

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7310750号
(P7310750)

(45)発行日 令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日 令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 6 T	1/00 (2006.01)	G 0 6 T	1/00	5 1 0	
G 0 1 N	21/88 (2006.01)	G 0 1 N	21/88		Z
G 0 1 B	11/26 (2006.01)	G 0 1 B	11/26		H

請求項の数 5 (全18頁)

(21)出願番号	特願2020-134738(P2020-134738)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和2年8月7日(2020.8.7)	(74)代理人	100103894 弁理士 家入 健
(65)公開番号	特開2022-30615(P2022-30615A)	(72)発明者	椿 裕太 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(43)公開日	令和4年2月18日(2022.2.18)	(72)発明者	佐藤 駿 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	令和4年8月9日(2022.8.9)	審査官	鈴木 肇

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 色味補正システム及び色味補正方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワーク内の部品組付け位置を画像判定する際の画像判定における色味補正システムであって、

対象ワークを撮像した対象ワーク画像と前記対象ワークの設計情報を受信する受信部と、
基準ワークを撮像した基準ワーク画像を保存する基準ワーク画像保存部と、

前記受信された対象ワーク画像と前記受信された設計情報に基づいて前記対象ワークが前記基準ワークよりも傾いているか否かを判別する画像判別部と、

前記対象ワークが傾いていると判断された場合、前記保存された基準ワーク画像と前記対象ワーク画像に基づいて前記対象ワークの傾き角を推定する計算処理部と、

前記傾き角と色味補正值との関係を保存する色味データ保存部と、

前記推定された傾き角と前記保存された関係に応じた色味補正式とに基づいて、前記対象ワーク画像の色味を補正する画像補正部と、

前記補正された対象ワーク画像を送信及び/または表示する出力部と、

を備えることを特徴とする色味補正システム。

【請求項2】

前記計算処理部は、前記基準ワーク画像と前記対象ワーク画像とを比較し、前記基準ワークと前記対象ワークの輪郭の差分と各頂点の分光量から前記対象ワークの傾き角を推定する、

請求項1に記載の色味補正システム。

【請求項 3】

前記計算処理部は、前記基準ワーク及び前記対象ワークの任意の点の照度に基づき、前記対象ワークの任意の点の第1の軸方向の座標を算出し、前記算出した座標から前記対象ワークの第1の軸周りの傾き角を推定する、

請求項2に記載の色味補正システム。

【請求項 4】

前記計算処理部は、前記第1の軸周りの傾き角と、前記基準ワークの任意の点の3次元座標と、前記対象ワークの任意の点の3次元座標とに基づいて、前記対象ワークの第2の軸周り及び第3の軸周りの傾き角を推定する、

請求項3に記載の色味補正システム。

10

【請求項 5】

ワーク内の部品組付け位置を画像判定する際の画像判定における色味補正方法であって、対象ワークを撮像した対象ワーク画像と前記対象ワークの設計情報を受信し、

基準ワークを撮像した基準ワーク画像を保存し、

前記受信された対象ワーク画像と前記受信された設計情報に基づいて前記対象ワークが前記基準ワークよりも傾いているか否かを判別し、

前記対象ワークが傾いていると判断された場合、前記保存された基準ワーク画像と前記対象ワーク画像に基づいて前記対象ワークの傾き角を推定し、

前記傾き角と色味補正值との関係を保存し、

前記推定された傾き角と前記保存された関係に応じた色味補正式とに基づいて、前記対象ワーク画像の色味を補正し、

20

前記補正された対象ワーク画像を送信及び/または表示する、

ことを特徴とする色味補正方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、色味補正システム及び色味補正方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

車両等の製造工程において、ワークに部品を組み付ける際、ワーク内の組み付けた部品を撮像し、撮像した画像を用いて部品組付け位置を判定する検査業務が行われている。この業務では、通常、検査員が画像を見て部品組付け位置を判定するため、良好な画像を用いる必要がある。画像処理に関連する技術として、例えば、特許文献1や2が知られている。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開2017-072945号公報
特開2005-159650号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

しかしながら、上記検査業務のためのシステムにおいて、ワーク内の部品組付け位置を画像判定する際、ワークの傾きに応じて画像における部品の色味が変化するため、製造現場で誤欠品を検出することができないという問題がある。

【0005】

これは、ワークが傾くことで、任意の部品において光源からの距離と光源に対する角度が変化することに起因する。ワークの傾きに伴い、入射光の照度と反射率が変化するため、部品の色味がワークの傾きに応じて変化してしまうのである。よって、画像上見た限りでは基準のものとは異なる色合いになり部品の判別や誤欠品の検出が困難となる。

50

【 0 0 0 6 】

これに対して、特許文献 1 では、被写体の撮像画像を取得し、該撮像画像の撮像時に表示部に表示されていた画像の色特性に基づいて、該色特性を相殺する色補正を行うための色補正情報を生成し、該色補正情報に基づいて撮像画像を補正する技術が開示されている。また、特許文献 2 では、撮影装置により被写体を撮影することで得られた画像を処理し、輝度と濃度の関係を表す階調変換テーブルを生成し、階調変換テーブルを元に画像を補正する技術が開示されている。しかしながら、これらの関連する技術では、同一光源において色補正を行うことができず、被写体の傾きに対応して色補正を行うことができない。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、ワークの傾きによる画像の色味の変化を抑えることが可能な色味補正システム及び色味補正方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様に係る色味補正システムは、ワーク内の部品組付け位置を画像判定する際の画像判定における色味補正システムであって、対象ワークを撮像した対象ワーク画像と前記対象ワークの設計情報を受信する受信部と、基準ワークを撮像した基準ワーク画像を保存する基準ワーク画像保存部と、前記受信された対象ワーク画像と前記受信された設計情報に基づいて前記対象ワークが前記基準ワークよりも傾いているか否かを判別する画像判別部と、前記対象ワークが傾いていると判断された場合、前記保存された基準ワーク画像と前記対象ワーク画像に基づいて前記対象ワークの傾き角を推定する計算処理部と、前記傾き角と色味補正值との関係を保存する色味データ保存部と、前記推定された傾き角と前記保存された関係に応じた色味補正式とに基づいて、前記対象ワーク画像の色味を補正する画像補正部と、前記補正された対象ワーク画像を送信及び/または表示する出力部と、を備える。

【 0 0 0 9 】

この一態様において、前記計算処理部は、前記基準ワーク画像と前記対象ワーク画像とを比較し、前記基準ワークと前記対象ワークの輪郭の差分と各頂点の分光量から前記対象ワークの傾き角を推定してもよい。

【 0 0 1 0 】

また、前記計算処理部は、前記基準ワーク及び前記対象ワークの任意の点の照度に基づき、前記対象ワークの任意の点の第 1 の軸方向の座標を算出し、前記算出した座標から前記対象ワークの第 1 の軸周りの傾き角を推定してもよい。

【 0 0 1 1 】

さらに、前記計算処理部は、前記第 1 の軸周りの傾き角と、前記基準ワークの任意の点の 3 次元座標と、前記対象ワークの任意の点の 3 次元座標とに基づいて、前記対象ワークの第 2 の軸周り及び第 3 の軸周りの傾き角を推定してもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様に係る色味補正方法は、ワーク内の部品組付け位置を画像判定する際の画像判定における色味補正方法であって、対象ワークを撮像した対象ワーク画像と前記対象ワークの設計情報を受信し、基準ワークを撮像した基準ワーク画像を保存し、前記受信された対象ワーク画像と前記受信された設計情報に基づいて前記対象ワークが前記基準ワークよりも傾いているか否かを判別し、前記対象ワークが傾いていると判断された場合、前記保存された基準ワーク画像と前記対象ワーク画像に基づいて前記対象ワークの傾き角を推定し、前記傾き角と色味補正值との関係を保存し、前記推定された傾き角と前記保存された関係に応じた色味補正式とに基づいて、前記対象ワーク画像の色味を補正し、前記補正された対象ワーク画像を送信及び/または表示する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、ワークの傾きによる画像の色味の変化を抑えることが可能な色味補正

