ S 2 1 およびステップ S 2 2 にて、判定が OK の場合には、再びステップ S 2 1 に戻り、上記に示した動作を繰り返す。また、ステップ S 2 1 およびステップ S 2 2 にて、判定が NG の場合には、作業が終了したと判断し、作業維持時間の測定を完了する（図 1 8 のステップ S 3 2）。すなわち、作業位置および作業方向の判定が NG となるのは、作業内容の作業位置および作業方向から外れたことを示し、作業内容が終了した場合、または、次の作業内容へ移る場合、または、作業内容が合致していない場合などが考えられる。

【 0 0 5 1 】

次に、作業定義部 3 1 に格納されている作業維持時間の最小値および作業維持時間の最大値から作業維持時間の合否判定を行う（図 1 8 のステップ S 3 3）。そして、判定が O K の場合には、作業判定が O K となる。また、判定が N G の場合には、作業判定が N G と判定され作業判定を終了する。

【 0 0 5 2 】

上記のように構成された実施の形態 2 の作業確認システムによれば、上記実施の形態 1 と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、作業維持時間を判定することができるので、作業維持時間が短すぎる場合や長すぎる場合に作業完了と見なさず、より正確に作業内容を確認することができる。

【 0 0 5 3 】

実施の形態 3 .

図 1 9 はこの発明の実施の形態 3 における作業確認システムの表示器に表示される表示例を示した図である。本実施の形態 3 においては、作業確認システムの作業確認は上記各実施の形態と同様に行うことができるためその説明は適宜省略し、本実施の形態 3 においては、作業結果を用いる作業分析部を備えるものについて説明する。まず、作業分析部は、結果記録部 3 6 の作業結果データから、複数の作業対象物 1 2 に対する各作業内容の開始時刻と各作業内容の終了時刻とを取得する。次に、各終了時刻と各開始時刻との差から各作業内容の各作業時間をそれぞれ求める。次に、複数の作業対象物 1 2 に対する標準偏差を計算し、各作業の時系列順を横軸とし、作業時間の標準偏差を縦軸とした棒グラフを求め、表示器 1 7 に表示する（図 1 9（a））。

【 0 0 5 4 】

また、各作業内容の推定位置の標準偏差および推定方向の標準偏差をそれぞれ求めて、各作業内容の時系列順を横軸とし、各作業内容の推定位置の標準偏差および推定方向の標準偏差を縦軸とした棒グラフを求めて、表示器 1 7 に表示する（図 1 9（b）、（c））。このようなグラフを表示することで、一連の作業の中で、作業時間が長いものや、その標準偏差が大きいもの、推定位置や推定方向の標準偏差の大きいものを抽出して、改善すべき作業を明らかにすることができる。

【 0 0 5 5 】

上記のように構成された実施の形態 3 の作業確認システムによれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、結果記録部に蓄積された推定位置の標準偏差、推定方向の標準偏差、および、推定時間の標準偏差を確認することができる。

【 0 0 5 6 】

実施の形態 4 .

本実施の形態 4 においては、制御機器 1 8 に、結果記録部 3 6 に蓄積された作業結果データの中から見本となる作業データを選択して、見本作業データとして作業定義部 3 1 に登録する見本作業選択部を備える例について説明する。この場合、画像入力（図 6 のステップ S 3）時において、入力した画像データを結果記録部 3 6 の作業結果データに含めて記録する。この画像データの記録は、例えば 0 . 5 秒などの一定間隔で行い、ビットマップ画像または動画として M J P E G などの各種の圧縮処理を用いて記録する。他の構成は上記各実施の形態と同様であるためその説明は適宜省略する。

【 0 0 5 7 】

次に上記のように構成された実施の形態 4 における作業確認システムの動作について説明する。見本作業選択部の以下に示す動作以外は、上記各実施の形態と同様であるためその説明を適宜省略する。見本作業選択部は、結果記録部 3 6 の作業結果データの内、作業時間の長さが最適なもの、または、作業時間の標準偏差が最適なもの、または、推定位置および推定方向の推定値の標準偏差が最適なものを見本作業として選択する（図 2 0 のステップ S 4 0）。次に、この選択した作業結果データを見本作業データとして作業定義部 3 1 に登録する（図 2 0 のステップ S 4 1）。

【 0 0 5 8 】

次に、作業指示部 3 2 は、作業定義部 3 1 から作業指示データおよび見本作業データを

10

20

30

40

50

取得する（図20のステップS42）。次に、表示器17の作業指示画面42に、作業指示データおよび見本作業データの両者を、交互に、あるいは同時に表示する（図20のステップS43）。例えば作業指示データは、作業指示図および作業指示メッセージ、見本作業データは、見本作業データのビットマップ画像または動画を表示するものである。これにより、作業者13に見本作業データを示すことができる。

【0059】

上記のように構成された実施の形態4の作業確認システムによれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんこと、見本作業データを表示することができるため、作業者に作業内容の改善を促すことができる。

【0060】

実施の形態5.

