

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-57504
(P2022-57504A)

(43)公開日 令和4年4月11日(2022.4.11)

(51)国際特許分類 F I テーマコード(参考)
G 0 1 N 21/88 (2006.01) G 0 1 N 21/88 Z 2 G 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全16頁)

(21)出願番号	特願2020-165795(P2020-165795)	(71)出願人	000220505 日本電産トーソク株式会社 神奈川県座間市相武台2丁目24番1号
(22)出願日	令和2年9月30日(2020.9.30)	(74)代理人	100179969 弁理士 駒井 慎二
		(74)代理人	100173532 弁理士 井上 彰文
		(72)発明者	坂東 賢也 神奈川県座間市相武台2丁目24番1号 日本電産トーソク株式会社内
		(72)発明者	野村 昭 神奈川県座間市相武台2丁目24番1号 日本電産トーソク株式会社内
		Fターム(参考)	2G051 AA07 AB02 AB03 BA08 BB01 BB07 CA04 CA07 最終頁に続く

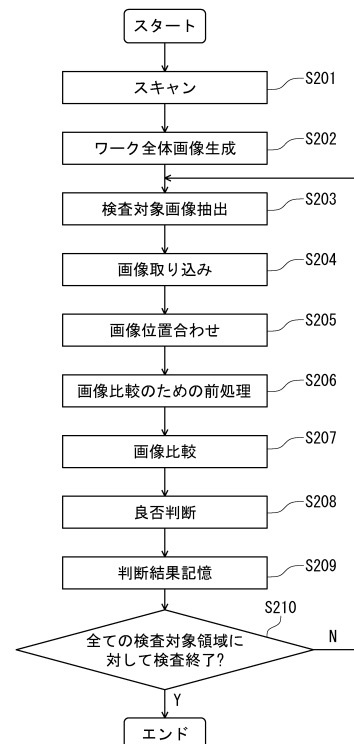
(54)【発明の名称】 外観検査装置

(57)【要約】

【課題】検査時間の短縮が可能な外観検査装置を提供すること。

【解決手段】外観検査装置は、ワークの外観を検査する。外観検査装置は、ワークに向けて光を照射する光照射ユニットと、光照射ユニットからの光がワークで反射した反射光を受光する受光ユニットと、受光ユニットでの受光結果に基づいてワーク全体の画像を生成する画像処理部と、ワーク全体のうちの検査対象となる検査対象領域の検査対象画像を抽出し、該検査対象画像を取り込んで、検査対象領域の外観の良否判断の基準となる基準画像と、検査対象画像とを比較して、良否判断を行う判断部とを備える。

【選択図】図16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークの外観を検査する外観検査装置であって、
前記ワークに向けて光を照射する光照射ユニットと、
前記光照射ユニットからの前記光が前記ワークで反射した反射光を受光する受光ユニットと、
前記受光ユニットでの受光結果に基づいて前記ワーク全体の画像を生成する画像処理部と、
前記ワーク全体のうちの検査対象となる検査対象領域の検査対象画像を抽出し、該検査対象画像を取り込んで、前記検査対象領域の外観の良否判断の基準となる基準画像と、前記検査対象画像とを比較して、前記良否判断を行う判断部とを備えることを特徴とする外観検査装置。

10

【請求項 2】

前記光照射ユニットは、前記光として、レーザ光を照射する請求項 1 に記載の外観検査装置。

【請求項 3】

前記ワークを搬送する搬送部を備え、
前記光照射ユニットは、前記レーザ光を前記ワークの搬送方向と交差する方向に沿ったライン状に照射する請求項 2 に記載の外観検査装置。

20

【請求項 4】

前記光照射ユニットは、互いに波長が異なる前記光をそれぞれ照射する複数の光照射部を有し、
前記画像処理部は、前記受光ユニットで各前記波長の光を受光した後、信号処理上、または、前記受光ユニットで特定の波長に対応した前記検査対象画像を抽出する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

【請求項 5】

前記光照射ユニットは、互いに波長が異なる前記光をそれぞれ照射する複数の光照射部を有し、
前記受光ユニットは、各前記光照射部からの前記波長が異なる光を個別に受光する複数の受光部を有する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