10

20

30

40

50

システム及び色味補正方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施の形態に係るワーク検査システムの概略的な構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る色味補正システムの概略的な構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態に係るワーク検査システムの処理フローを示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態に係る画像取得処理の処理フローを示すフローチャートである。

10

【図5】本発明の実施の形態に係る画像補正処理の処理フローを示すフローチャートである。

【図6】ワークの幅の検出例を示す図である。

【図7】ワークの傾き有りの場合の画像判別例を示す図である。

【図8】ワークの傾き無しの場合の画像判別例を示す図である。

【図9】本発明の実施の形態に係るワーク傾き角及び色味補正式算出処理の処理フローを示すフローチャートである。

【図10】画像の照度算出例を示す図である。

【図11】照度と距離の関係を示す図である。

20

【図12】ワークの傾き有りの場合と傾き無しの場合の座標例を示す図である。

【図13】傾き角に対応した色味データ例を示す図である。

【図14】本発明の実施の形態に係る画像表示処理の処理フローを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。ただし、本発明が以下の実施の形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載および図面は、適宜、省略、および簡略化がなされている。なお、各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略されている。

30

【0016】

図1は、本発明の実施の形態に係るワーク検査システムの概略的な構成を示すブロック図であり、図2は、このワーク検査システムに含まれる色味補正システム（明度・色味補正システム）の概略的な構成を示すブロック図である。本実施の形態に係るワーク検査システム1は、部品が組み付けられたワークを撮像したワーク画像に基づき、ワークの部品組み付け状態を検査するシステムである。また、色味補正システム2（判定PC400）は、ワーク検査システム1において、ワークの傾きに応じてワーク画像の色味を補正するシステムである。なお、本実施の形態におけるワークは、例えば車両の製造のためのワークであるが、車両に限らず任意の製造物のワークでもよい。

【0017】

40

図1に示すように、ワーク検査システム1は、撮影設備100と、生産計画PC200と、設計部サーバ300と、判定PC400と、検査員PC500とを備える。撮影設備100、生産計画PC200、設計部サーバ300、判定PC400及び検査員PC500は、LAN（Local Area Network）等の通信網を介して通信可能に接続されている。

【0018】

撮影設備100は、生産指示に応じて、部品が組み付けられたワークを撮影する設備（システム）である。撮影設備100は、生産指示受信部110と、ワーク撮影部120と、撮影データ転送部130とを備える。生産指示受信部110、ワーク撮影部120及び撮影データ転送部130を、それぞれ別の装置で構成してもよいし、撮影設備100に必要な機能を1つまたは複数の任意の装置で実現してもよい。

50

【 0 0 1 9 】

生産指示受信部 1 1 0 は、生産計画 P C 2 0 0 からワークの生産指示を受信する受信部である。生産指示は、ワークを生産するための指示であるとともに、生産されるワークを撮影するための撮影指示でもある。生産指示受信部 1 1 0 は、P C (Personal Computer) やタブレット端末等の情報処理装置でもよいし、ワーク撮影部 1 2 0 と同じカメラ等の撮影機器でもよい。

【 0 0 2 0 】

ワーク撮影部 1 2 0 は、ワークを撮影 (撮像) するカメラ等の撮影機器 (撮像部) である。ワーク撮影部 1 2 0 は、ワーク組み付け装置の近傍の所定の位置に固定されており、生産指示の受信に応じて部品が組み付けられたワークを撮影し、ワークを含む 2 次元のワーク画像を生成する。

10

【 0 0 2 1 】

撮影データ転送部 1 3 0 は、判定 P C 4 0 0 へ撮影したデータを送信 (転送) する送信部である。この例では、撮影したデータとして、ワーク撮影部 1 2 0 が撮影したワーク画像と、ワークの車種情報と、ワークの測定部位情報を送信する。車種情報は、ワークにより製造される車種を示す情報 (例えば車両の型式) であり、測定部位情報は、ワークの部位 (例えば車両の中の部位) を示す情報である。車種情報及び測定部位情報は、ワークを識別するワーク情報でもある。車種情報及び測定部位情報は、予め設定されていてもよいし、ワークの撮影時にワーク組み付け装置等から取得してもよい。撮影データ転送部 1 3 0 は、ワーク撮影部 1 2 0 がワークを撮影すると、撮影したワーク画像、車種情報及び測定部位情報を判定 P C 4 0 0 へ送信する。撮影データ転送部 1 3 0 は、P C やサーバ等の情報処理装置でもよいし、その他の送信装置でもよい。

20

【 0 0 2 2 】

生産計画 P C 2 0 0 は、車両などの生産計画を管理し、ワークの生産指示を行う装置である。生産計画 P C 2 0 0 は、生産指示受付部 2 1 0 と、生産指示送信部 2 2 0 とを備える。生産計画 P C 2 0 0 は、例えば P C やサーバ等の情報処理装置で構成されるが、生産計画 P C 2 0 0 に必要な機能を複数の任意の装置で実現してもよい。

【 0 0 2 3 】

生産指示受付部 2 1 0 は、ワークの生産指示を受け付ける受付部である。例えば、生産指示受付部 2 1 0 は、入力または受信により生産指示を受け付ける。すなわち、生産指示受付部 2 1 0 は、管理者の入力操作により生産指示を入力する入力装置でもよいし、他の装置から生産指示を受信する受信装置でもよい。

30

【 0 0 2 4 】

生産指示送信部 2 2 0 は、生産指示を撮影設備 1 0 0 へ送信する送信部である。生産指示送信部 2 2 0 は、生産指示受付部 2 1 0 が生産指示を受け付けると、受け付けた生産指示を撮影設備 1 0 0 や他の装置へ送信する。

【 0 0 2 5 】

設計部サーバ 3 0 0 は、車両などのワーク及び部品の設計情報を管理し、他の装置からの要求等に応じて設計情報を送信する装置である。設計部サーバ 3 0 0 は、設計情報蓄積部 3 1 0 と、設計情報送信部 3 2 0 とを備える。設計部サーバ 3 0 0 は、例えばサーバや P C 等の情報処理装置で構成されるが、設計部サーバ 3 0 0 に必要な機能を複数の任意の装置で実現してもよい。

40

【 0 0 2 6 】

設計情報蓄積部 3 1 0 は、ワーク及び部品の設計情報を蓄積する蓄積部である。設計情報蓄積部 3 1 0 は、設計部サーバ 3 0 0 の内部または外部の記憶装置やデータベースでもよいし、記憶装置内の保存領域でもよい。設計情報送信部 3 2 0 は、設計情報を判定 P C 4 0 0 へ送信する送信部である。設計情報送信部 3 2 0 は、判定 P C 4 0 0 からの要求に応じて、設計情報蓄積部 3 1 0 に蓄積された該当するワークや部品の設計情報を判定 P C 4 0 0 へ送信する。