上記各実施の形態においては、グローブを着用する作業者の個人差に対応する場合については特に示していないが、本実施の形態5においては、作業者の個人差に対応する場合について説明する。図21はこの発明の実施の形態5における作業確認システムの個人差補正用マークの構成を示す図、図22はこの発明の実施の形態5における作業確認システムの動作を示したフローチャートである。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。個人差補正用マーク100は、個人差を補正するための処理を行うためのものであり、例えば色、輝度、模様の特徴があり画像処理部34により一般的な画像処理方法で容易に検出できるようなものがある。例えば、赤色の樹脂製球が考えられる。

【0061】

本実施の形態5において作業定義部31は、作業指示データとして、作業指示図、作業指示メッセージ、タイムアウト時間、検出範囲の判定条件に加えて、作業位置の基準値、作業者13の作業位置の個人差補正值を含むものとする。例えば、作業位置の基準値および個人差補正值はピクセル単位の長さとする。そして、個人差補正值は、作業者13を識別する文字列をキーとして、各キーに対応した値を保持する辞書形式のデータ構造に格納することにより、作業者13毎に個人差補正值を格納するものである。

【0062】

次に上記のように構成された実施の形態5における作業確認システムの動作について説明する。作業内容の作業位置の基準値および作業者13の作業位置の個人差補正值を含める動作以外は、上記各実施の形態と同様であるためその説明を適宜省略する。まず、作業者13によって、図21に示すように、個人差補正用マーク100を親指23と人差し指24とによって保持させる。そしてこの状態を撮像機器15にて撮影して作業者13が個人差補正用マーク100を保持した状態のマーク2を撮影した補正用画像データを取得する（図22のステップS50）。

【0063】

次に、画像処理部34によって個人差補正用マーク100の検出位置から作業位置までの長さを求め、この長さを作業位置の個人差補正值hを検出する（図22のステップS52）。この作業位置の個人差補正值hの登録は、上記各実施の形態において示した、作業指示準備のステップS1より前の段階にて作業を行う。既に登録された状態であれば、次の作業からは作業の開始時に作業者13を識別する文字列を入力すれば、その文字列をキーとして過去に登録した作業位置の個人差補正值hを参照し、制御機器18を再度停止するまでは当該登録作業は省略する。

【0064】

そして、作業内容を判定する場合において、ステップS4を経て、推定位置と推定方向との推定値を検出した後、作業定義部31に登録されている作業位置の基準値bおよび個人差補正值hを抽出して推定値を修正する。具体的には、作業方向の推定値角度t、作業位置の推定位置(x、y)、作業位置の個人差補正值h、基準値bより、下記式に示すように行い、反映された推定位置の推定値の修正値(X'、Y')が算出される。

$$X' = x - (h - b) \times \cos(t)$$

10

20

30

40

50

$$Y' = y - (h - b) \times \sin(t)$$

この補正された推定値（ X' 、 Y' ）を、推定位置と推定方向の推定値（修正値）として、以後のステップＳ５から上記各実施の形態と同様に動作を行い判定を行う。

【００６５】

上記のように構成された実施の形態５の作業確認システムによれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんこと、グローブを装着する個人差に、親指および人差し指の長さの個人差によらず合否判定を行うことができる。

【００６６】

実施の形態６．

上記各実施の形態においては撮像機器１５を固定して備える例を示したが、これに限られることはなく、本実施の形態６においては、撮像機器を可搬型とする場合について説明する。図２３はこの発明の実施の形態６における作業確認システムの構成を示す図、図２４は図２３に示した作業確認システムの撮像機器の構成を示す図、図２５は図２３に示した作業確認システムの位置基準マークを示した図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。このように可搬型の撮像機器を使用する場合には、図２３に示すように、作業対象物１２または作業対象物１２を位置決めする治具に、位置基準マーク１０３を設置して、撮像機器１０１にてこの位置基準マーク１０３を撮影することにより撮影位置を確定するものである。