30

【請求項 6】

前記ワークを搬送する搬送部を備え、
前記複数の光照射部は、前記ワークの搬送方向と交差する方向に沿って設けられる請求項 5 に記載の外観検査装置。

【請求項 7】

前記ワークを搬送する搬送部を備え、
前記光照射ユニットは、前記ワークの搬送方向に沿って設けられた少なくとも 2 つの光照射部を有し、
前記 2 つの光照射部のうち、前記搬送方向上流側に設けられた前記光照射部は、前記搬送方向上流側から下流側に向かって前記光を照射し、前記搬送方向下流側に設けられた前記光照射部は、前記搬送方向下流側から上流側に向かって前記光を照射する請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

40

【請求項 8】

前記光照射ユニットと前記受光ユニットとは、前記ワークとの距離を測定するレーザ測長器を構成する請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

【請求項 9】

前記ワークは、互いに位置が異なる複数の前記検査対象領域を有し、
前記判断部は、各前記検査対象領域に対して、前記良否判断を行う請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の外観検査装置。

【請求項 10】

50

前記判断部は、複数の前記検査対象領域のうち、少なくとも1つの前記検査対象領域に対する前記良否判断において否と判断した場合には、前記ワークを不良品と判断する請求項9に記載の外観検査装置。

【請求項11】

前記良否判断において否と判断された前記検査対象領域を報知する報知部を備える請求項10に記載の外観検査装置。

【請求項12】

前記画像処理部は、前記基準画像と前記検査対象画像との縮尺を合わせる処理を行う請求項1～11のいずれか1項に記載の外観検査装置。

【請求項13】

前記基準画像は、前記ワークの設計値に基づいて得られた画像であり、
前記画像処理部は、前記基準画像を前記ワークの実寸の大きさに対応する第1対応画像とし、前記検査対象画像を前記ワークの実寸の大きさに対応する第2対応画像とする処理を行い、
前記判断部は、前記第1対応画像と前記第2対応画像とを比較して、前記良否判断を行う請求項1～12のいずれか1項に記載の外観検査装置。

【請求項14】

前記ワークを表裏反転させる反転機構を備え、
前記ワークの表側に対する外観検査と、裏側に対する外観検査とを行う請求項1～13のいずれか1項に記載の外観検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外観検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

部品を検査する検査装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に記載の検査装置は、部品を撮像する撮像部と、前記撮像部からの画像データ（撮像信号）を処理する信号処理部とを備える。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-023256号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の検査装置では、部品の一部分に対する部分検査を行う際には、まず、部品全体の画像データを信号処理部に取り込む。次いで、部品全体の画像データから、検査対象となる前記一部分の画像データをさらに取り込んで、当該画像データに基づいて部分検査が行われる。このように、部分検査では、部品全体の画像データを取り込んでいるため、検査対象以外の画像データ、すなわち、部分検査に必要がない（用いられない）画像データも取り込むこととなり、その分、検査時間が長くなるという問題が生じる。本発明の目的は、検査時間の短縮が可能な外観検査装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の外観検査装置の一つの態様は、ワークの外観を検査する外観検査装置であって、ワークに向けて光を照射する光照射ユニットと、光照射ユニットからの光がワークで反射した反射光を受光する受光ユニットと、受光ユニットでの受光結果に基づいてワーク全体の画像を生成する画像処理部と、ワーク全体のうちの検査対象となる検査対象領域の検査対象画像を抽出し、検査対象画像

10

20

30

40

50

を取り込んで、検査対象領域の外観の良否判断の基準となる基準画像と、検査対象画像とを比較して、良否判断を行う判断部とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明の外観検査装置の一つの態様によれば、検査時間の短縮が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、本発明の外観検査装置の実施形態を示す平面図である。