【 0 0 2 7 】

50

判定PC400は、ワーク画像の傾きを判別し色味を補正する装置である。本実施の形態に係る色味補正システム2は、例えば判定PC400から構成されるが、必要に応じてその他の装置や機能を備えてもよい。図2に示すように、判定PC400は、受信部410と、蓄積部420と、画像処理部430と、出力部440とを備える。判定PC400は、例えばPCやサーバ等の情報処理装置で構成されるが、判定PC400に必要な機能を複数の任意の装置で実現してもよい。

【0028】

受信部410は、撮影設備100や設計部サーバ300から情報を受信する受信部である。受信部410は、撮影データ受信部411と、設計情報受信部412とを有する。撮影データ受信部411は、撮影設備100から送信されたワーク画像、車種情報及び測定部位情報を受信する。設計情報受信部412は、設計部サーバ300から送信されたワークの設計情報を受信する。

10

【0029】

蓄積部420は、ワーク画像を処理するために必要なデータを蓄積する蓄積部（記憶部）である。蓄積部420は、判定PC400の内部または外部の記憶装置やデータベースでもよいし、記憶装置内の保存領域でもよい。蓄積部420は、未処理データ保存部421と、基準画像データ保存部422と、色味データ保存部423とを有する。

【0030】

未処理データ保存部421は、撮影データ受信部411が撮影設備100から受信したワーク画像、車種情報及び測定部位情報を保存する。未処理データ保存部421が保存する未処理データは、画像処理部430が処理する前もしくは処理中のデータである。未処理データのワーク画像には、基準ワーク画像と検査対象ワーク画像が含まれる。基準ワーク画像は、予め検査前に基準となる（傾きの無い）状態のワーク（基準ワーク）を撮影した画像であり、傾きや補正の基準となる画像である。検査対象ワーク画像は、検査時に検査対象のワーク（検査対象ワーク）を撮影した画像である。検査対象ワーク画像または基準ワーク画像のいずれかまたは両方をワーク画像と言う場合がある。基準画像データ保存部422は、基準ワーク画像を保存する基準ワーク画像保存部である。基準画像データ保存部422は、例えば画像処理部430が基準ワーク画像であると判断した画像を保存するが、撮影設備100から受信した画像を直接保存してもよい。色味データ保存部423は、予め学習されたワーク傾き角（傾き角度）と色味データ（色味補正值）の関係を保存する。

20

30

【0031】

画像処理部430は、ワーク画像の判別及び補正を行う処理部である。画像処理部430は、画像判別部431と、計算処理部432と、画像補正部433とを有する。画像判別部431は、設計部サーバ300から受信した設計情報をもとに、未処理データ保存部421に保存されたワーク画像のワークが傾いているか否かを判別する。例えば、検査対象ワークが基準ワークよりも傾いているか否かを判別する。なお、画像判別部431は、基準ワーク画像の基準ワークをもとに検査対象ワーク画像の検査対象ワークの傾きの有無を判別してもよい。

【0032】

計算処理部432は、基準画像データ保存部422に保存された基準ワーク画像と未処理データ保存部421に保存された検査対象ワーク画像に基づいて、検査対象ワークのワーク傾き角を推定する。計算処理部432は、画像処理部430により検査対象ワークが傾き有りと判断された場合に、検査対象ワークのワーク傾き角を推定する。ワーク傾き角は、基準ワークに対する検査対象ワークの3次元の傾き（傾き角度）である。また、計算処理部432は、色味データ保存部423に保存されたワーク傾き角と色味データの関係に基づいた色味補正式を求める。画像補正部433は、推定されたワーク傾き角と色味補正式を用いて、検査対象ワーク画像の色味を補正する。

40

【0033】

出力部440は、色味を補正した色味補正後画像を送信または表示により出力する出力

50

部である。出力部 4 4 0 は、補正画像転送部 4 4 1 と、表示部 4 4 2 とを有する。補正画像転送部 4 4 1 及び表示部 4 4 2 の両方を有していてもよいし、いずれか一方を有していてもよい。補正画像転送部 4 4 1 は、色味補正後画像を検査員 P C 5 0 0 へ送信する送信部である。表示部 4 4 2 は、色味補正後画像を表示する液晶表示装置などの表示装置である。なお、補正前の画像と補正後の画像を出力してもよい。また、検査対象ワーク画像とともに基準ワーク画像を出力してもよい。例えば、ワークの傾きの有無や傾き角が表示されるように出力してもよい。

【 0 0 3 4 】

検査員 P C 5 0 0 は、表示されるワーク画像をもとに検査員が検査を行う装置である。図 1 に示すように、検査員 P C 5 0 0 は、受信部 5 1 0 と、表示部 5 2 0 とを備える。検査員 P C 5 0 0 は、例えば P C やサーバ等の情報処理装置で構成されるが、検査員 P C に必要な機能を複数の任意の装置で実現してもよい。受信部 5 1 0 は、色味補正後画像を判定 P C 4 0 0 から受信する受信部である。表示部 5 2 0 は、受信した色味補正後画像を表示する液晶表示装置などの表示装置である。

10

【 0 0 3 5 】

図 3 は、本実施の形態に係るワーク検査システム 1 の処理フローを示すフローチャートである。図 3 に示すように、ワーク検査システム 1 は、ワーク画像を取得する画像取得処理 (S 1 0 1)、取得されたワーク画像を補正する画像補正処理 (S 1 0 2)、補正されたワーク画像を表示する画像表示処理 (S 1 0 3) の順に処理を行う。

【 0 0 3 6 】

まず、S 1 0 1 の画像取得処理について説明する。図 4 は、画像取得処理の処理フローを示すフローチャートである。この画像取得処理は撮影設備 1 0 0 により実行され、この処理により、事前に撮影設備 1 0 0 が基準ワークを撮影すると、判定 P C 4 0 0 が基準ワーク画像を取得し、その後、撮影設備 1 0 0 が検査対象ワークを撮影すると、判定 P C 4 0 0 が検査対象ワーク画像を取得する。

20

【 0 0 3 7 】

図 4 に示すように、生産指示受信部 1 1 0 は、生産計画 P C 2 0 0 から生産指示を受信する (S 2 0 1)。生産計画 P C 2 0 0 がワークの生産指示を送信すると、生産指示受信部 1 1 0 は、生産計画 P C 2 0 0 から送信されたワークの生産指示 (撮影指示) を受信する。

30

【 0 0 3 8 】

続いて、ワーク撮影部 1 2 0 は、ワークを撮影する (S 2 0 2)。生産指示受信部 1 1 0 がワークの生産指示を受信すると、ワーク撮影部 1 2 0 は、部品が組み付けられたワークを撮影する。例えば、生産指示に応じてワーク組み付け装置がワークに部品を組み付け、ワーク撮影部 1 2 0 は、部品の組み付けが完了したワークを撮影し、ワーク画像を生成する。

【 0 0 3 9 】

続いて、撮影データ転送部 1 3 0 は、ワーク画像、車種情報及び測定部位情報を判定 P C 4 0 0 へ送信する (S 2 0 3)。ワーク撮影部 1 2 0 がワーク画像を撮影すると、撮影データ転送部 1 3 0 は、撮影したワークの車種情報及び測定部位情報 (ワーク情報) を取得し、ワーク画像、車種情報及び測定部位情報を、判定 P C 4 0 0 の未処理データ保存部 4 2 1 へ送信する。そうすると、判定 P C 4 0 0 の未処理データ保存部 4 2 1 は、撮影データ受信部 4 1 1 を介してワーク画像、車種情報及び測定部位情報を受信し保存する。