【００６７】

可搬型の撮像機器１０１としては、作業員１３が装着可能なヘッドマウント型の撮像機器１０１が考えられる。撮像機器１０１は、カメラ本体１１１、カメラレンズ１１２、ベルト１１３、バックル１１４、１１５とにて構成され、作業員１３の額や作業帽などに装着することができる。そして、位置基準マーク１０３は、例えば図２３および図２５に示すように、作業対象物１２の四隅に表示することが考えられる。尚、図２５は、図２３において四隅に表示した位置基準マーク１０３ａ、１０３ｂ、１０３ｃ、１０３ｄの拡大した図を示すものである。

【００６８】

次に上記のように構成された実施の形態６における作業確認システムの動作について説明する。画像処理部３４の以下に示す動作以外は、上記各実施の形態と同様であるためその説明を適宜省略する。画像処理部３４は、画像信号に写る各位置基準マーク１０３ａ、１０３ｂ、１０３ｃ、１０３ｄを検出して、推定位置および推定方向の推定値を、各位置基準マーク１０３ａ、１０３ｂ、１０３ｃ、１０３ｄと、グローブ１１との位置関係から求めることができる。

【００６９】

上記のように構成された実施の形態６の作業確認システムによれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんこと、撮像機器が可搬型であるため、固定した撮像機器では障害物などで作業位置が隠れてしまうような状況であっても、撮影位置と方向を変えて画像信号を得ることができる。特にヘッドマウント型の撮像機器であれば、作業員から見た作業状況に近い画像信号が得られるため、障害物などで作業位置が隠れることが少ないと考えられる。

【００７０】

実施の形態７．

上記各実施の形態においては撮像機器を１台の例を示したが、これに限られることはなく、複数台の撮像機器を用いて、各撮像機器が作業状況を撮影できるように配置することも可能である。図２６はこの発明の実施の形態７における作業確認システムの構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。撮像機器１５は、第一撮像機器１５ａと第二撮像機器１５ｂとの複数台から構成される。

【００７１】

上記のように構成された実施の形態７の作業確認システムによれば、上記各実施の形態

10

20

30

40

50

と同様の効果を奏するのはもちろんこと、一方向からの撮像では死角となる部分において作業位置（グローブのマークの位置、マークの示す方向）を検出することができる。この場合、作業判定は、最も位置検出に望ましい撮像機器の画像を用いるよう、予め選択しておき、作業判定データを作成しておけばよい。

【 0 0 7 2 】

尚、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

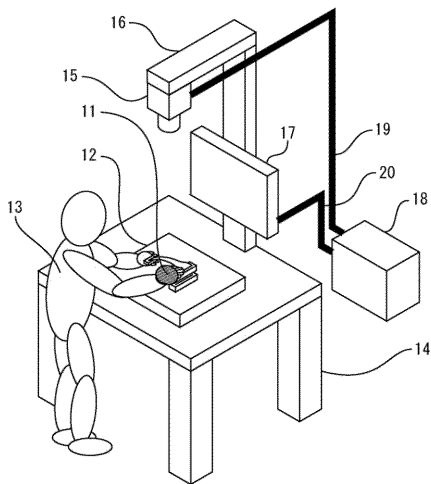
【 符号の説明 】

【 0 0 7 3 】

2 マーク、3 右手、11 グローブ、12 作業対象物、13 作業者、10
14 作業機、15 撮像機器、15a 第一撮像装置、15b 第二撮像装置、
16 支持台、17 表示器、18 制御機器、19 画像信号入力線、
20 表示信号出力線、21 マーク、22 マーク、23 親指、24 人差し指、
25 中指、26 薬指、31 作業定義部、32 作業指示部、33 画像入力部、
34 画像処理部、35 作業確認部、36 結果記録部、41 設定画面、
42 作業指示画面、43 作業結果画面、50 マーク、51 マーク、
52 マーク、53 マーク、54 マーク、55 マーク、56 マーク、
57 マーク、58 マーク、59 マーク、60 マーク、61 マーク、
70 画像データ、71 コネクタ、72 コネクタ受け側、73 基板、
74 検出範囲、81 線分、82 線分、83 線分、84 線分、85 有向線分、20
86 中点、87 有向線分、88 中点、91 作業名、92 作業指示図、
93 作業指示メッセージ、94 組立台数の目標／実績、95 画像信号、
96 作業確認状態表示、97 作業対象変更ボタン、98 作業中断ボタン、
100 個人差補正用マーク、101 撮像機器、102 無線通信経路、
103 位置基準マーク、111 カメラ本体、112 カメラレンズ、
113 ベルト、114 バックル、115 バックル、121 位置基準マーク、
122 位置基準マーク、123 位置基準マーク、124 位置基準マーク、
131 撮像機器、132 撮像機器、201 基準有向線分、202 中点、
203 基準有向線分、204 中点、205 判定条件、206 判定条件、
207 基準有向線分、208 基準有向線分、209 判定条件、210 判定条件。30