【図2】図2は、図1中の矢印A方向から見た図である。

【図3】図3は、図1に示す外観検査装置の主要部のブロック図である。

10

【図4】図4は、レーザ光の発光、受光状態を示す平面図である。

【図5】図5は、良品となるコネクティングロッドへのレーザ光の照射状態を示す平面図である。

【図6】図6は、図5中のB-B線断面図である。

【図7】図7は、不良品となるコネクティングロッドへのレーザ光の照射状態を示す平面図である。

【図8】図8は、図5に示すコネクティングロッドの全体画像および検査対象画像である。

【図9】図9は、図7に示すコネクティングロッドの全体画像および検査対象画像である。

20

【図10】図10は、第1基準画像である。

【図11】図11は、第2基準画像である。

【図12】図12は、第3基準画像である。

【図13】図13は、コネクティングロッドの検査対象領域を示す平面図である。

【図14】図14は、コネクティングロッドの検査対象領域を示す平面図である。

【図15】図15は、図1に示す外観検査装置で実行される制御プログラムのフローチャートである。

【図16】図16は、図15に示すフローチャート中のサブルーチンである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

30

図1～図16を参照して、本発明の外観検査装置の実施形態について説明する。なお、以下では、説明の便宜上、互いに直交する3軸をX軸、Y軸およびZ軸を設定する。一例として、X軸とY軸を含むXY平面が水平となっており、Z軸が鉛直となっている。本明細書中において、上下方向、水平方向、上側および下側とは、単に各部の相対位置関係を説明するための名称であり、実際の配置関係等は、これらの名称で示される配置関係等以外の配置関係等であってもよい。また、以下では、説明の都合上、図2および図6中の上側を「上（または上方）」、下側を「下（または下方）」とすることがある。

【0009】

図1～図3に示す外観検査装置1は、ワーク9の外観を検査する装置である。外観検査装置1は、光学ユニット2と、搬送部4と、反転機構5と、報知部6と、制御部3とを備える。以下、各部の構成について説明する。

40

なお、ワーク9としては、特に限定されず、例えば、コネクティングロッド（略称：コンロッド）等の自動車部品等が挙げられる。本実施形態では、ワーク9がコネクティングロッドの場合を一例にして説明する。

【0010】

図4に示すように、ワーク9としてのコネクティングロッドは、リング状の大端部91と、リング状の小端部92と、大端部91と小端部92とを連結する連結部93とを有する。大端部91は、クランクシャフトと連結される部分である。小端部92は、ピストンと連結される部分である。また、ワーク9は、鍛造品である。

【0011】

50

搬送部 4 は、ワーク 9 を搬送する装置である。搬送部 4 の構成は、特に限定されないが、本実施形態では、ベルトコンベアである。そして、搬送部 4 がベルトコンベアで構成された場合、ワーク 9 は、ベルト 4 1 上に載置された状態で、X 軸方向に沿って搬送される。ここで、「所定方向（例えば X 軸方向）に沿う」とは、所定方向（例えば X 軸方向）と並行な状態を言う。また、本実施形態での搬送方向は、X 軸方向負側から正側に向かう方向となり、X 軸方向負側が「搬送方向上流側」、X 軸方向正側が「搬送方向下流側」となる。

また、ベルト 4 1 上でのワーク 9 は、搬送方向上流側に小端部 9 2 が位置し、搬送方向下流側に大端部 9 1 が位置した状態で載置され、その向き（姿勢）のまま搬送される。

【0012】

図 1 に示すように、反転機構 5 は、ワーク 9 の搬送途中で、当該ワーク 9 を表裏反転させる装置である。反転機構 5 は、ワーク 9 を搬送方向上流側と下流側とから挟んで保持する保持部 5 1 と、保持部 5 1 を X 軸方向と平行な軸 O 5 2 回りに回転可能に支持する回転支持部 5 2 とを有する。そして、反転機構 5 は、保持部 5 1 でワーク 9 を保持した状態で、保持部 5 1 をワーク 9 ごと軸 O 5 2 回りに 180 度回転させることができる。これにより、ワーク 9 の表裏を反転させることができる。