40

【 0 0 4 0 】

次に、図 3 に示した S 1 0 2 の画像補正処理について説明する。図 5 は、画像補正処理の処理フローを示すフローチャートである。この画像補正処理は判定 P C 4 0 0 により実行され、この処理により、基準ワーク画像と検査対象ワーク画像を比較し、ワークの輪郭の差分と各頂点の分光量からワーク傾き角を推定し、ワークの傾きによる部品の色味を補正する。

【 0 0 4 1 】

50

図5に示すように、画像判別部431は、ワーク画像、車種情報及び測定部位情報を取り込む(S301)。画像判別部431は、撮影設備100から取得し未処理データ保存部421に保存されたワーク画像、車種情報及び測定部位情報を取り込む。

【0042】

続いて、画像判別部431は、設計部サーバ300から該当ワークの設計情報を取得する(S302)。画像判別部431は、設計情報受信部412を介して設計部サーバ300内の設計情報蓄積部310から、撮影されたワーク画像のワークの設計情報を取得する。具体的には、ワーク画像とともに取り込んだ車種情報及び測定部位情報に対応するワークの設計情報を設計部サーバ300に要求し、該当するワークの寸法情報を取得する。

【0043】

続いて、画像判別部431は、ワーク画像のワークの輪郭を検出する(S303)。例えば、画像判別部431は、取り込んだワーク画像に対しエッジ検出処理を行い、画像内のワーク(ワーク領域)の輪郭を抽出する。なお、画像内のワーク領域をワーク画像と呼ぶ場合がある。

【0044】

続いて、画像判別部431は、ワーク画像のワークのX軸方向及びY軸方向の幅(検出サイズ)を検出する(S304)。例えば、図6に示すように、画像判別部431は、検出されたワーク(ワーク領域)の輪郭における各点のX座標の最大値(maxx)と最小値(minx)を求め、次の式(1)のようにX座標の最大値と最小値を合計することで、X軸方向の検出幅(x_m)を算出する。同様に、検出されたワークの輪郭における各点のY座標の最大値(maxy)と最小値(miny)を求め、次の式(1)のようにY座標の最大値と最小値を合計することで、Y軸方向の検出幅(y_m)を算出する。

【数1】

$$\begin{aligned} x_m &= |maxx + minx| \\ y_m &= |maxy + miny| \end{aligned} \quad \dots (1)$$

【0045】

続いて、画像判別部431は、設計情報に基づいて画像上のワークのX軸方向及びY軸方向の設計幅(設計サイズ)を算出する(S305)。画像判別部431は、該当ワークの設計情報である寸法情報に基づいて、画像上のワーク(ワーク領域)のX軸方向の設計幅(x_d)とY軸方向の設計幅(y_d)を求める。例えば、ワークを撮影するワーク撮影部120のカメラパラメータを用いて、ワークの設計図面のX軸方向の寸法とY軸方向の寸法を、画像上のX軸方向の幅とY軸方向の幅に変換する。なお、設計幅の代わりに、基準ワーク画像におけるワークの幅を使用してもよい。

【0046】

続いて、画像判別部431は、ワークの検出幅と設計幅との差分が設計寸法公差以内かどうか判定する(S306)。これにより、撮影したワークが傾いているか否かが判別する。画像判別部431は、ワーク画像におけるワークのX軸方向の検出幅(x_m)と設計幅(x_d)との差が設計寸法公差(h_x)以内かどうか、及び、ワーク画像におけるワークのY軸方向の検出幅(y_m)と設計幅(y_d)との差が設計寸法公差(h_y)以内かどうか判定する。具体的には、次の式(2)を満たすか否かを判断する。式(2)において、h_x及びh_y(バー記号付きのh_x及びh_y)は、X軸方向及びY軸方向の設計寸法公差の平均値である。

【数2】

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned} -\overline{h_x} &\leq x_d - x_m \leq \overline{h_x} \\ -\overline{h_y} &\leq y_d - y_m \leq \overline{h_y} \end{aligned} \quad \dots \quad (2)$$

【 0 0 4 7 】

例えば、式(2)のいずれかを満たさない場合、ワークの傾き有り(基準に対し傾いている)と判断し、式(2)の両方を満たす場合、ワークの傾き無し(基準に対し傾いていない)と判断する。S306において、ワークの検出幅と設計幅との差分が設計寸法公差以内(傾き無し)の場合、判定したワーク画像を基準ワーク画像として基準画像データ保存部422に保存する(S307)。例えば、基準ワーク画像として保存した後、S311以降で補正を行わずに画像を出力する。なお必要に応じて、S308～S310の補正処理を行ってもよい。

10

【 0 0 4 8 】

上記のS301～S306は、画像判別部431がワーク画像に基づいて撮影したワークの傾きの有無を判別する画像判別処理である。図7は、ワークがX軸、Y軸及びZ軸方向に傾き有りの場合の画像判別処理の例を示している。なお、この例では、ワークの形状を画像のX-Y平面(カメラから見た平面視)で四角形としているが、四角形に限らず任意の形状でもよい。また、Z軸方向の形状も限定されない。

20

【 0 0 4 9 】

図7に示すように、撮影したワーク画像の検出値と設計値に基づくワークのX軸方向及びY軸方向の線分の差分を算出する。すなわち、画像判別処理では、上記のように、設計情報から求められる画像上のワークのX軸方向の線分の長さである設計幅(x_d)と、ワーク画像から検出されるワークのX軸方向の線分の長さである検出幅(x_m)との差分を求め、同様に、設計情報から求められる画像上のワークのY軸方向の線分の長さである設計幅(y_d)と、ワーク画像から検出されるワークのY軸方向の線分の長さである検出幅(y_m)との差分を求める。

【 0 0 5 0 】

図7の例では、X軸方向の設計寸法公差(h_x)よりも画像縮尺比を加味した差分($x_d - x_m$)が大きく、また、Y軸方向の設計寸法公差(h_y)よりも画像縮尺比を加味した差分($y_d - y_m$)が大きい。このため、撮影したワークの傾き有りと判定する。この場合、以降の処理で、傾きにより遷移した任意の点(例えば G_0 及び G_1)の座標を取得し、この座標を用いて3次元の傾きを求めることで、色味補正を行う。

30

【 0 0 5 1 】

図8は、ワークの傾き無しの場合の画像判別処理の例を示している。図7と同様、ワークのX軸方向の設計幅(x_d)と検出幅(x_m)との差分を求め、また、ワークのY軸方向の設計幅(y_d)と検出幅(y_m)との差分を求める。図8の例では、X軸方向の設計寸法公差(h_x)以内に画像縮尺比を加味した差分($x_d - x_m$)が収まっており、また、Y軸方向の設計寸法公差(h_y)以内に画像縮尺比を加味した差分($y_d - y_m$)が収まっている。このため、撮影したワークの傾き無しと判定する。この場合、以降の処理で色味補正を行わない。

40

【 0 0 5 2 】

図5に示すように、S306において、ワークの検出幅と設計幅との差分が設計寸法公差よりも大きい(傾き有り)と判断された場合、計算処理部432は、次のS308～S310により色味補正を行う。まず、計算処理部432は、基準ワーク画像と未処理データを取り込む(S308)。この場合の未処理データは検査対象ワーク画像である。すなわち、計算処理部432は、基準画像データ保存部422に保存された基準ワーク画像と未処理データ保存部421に保存された検査対象ワーク画像を取り込む。

50

【 0 0 5 3 】

続いて、計算処理部 4 3 2 は、ワーク傾き角及び色味補正式算出処理を行う (S 3 0 9)。図 9 は、ワーク傾き角及び色味補正式算出処理 (S 3 0 9) の処理フローを示すフローチャートである。