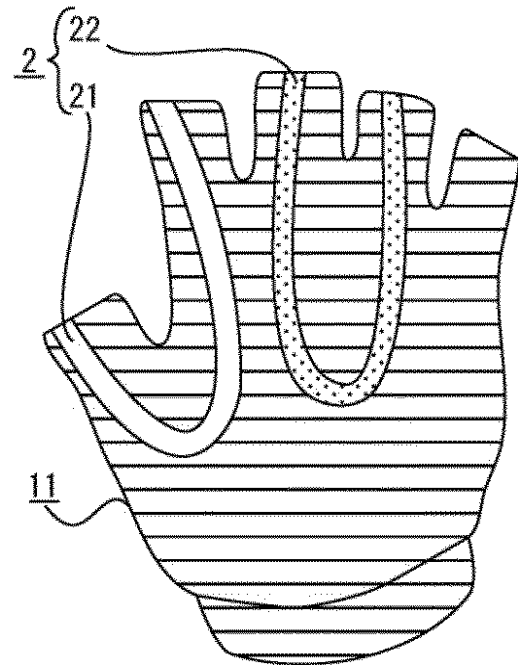
【図 1】

図1



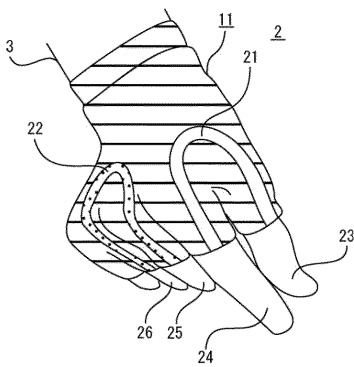
【図 2】

図2



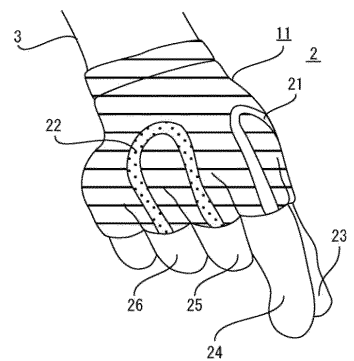
【図 3】

図3



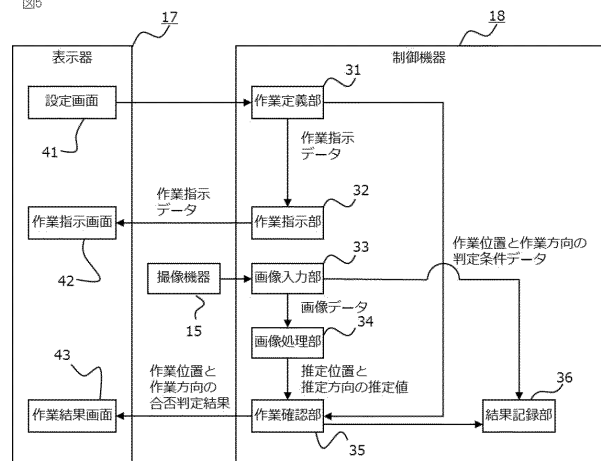
【図 4】

図4

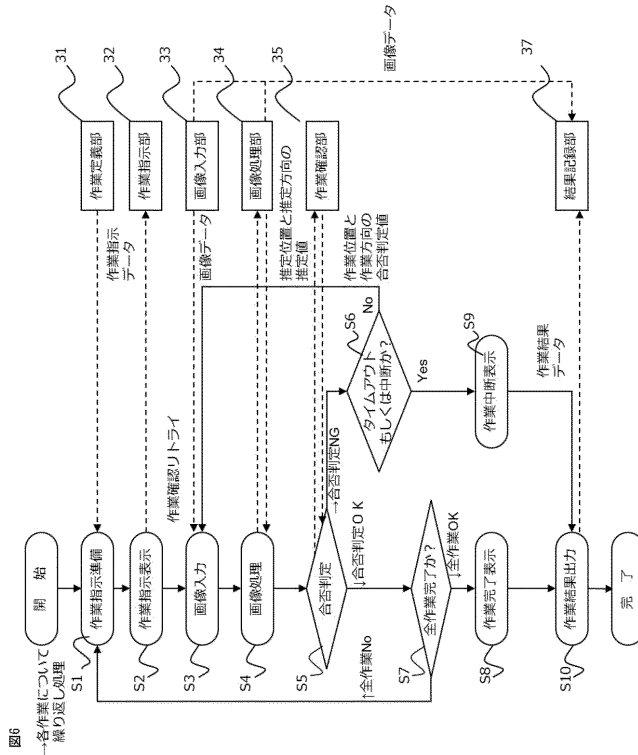


【図 5】

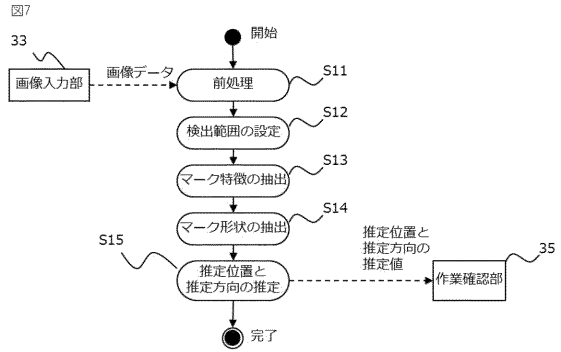