【0013】

ワーク 9 を反転させる前は、当該ワーク 9 の表側に対する外観検査（以下、「第 1 検査（第 1 外観検査）」と言う。）を行うことができる。また、ワーク 9 を反転させた後は、当該ワーク 9 の裏側に対する外観検査（以下、「第 2 検査（第 1 外観検査）」と言う。）と行うことができる。そして、第 1 検査および第 2 検査の双方により、ワーク 9 の外観検査を過不足なく行うことができ、よって、ワーク 9 が良品かまたは不良品かを正確に判断することができる。なお、第 1 検査および第 2 検査には、ワーク 9 の全体の画像（全体画像）7 が用いられる。また、以降では、良品のワーク 9 を「ワーク 9 A」と言い、不良品のワーク 9 を「ワーク 9 B」と言うことがある。

【0014】

図 1 に示すように、本実施形態では、光学ユニット 2 は、ベルト 4 1 に対し、Z 軸方向正側（ベルト 4 1 の上側）に 12 個配置される。各光学ユニット 2 は、ワーク 9 を撮像するユニットである。

また、これら 12 個の光学ユニット 2 のうち、6 個の光学ユニット 2 は、搬送方向上流側で第 1 検査に用いられる。また、残りの 6 個の光学ユニット 2 は、搬送方向下流側で第 2 検査に用いられる。上流側の 6 個の光学ユニット 2 と、下流側の 6 個の光学ユニット 2 とは、配置箇所が異なること以外は、同じ構成であるため、上流側の 6 個の光学ユニット 2 について、代表的に説明する。

【0015】

6 個の光学ユニット 2 は、それぞれ、光照射部 2 3 と、受光部 2 4 とを有する。そして、光学ユニット 2、1 つ当たり、隣り合って配置された光照射部 2 3 と受光部 2 4 とが組（対）となる。また、各光学ユニット 2 では、光照射部 2 3 と受光部 2 4 とが、ワーク 9 との距離を測定するレーザ測長器を構成する。これにより、距離の大小に応じてワーク 9 の凹凸等の外形形状（3 次元形状）を検出することができる。そして、レーザ測長器での検出結果に基づいて、ワーク 9 の全体の画像 7 を正確に得ることができる。

【0016】

なお、光照射部 2 3 と受光部 2 4 とは、互いに軸線同士が所定の角度（仰角）をもって配置されている。角度は、特に限定されないが、例えば、20°～30°が好ましい。また、外観検査装置 1 では、光照射部 2 3 と受光部 2 4 とが光学ユニット 2 を構成するということとは別に、6 個の光照射部 2 3 が光照射ユニット 2 1 を構成し、6 個の受光部 2 4 が受光ユニット 2 2 を構成することもできる。

【0017】

図 1、図 2 に示すように、各光照射部 2 3（光照射ユニット 2 1）は、ワーク 9 に向けて光 L B を照射することができる。光 L B としては、特に、レーザ光が好ましい。レーザ光

10

20

30

40

50

は、指向性に優れている。これにより、光 L B をワーク 9 に容易かつ正確に照射することができる。

また、各光照射部 2 3 は、レーザ光 (光 L B) をワーク 9 の搬送方向と交差する方向、すなわち、Y 軸方向に沿ったライン状に照射することができる。これにより、図 5、図 7 に示すように、ワーク 9 に対して、Y 軸方向に沿ったライン状のレーザ光が当たる。そして、ワーク 9 の平面視での形状に応じて、すなわち、ワーク 9 が良品なのか不良品なのかに応じて、ワーク 9 上でレーザ光が当たる位置 (状態) が変わる (図 5 ~ 図 7 参照)。従って、外観検査装置 1 は、「光切断法」によりワーク 9 の平面視での形状を検出する装置であると言えることができる。また、ワーク 9 に対しては、レーザ光がライン状に当たるため、例えばレーザ光がスポット状 (点状) に当たる場合に比べて、スムーズな画像 7 を取得

10

【 0 0 1 8 】

図 4 に示すように、各受光部 2 4 (受光ユニット 2 2) は、当該受光部 2 4 と対をなす光照射部 2 3 からの光 L B が、ワーク 9 で反射した反射光 L B ' を受光することができる。受光部 2 4 としては、特に限定されず、例えば、CCD カメラ等を用いることができる。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、外観検査装置 1 では、ワーク 9 の搬送方向 (X 軸方向) に沿って光学ユニット 2 が 2 つずつ設けられ、ワーク 9 の搬送方向と交差する方向 (Y 軸方向) に沿って光学ユニット 2 が 3 つずつ設けられる。すなわち、光学ユニット 2 は、2 行 3 列に配置される。