【 0 0 5 4 】

図 9 に示すように、計算処理部 4 3 2 は、検査対象ワークの任意の点の照度を算出する (S 4 0 1)。計算処理部 4 3 2 は、検査対象ワーク画像のワーク (ワーク領域) を抽出し、抽出したワークの輪郭の任意の点を特定する。任意の点として、例えば、図 1 0 に示すように、検査対象ワークの頂点 R 1 ~ R 4 の位置を特定する。計算処理部 4 3 2 は、例えば、検査対象ワーク画像の H S V 値 (H : 色相、 S : 彩度、 V : 輝度) から、頂点 R 1 ~ R 4 の色相 A 1 ~ A 4、彩度 B 1 ~ B 4、明度 C 1 ~ C 4 を取得し、取得した値に基づいて頂点 R 1 ~ R 4 の照度を算出する。なお、H S V 値に限らず、R G B 値やその他の色空間の値を使用してもよい。また、その他の方法で各頂点の分光量 (分光照度) を取得してもよい。

10

【 0 0 5 5 】

続いて、基準ワークと対象ワークの輪郭の差分と各頂点の分光量から対象ワークの傾き角を推定する。この例では、次の S 4 0 2 ~ S 4 0 4 で、2 次元の画像に基づき、ワークの任意の点の照度 (分光量) と、ワークの傾きによる任意の点の座標の遷移 (輪郭の差分) からワークの 3 次元の傾き角を推定する。具体的には、計算処理部 4 3 2 は、検査対象ワークの任意の点の Z 軸座標を算出する (S 4 0 2)。計算処理部 4 3 2 は、基準ワーク画像と検査対象ワーク画像を比較し、光源からの距離と照度の関係より、基準ワーク画像と検査対象ワーク画像の任意の点の照度に基づき、任意の点における Z 軸座標 (例えば第 1 の軸方向の座標) を算出する。例えば、上記のように照度を求めたワークの頂点のいずれかの Z 軸座標を算出する。ここでは、基準ワークの X 軸方向 (例えば第 2 の軸方向) 及び Y 軸方向 (例えば第 3 の軸方向) の平面に対し垂直な方向を Z 軸方向とし、Z 軸方向の任意の位置の光源からワークに対し光が照射されているものとする。

20

【 0 0 5 6 】

図 1 1 に示すように、任意の点の照度は光源からの距離に依存する。光源からの距離 d 1 の位置にある点 P 1 の照度を E 1、光源からの距離 d 2 の位置にある点 P 2 の照度を E 2 とすると、次の式 (3) が成り立つ。例えば、この光源からの距離と照度の関係式から、任意の点の Z 軸座標を求める。なお、式 (3) は一例であり、その他の式を用いてもよい。

30

【 数 3 】

$$E_2 = \frac{1}{\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2} \cdot E_1 \dots (3)$$

【 0 0 5 7 】

基準ワーク画像における基準ワークの各頂点の距離 (Z 軸座標) は所定の距離である。このため、基準ワーク画像における基準ワークの任意の頂点の照度と検査対象ワーク画像における検査対象ワークの任意の頂点の照度から、式 (3) を用いて、検査対象ワークの任意の頂点の Z 軸座標を求めることができる。

40

【 0 0 5 8 】

続いて、計算処理部 4 3 2 は、検査対象ワークの Z 軸周りの回転角を推定する (S 4 0 3)。計算処理部 4 3 2 は、上記のように算出した任意の点の Z 軸座標から Z 軸周りの回転角 z を算出する。例えば、中心点 O の位置を特定し、中心点 O から基準ワーク画像における基準ワークの任意の頂点に延びる線と、中心点 O から検査対象ワーク画像における検査対象ワークの任意の頂点に延びる線との間の Z 軸周りの角度を算出する。

【 0 0 5 9 】

50

続いて、計算処理部 4 3 2 は、検査対象ワークの X 軸周りの回転角及び Y 軸周りの回転角を推定する (S 4 0 4)。例えば、図 1 2 に示すように、傾き無しの場合のワーク (基準ワーク) の任意の点 G₀ の 3 次元座標と傾き有りの場合のワーク (検査対象ワーク) の任意の点 G₁ の 3 次元座標を取得する。X 軸座標及び Y 軸座標は、画像平面から取得でき、Z 軸座標は上記の方法で算出できる。点 G₀ から点 G₁ へのワーク傾きによる遷移と、上記のように算出した回転角 z とから、X 軸周りの回転角及び Y 軸周りの回転角を求める。計算処理部 4 3 2 は、例えば、次の式 (4) を用いて、任意の点において、傾き有無の 2 点の 3 次元座標と Z 軸周りの回転角 z から、X 軸周りの回転角 x、Y 軸周りの回転角 y を算出する。なお、式 (4) は一例であり、その他の式を用いてもよい。これにより、検査対象ワークの 3 次元の傾き角 (x、y、z) が推定される。

10

【数 4】

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_z & \sin \theta_z & 0 \\ -\sin \theta_z & \cos \theta_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \theta_y & 0 & -\sin \theta_y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta_y & 0 & \cos \theta_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta_x & \sin \theta_x \\ 0 & -\sin \theta_x & \cos \theta_x \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} \dots (4)$$

【 0 0 6 0 】

続いて、計算処理部 4 3 2 は、補正值とワーク傾き角から色味補正式を算出する (S 4 0 5)。図 1 3 に示すように、ワークの任意の点における傾き角に対応した色味データを事前に学習し、任意の点ごとに傾き角と色味データを関連付けて色味データ保存部 4 2 3 に保存する。保存されている色味データは、基準値との差分であり、傾き角に応じて補正するための色味補正值である。例えば、色味データは、傾き角 (x、y、z) に対応した R G B 値と H S V 値である。なお、R G B 値及び H S V 値の両方を色味データしてもよいし、いずれか一方のみを色味データしてもよい。さらに、その他の色空間の値を色味データしてもよい。例えば、色味とは所定の色空間で特定される色であり、色味の補正とは、所定の色空間上の位置を補正することである。すなわち、本実施の形態における色味は、R G B や H S V、その他の色空間における任意の要素を含む。

20

【 0 0 6 1 】

計算処理部 4 3 2 は、傾き角と色味の差分 (色味データ) の関係から色味補正式を算出する。具体的には、次の式 (5) により、補正值 W と傾き角 から色味補正式 U を求める。この補正值 W は、傾き角と色味の差分の関係に基づいた値であり、例えば R G B 値の補正值である。例えば任意の点ごとに色味補正式を求めてもよい。

30

【数 5】

$$U = W \cdot \theta \dots (5)$$

$$W = (W_R \quad W_G \quad W_B) = \begin{pmatrix} \alpha_R & \beta_R & \gamma_R \\ \alpha_G & \beta_G & \gamma_G \\ \alpha_B & \beta_B & \gamma_B \end{pmatrix}, \theta = \begin{pmatrix} \theta_x \\ \theta_y \\ \theta_z \end{pmatrix}$$

【 0 0 6 2 】

続いて、図 5 に示すように、画像補正部 4 3 3 は、ワーク傾き角と色味補正式から画像を補正する (S 3 1 0)。画像補正部 4 3 3 は、計算処理部 4 3 2 により推定されたワーク傾き角と上記式 (5) の色味補正式を用いて、検査対象ワーク画像の色味を補正する。例えば、任意の点ごとの色味補正式を用いて、ワークの全体の色味を補正する。