図5



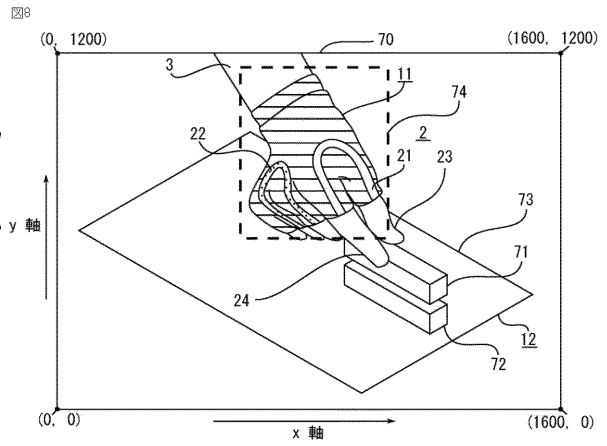
【図 6】



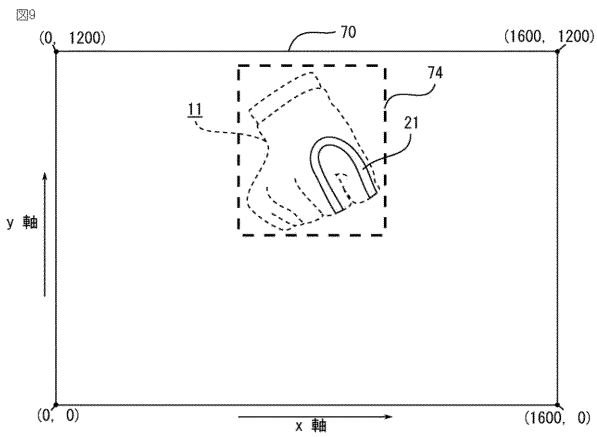
【図 7】



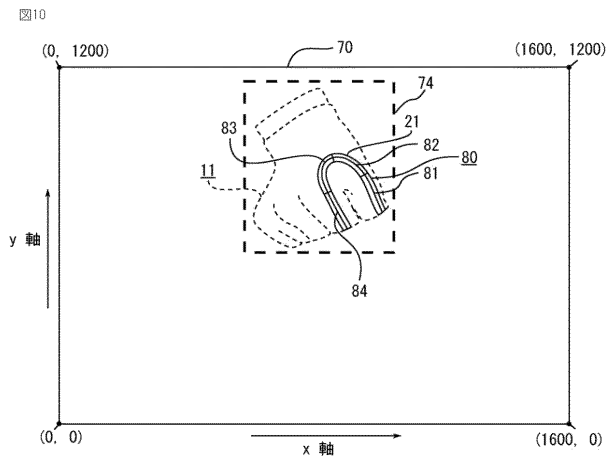
【図 8】



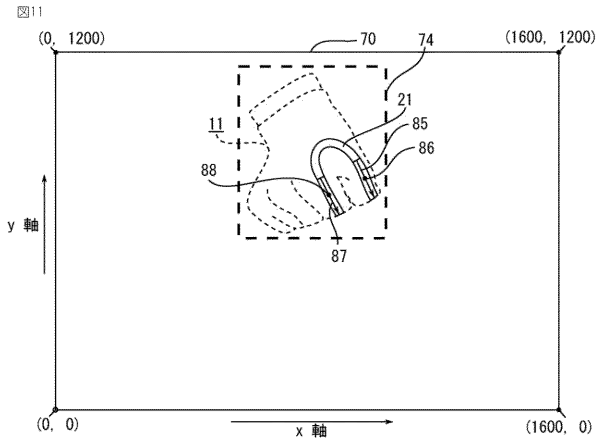
【図 9】



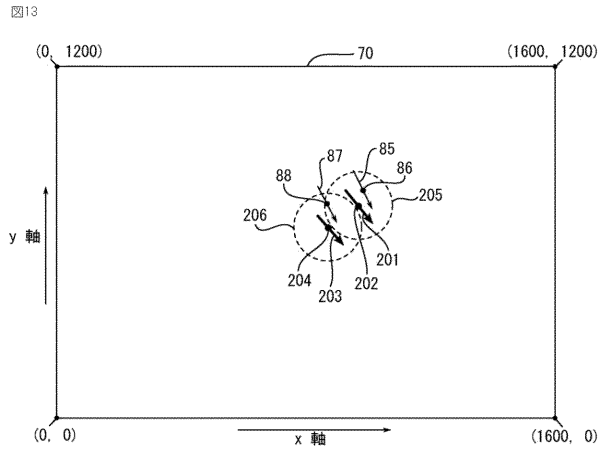
【図 10】



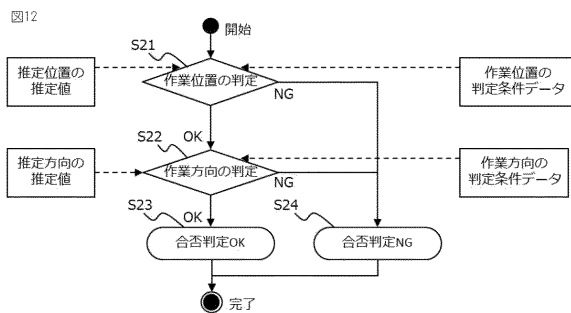