20

そして、Y 軸方向に沿って並ぶ 3 つの光学ユニット 2 のうち、中央に位置する光学ユニット 2 は、平面視でベルト 4 1 の中心線 O 4 1 上に配置され、残りの 2 つの光学ユニット 2 は、中央の光学ユニット 2 から等距離に配置される。

【 0 0 2 0 】

また、Y 軸方向に沿って並ぶ 3 つの光学ユニット 2 は光照射部 2 3 から互いに波長が異なる光 L B を照射することができる。以下では、赤色の光 L B を照射する光学ユニット 2 を「光学ユニット 2 R」と言い、緑色の光 L B を照射する光学ユニット 2 を「光学ユニット 2 G」と言い、青色の光 L B を照射する光学ユニット 2 を「光学ユニット 2 B」と言う。

【 0 0 2 1 】

搬送方向上流側では、3 つの光学ユニット 2 は、Y 軸方向負側から光学ユニット 2 B、光学ユニット 2 G、光学ユニット 2 R の順に配置される。また、光学ユニット 2 B、光学ユニット 2 G、光学ユニット 2 R の各光照射部 2 3 は、それぞれ、搬送方向上流側から下流側に向かって光 L B を照射する。なお、各色の光 L B は、ワーク 9 に対してほぼ同じ位置に照射される。

30

【 0 0 2 2 】

一方、搬送方向下流側では、3 つの光学ユニット 2 は、Y 軸方向負側から光学ユニット 2 R、光学ユニット 2 G、光学ユニット 2 B の順に配置される。また、光学ユニット 2 B、光学ユニット 2 G、光学ユニット 2 R の各光照射部 2 3 は、それぞれ、搬送方向下流側から上流側に向かって光 L B を照射する。搬送方向下流側でも同様に、各色の光 L B は、ワーク 9 に対してほぼ同じ位置に照射される。

40

また、搬送方向上流側と下流側とでは、光学ユニット 2 R 同士が対向し、光学ユニット 2 B 同士が対向し、光学ユニット 2 G 同士が対向して配置される。

【 0 0 2 3 】

各受光部 2 4 は、波長が異なる光 L B (反射光 L B ') を個別に受光することができる。例えば、光学ユニット 2 R に着目すると、当該光学ユニット 2 R を構成する光照射部 2 3 からは、赤色の光 L B が照射される。光照射部 2 3 とともに光学ユニット 2 R を構成する受光部 2 4 は、赤色の光 L B が透過し、それ以外の波長の光 L B の透過を遮断する特定波長透過フィルタが内蔵されている。これにより、受光部 2 4 は、赤色の光 L B を安定して受光することができる。

【 0 0 2 4 】

50

同様に、光学ユニット 2 G に着目すると、当該光学ユニット 2 G を構成する光照射部 2 3 からは、緑色の光 L B が照射される。光照射部 2 3 とともに光学ユニット 2 G を構成する受光部 2 4 は、赤色の光 L B が透過し、それ以外の波長の光 L B の透過を遮断する特定波長透過フィルタが内蔵されている。これにより、緑色の光 L B を安定して受光することができる。

【 0 0 2 5 】

また、光学ユニット 2 B に着目すると、当該光学ユニット 2 B を構成する光照射部 2 3 からは、青色の光 L B が照射される。光照射部 2 3 とともに光学ユニット 2 B を構成する受光部 2 4 は、赤色の光 L B が透過し、それ以外の波長の光 L B の透過を遮断する特定波長透過フィルタが内蔵されている。これにより、青色の光 L B を安定して受光することができる。

10

【 0 0 2 6 】

以上のような構成の光学ユニット 2 により、搬送方向上流側では、ワーク 9 を撮像する際、平面視でワーク 9 を中心に囲んで、死角の発生を防止することができる。これにより、第 1 検査を正確に行うのに十分な程度の撮像を行うことができる。