40

【 0 0 6 3 】

続いて、補正画像転送部 4 4 1 は、色味補正後画像を検査員 P C 5 0 0 へ送信する (S 3 1 1)。補正画像転送部 4 4 1 は、画像補正部 4 3 3 により補正された補正後の検査対象ワーク画像を検査員 P C 5 0 0 の受信部 5 1 0 へ送信する。また、判定 P C 4 0 0 の表示部 4 4 2 に補正後の検査対象ワーク画像を表示する。

【 0 0 6 4 】

50

次に、図 3 に示した S 1 0 3 の画像表示処理について説明する。図 1 4 は、画像表示処理の処理フローを示すフローチャートである。この画像表示処理は検査員 P C 5 0 0 により実行される。

【 0 0 6 5 】

図 1 4 に示すように、受信部 5 1 0 は、判定 P C 4 0 0 から補正後画像を受信する (S 5 0 1)。判定 P C 4 0 0 が検査対象ワーク画像の色味を補正し送信すると、受信部 5 1 0 は、補正後の検査対象ワーク画像を受信する。続いて、表示部 5 2 0 は、受信した補正後画像を表示する (S 5 0 2)。受信部 5 1 0 が補正後の検査対象ワーク画像を受信すると、表示部 5 2 0 は、受信した補正後の検査対象ワーク画像を表示する。検査員は、表示された画像により、ワークの部品組み付け位置を判定する。

10

【 0 0 6 6 】

以上のように、本実施の形態では、ワーク内の部品組み付け位置を画像判定する検査システムにおいて、(傾いた画像を含めた)基準画像データベースを用意し、基準画像と検査対象のワークを撮像した画像とをもとに、ワークの傾きによる輪郭の差分と各頂点の照度に応じてワークの傾き角度を推定することで、検査対象ワーク画像におけるワークの傾きによる部品の色味を補正する。これによって、ワーク内の部品組付け位置を画像判定する際、ワークが傾くことにより部品の色味が変化しても、ワークの傾きに応じて画像の色味が補正されるため画像が明確になる。したがって、適切にワーク内の部品組付け位置を判断することができ、製造現場で誤欠品の検出を行うことが可能となる。

【 0 0 6 7 】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、上記実施の形態では、ワークの傾きの有無の検出及び傾き角を推定し、ワーク画像を補正する色味補正システムについて説明したが、ワークの傾きの有無の検出し出力する装置としてもよいし、ワークの傾き角を推定し出力する装置としてもよい。

20

【 0 0 6 8 】

上述の実施形態における各構成は、ハードウェア又はソフトウェア、もしくはその両方によって構成され、1つのハードウェア又はソフトウェアから構成してもよいし、複数のハードウェア又はソフトウェアから構成してもよい。各装置の機能(処理)を、CPU (Central Processing Unit) やメモリ等を有するコンピュータにより実現してもよい。例えば、記憶装置に実施形態における方法(例えば色味補正方法)を行うためのプログラムを格納し、各機能を、記憶装置に格納されたプログラムをCPUで実行することにより実現してもよい。

30

【 0 0 6 9 】

これらのプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体(non-transitory computer readable medium)を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体(tangible storage medium)を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体(例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体(例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ(例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (random access memory))を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体(transitory computer readable medium)によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

40

【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

1 ワーク検査システム

50

2	色味補正システム	
1 0 0	撮影設備	
1 1 0	生産指示受信部	
1 2 0	ワーク撮影部	
1 3 0	撮影データ転送部	
2 0 0	生産計画 P C	
2 1 0	生産指示受付部	
2 2 0	生産指示送信部	
3 0 0	設計部サーバ	
3 1 0	設計情報蓄積部	10
3 2 0	設計情報送信部	
4 0 0	判定 P C	
4 1 0	受信部	
4 1 1	撮影データ受信部	
4 1 2	設計情報受信部	
4 2 0	蓄積部	
4 2 1	未処理データ保存部	
4 2 2	基準画像データ保存部	
4 2 3	色味データ保存部	
4 3 0	画像処理部	20
4 3 1	画像判別部	
4 3 2	計算処理部	
4 3 3	画像補正部	
4 4 0	出力部	
4 4 1	補正画像転送部	
4 4 2	表示部	
5 0 0	検査員 P C	
5 1 0	受信部	
5 2 0	表示部	30