【図 1 1】



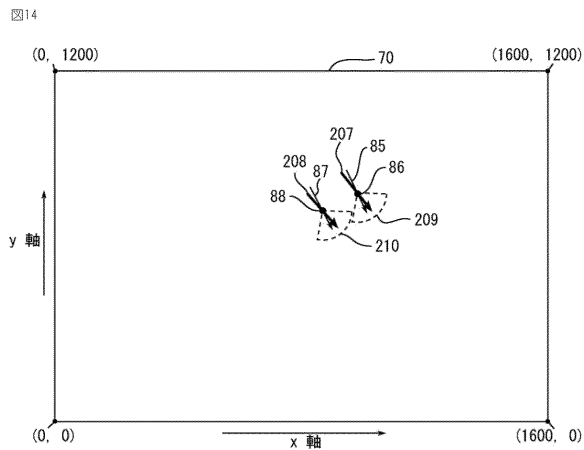
【図 1 3】



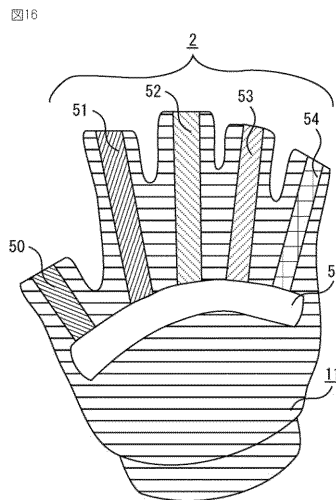
【図 1 2】



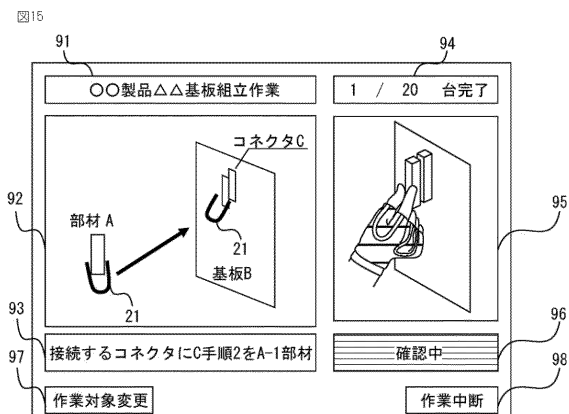
【図 1 4】



【図 1 6】

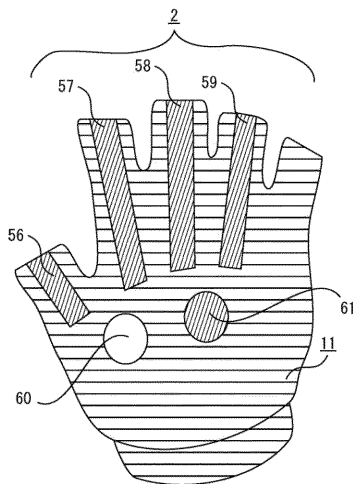


【図 1 5】



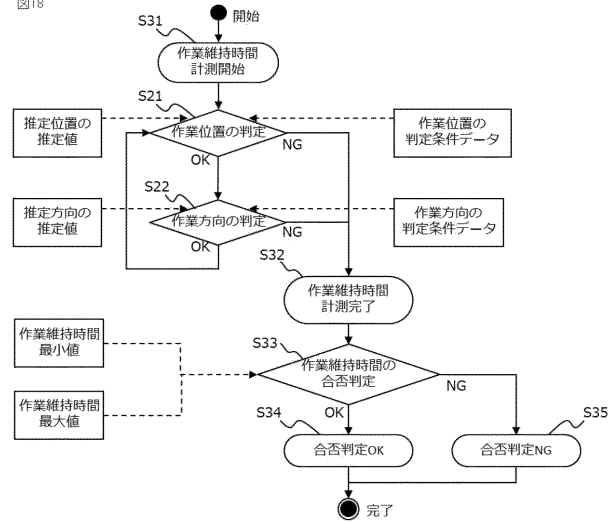
【図 17】

図17



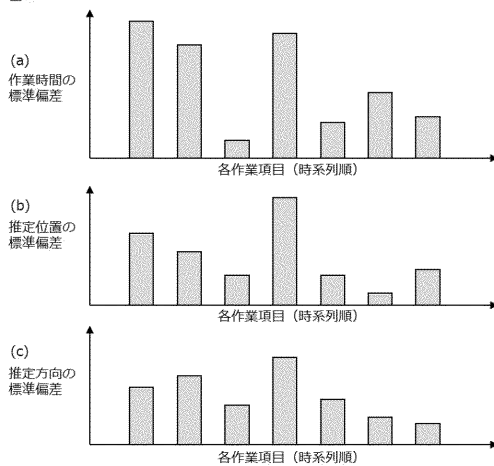
【図 18】

図18



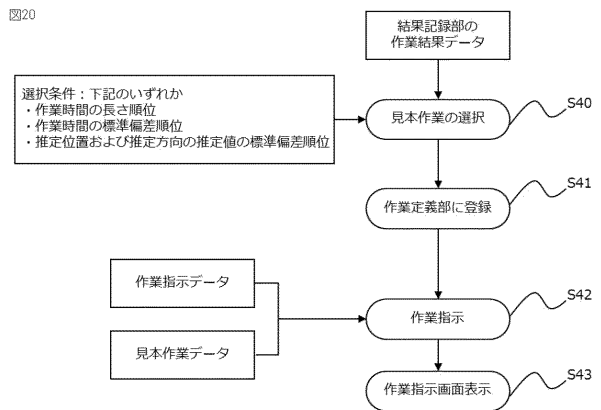
【図 19】

図19



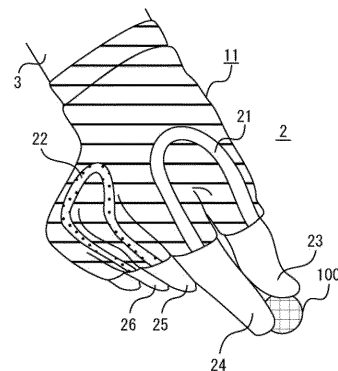
【図 20】

図20

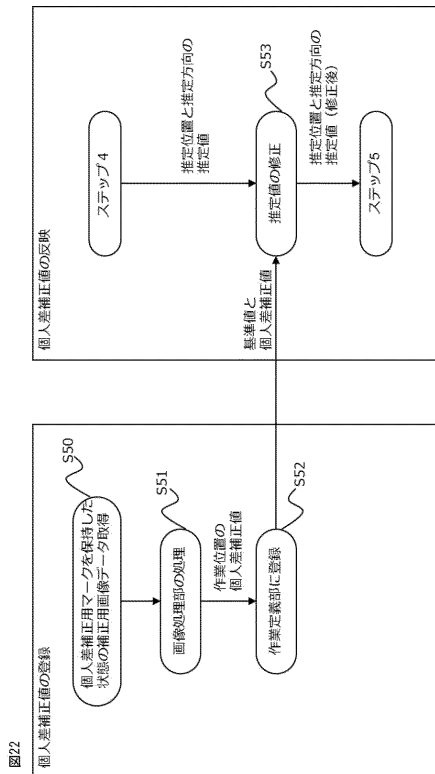


【図 21】

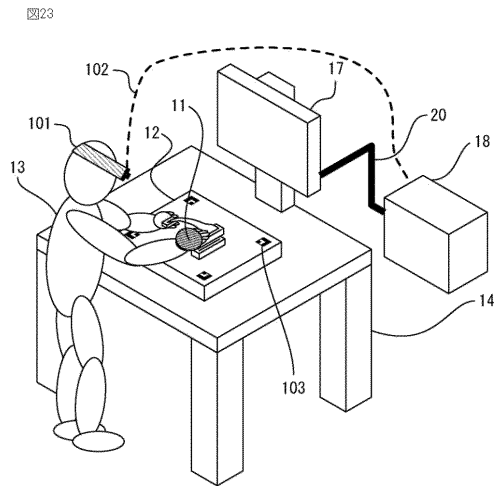
図21