【図面】
【図 1】

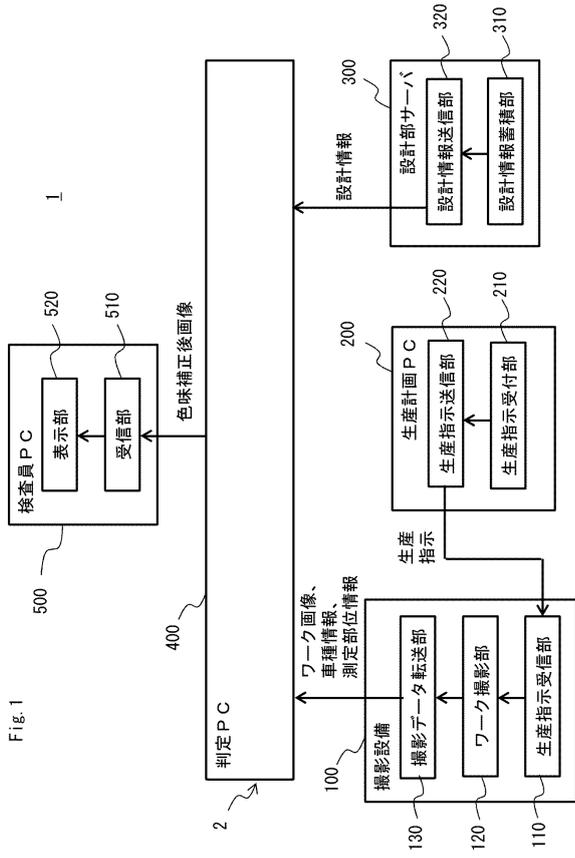


Fig. 1

【図 2】

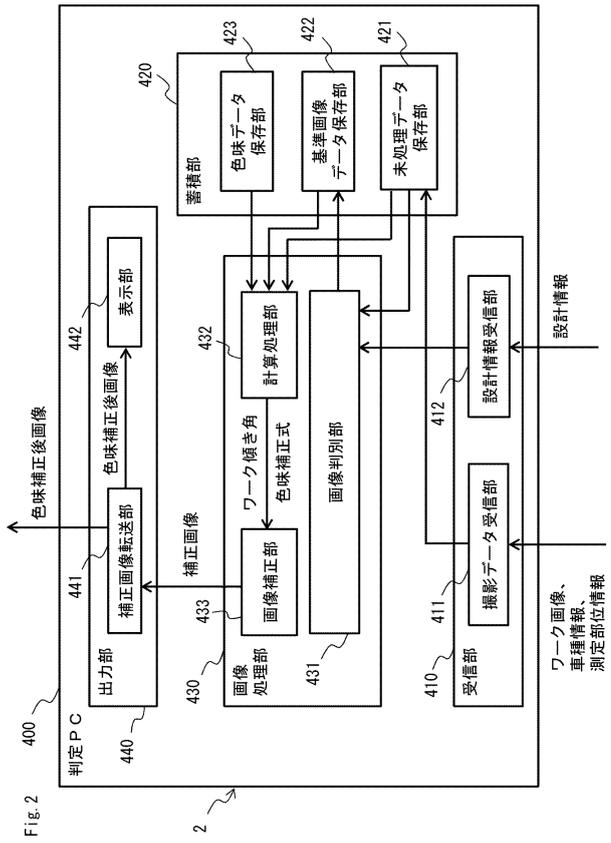
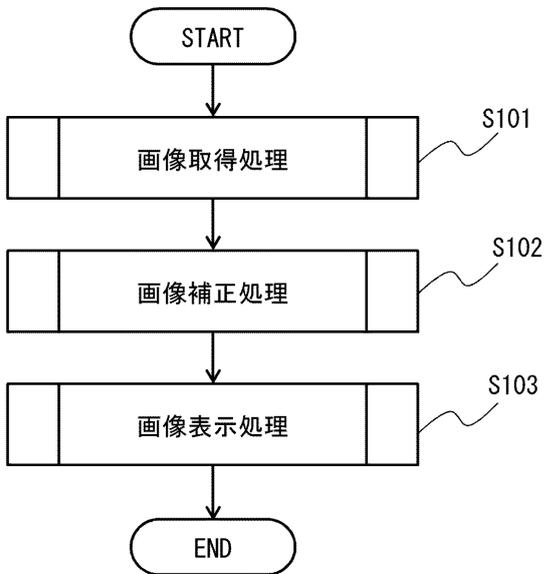
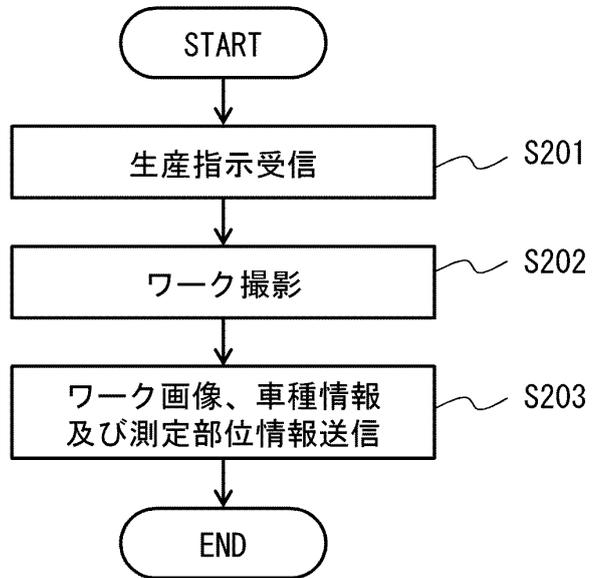