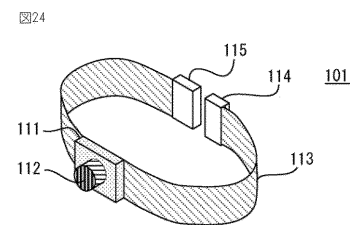
【 図 2 2 】



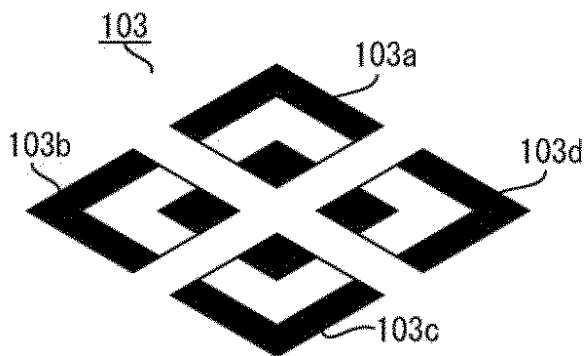
【 図 2 3 】



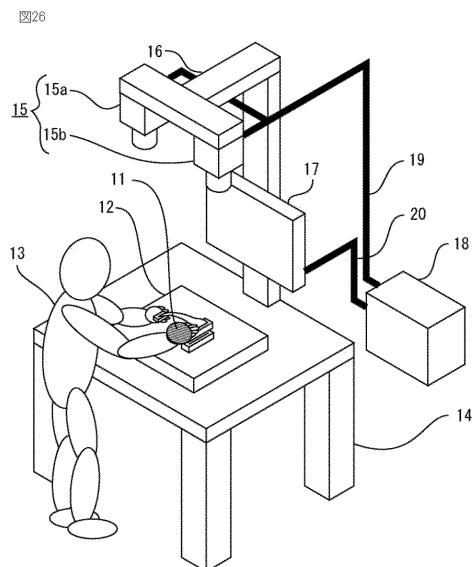
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 白石 忠道

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3C100 AA29 AA38 AA56 AA57 BB17 BB34

5L049 CC04