Fig. 2

【図 3】
Fig. 3



【図 4】
Fig. 4



10

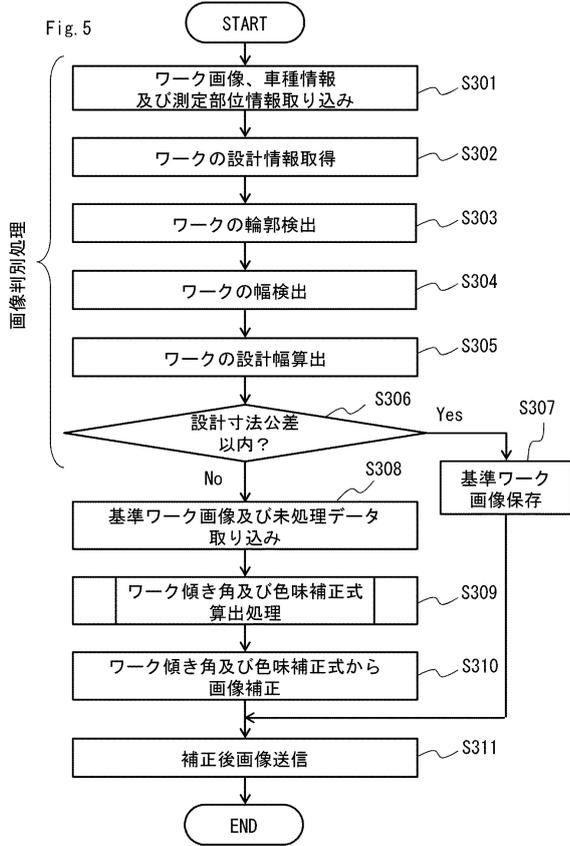
20

30

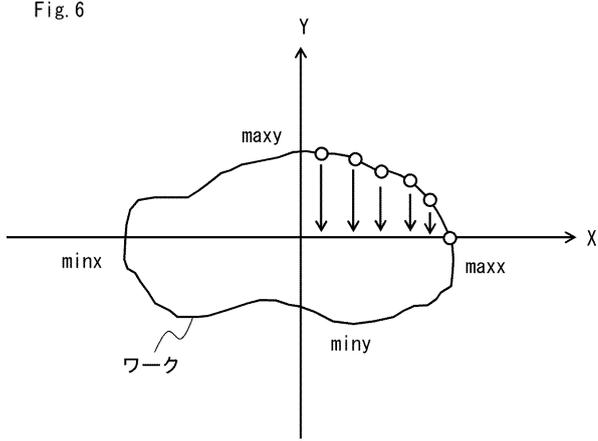
40

50

【図5】



【図6】



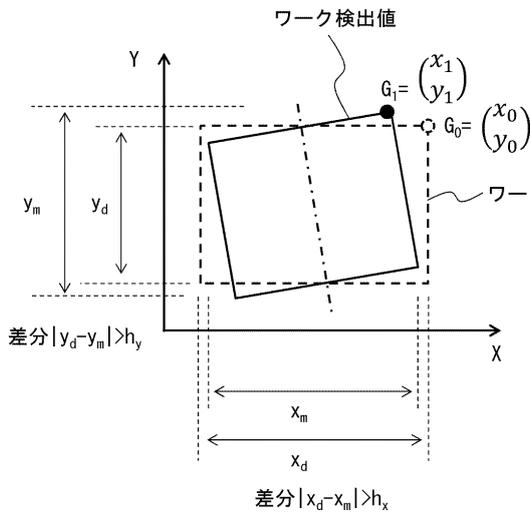
10

20

【図7】

Fig. 7

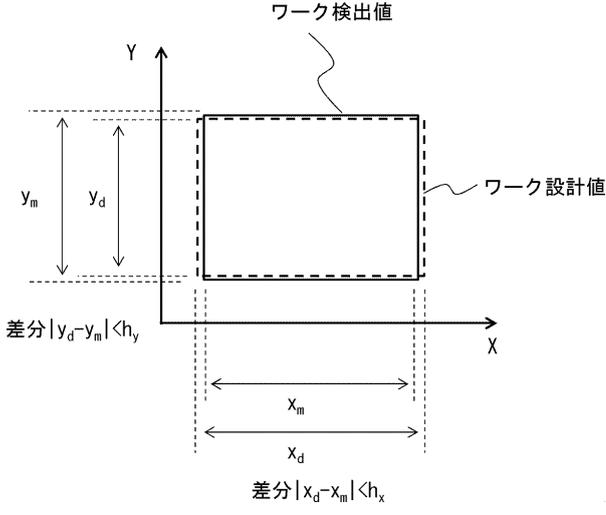
<x, y, z軸方向にワーク傾き有り>



【図8】

Fig. 8

<ワーク傾き無し>

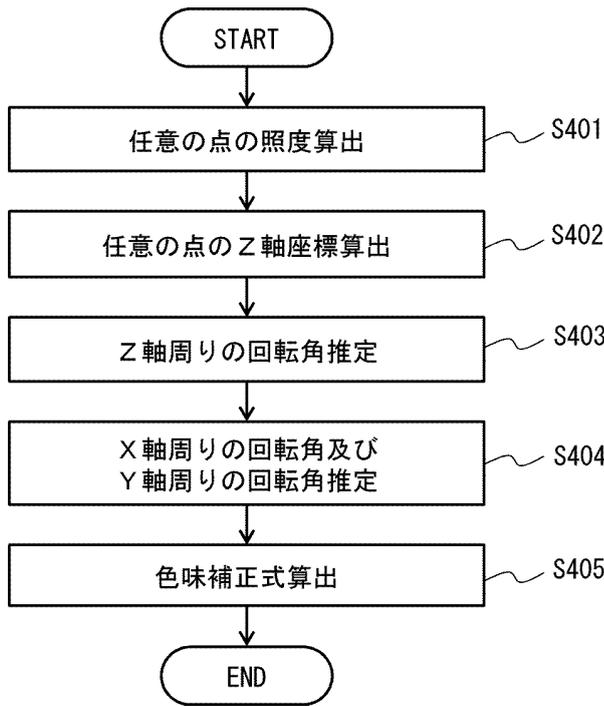


30

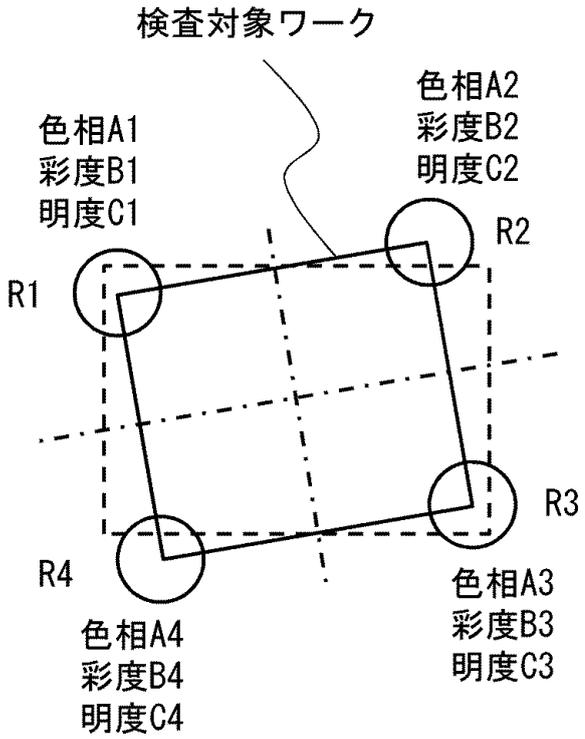
40

50

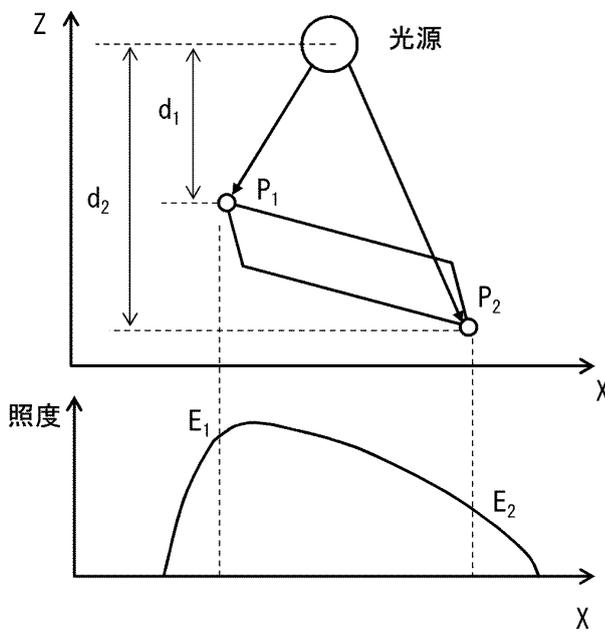
【図9】
Fig. 9



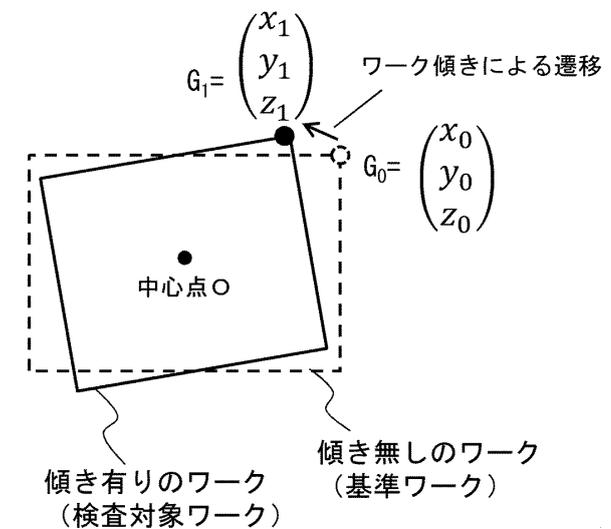
【図10】
Fig. 10



【図11】
Fig. 11



【図12】
Fig. 12



10

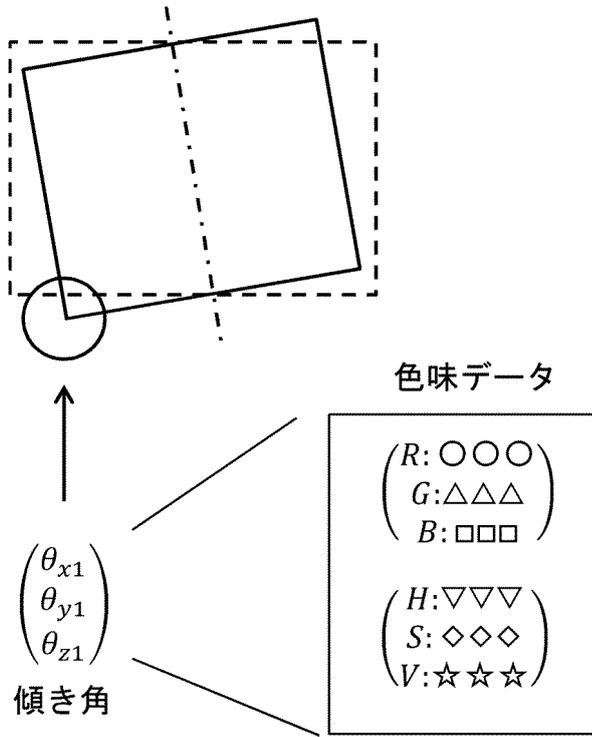
20

30

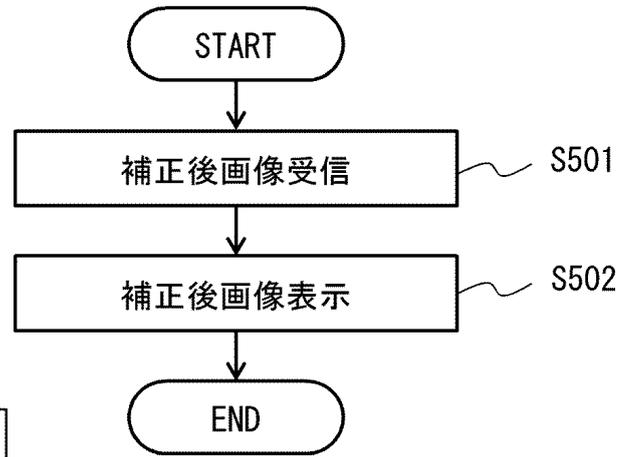
40

50

【図13】
Fig. 13



【図14】
Fig. 14



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-114722(JP,A)
特開2017-085193(JP,A)
特開2013-217671(JP,A)
米国特許出願公開第2020/0175669(US,A1)
特開2019-191117(JP,A)
特開2000-205957(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|----------------|
| G06T | 1/00 - 1/40 |
| G06T | 3/00 - 7/90 |
| G06V | 10/00 - 20/90 |
| G01B | 11/00 - 11/30 |
| G01N | 21/84 - 21/958 |