また、前述したように、Y 軸方向に沿って並ぶ 3 つの光学ユニット 2 は、互いに波長が異なる光 L B の発光と受光とがなされる。これにより、例えば光学ユニット 2 R の光 L B が光学ユニット 2 G で受光されるのを防止する、すなわち、誤受光を防止することができる。よって、ワーク 9 を正確に撮像することができる。

【 0 0 2 7 】

20

また、前述したように、光学ユニット 2 B、光学ユニット 2 G、光学ユニット 2 R が Y 軸方向に沿って配置される。このような配置は、例えば、光学ユニット 2 B、光学ユニット 2 G、光学ユニット 2 R を X 軸方向に沿って配置した場合に比べて、外観検査装置 1 の全長を短くすることができる。これにより、ワーク 9、1 つ当たりの検査に要する撮像時間や搬送時間を短縮することができる。

【 0 0 2 8 】

また、図 1 に示すように、外観検査装置 1 は、第 1 カバー 1 0 A と、第 2 カバー 1 0 B とを備える。第 1 カバー 1 0 A は、搬送方向上流側で第 1 検査に用いられる各光学ユニット 2 をワーク 9 ごと一括して外側から覆う。第 2 カバー 1 0 B は、搬送方向上流側で第 2 検査に用いられる各光学ユニット 2 をワーク 9 ごと一括して外側から覆う。

30

【 0 0 2 9 】

第 1 カバー 1 0 A および第 2 カバー 1 0 B は、それぞれ、自然光等の外部（外側）からの光を遮断する光不透過性を有する。外部からの光は、撮像時のノイズとなるおそれがあるが、第 1 カバー 1 0 A および第 2 カバー 1 0 B により、外部からの光を遮断して、ノイズを防止することができる。

【 0 0 3 0 】

報知部 6 は、各種の情報を報知することができる。なお、各種の情報としては、例えば、後述する「良否判断において否と判断された検査対象領域 9 4」や、その他、各光学ユニット 2、搬送部 4 および反転機構 5 の各部の作動エラー等が挙げられる。また、報知部 6 での報知方法としては、例えば、音声による報知方法、発光による報知方法等が挙げられ、これらを単独または組み合わせて用いることができる。

40

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、制御部 3 は、各光学ユニット 2、搬送部 4、反転機構 5、報知部 6 に電氣的に接続され、各部の作動をそれぞれ制御する。制御部 3 は、CPU 3 1 と、記憶部 3 2 とを有する。記憶部 3 2 には、例えば、外観検査を行うためのプログラムが予め記憶される。CPU 3 1 は、記憶部 3 2 に記憶されたプログラムを実行することができる。これにより、各光学ユニット 2 等が作動して、外観検査が行われる。

なお、本実施形態では、制御部 3 は、第 1 検査で用いられる光学ユニット 2 と、第 2 検査で用いられる光学ユニット 2 とを制御しているが、これに限定されない。例えば、第 1 検査で用いられる光学ユニット 2 を制御する制御部 3 と、第 2 検査で用いられる光学ユニッ

50

ト 2 を制御する制御部 3 とがそれぞれ設けられていてもよい。

また、搬送部 4 は、P L C (Programmable Logic Controller) にて制御されていてもよい。

【 0 0 3 2 】

ワーク 9 は、製造過程で、例えば、欠損、傷、打痕等の損傷が生じる場合がある。損傷が生じたワーク 9 は、不良品として扱われる。

外観検査装置 1 は、第 1 検査および第 2 検査の 2 つの検査結果に基づいて、ワーク 9 が良品であるか、または、不良品であるかを判断することができる。以下、ワーク 9 に対する良不良を判断する構成について説明する。

【 0 0 3 3 】

外観検査装置 1 では、ワーク 9 を複数の部位に分けて、各部位を検査対象領域 9 4 に設定する。これにより、ワーク 9 は、検査が行われるのに際し、互いに位置が異なる複数の検査対象領域 9 4 を有することとなる。本実施形態では、大端部 9 1 を検査対象領域 9 4 に設定する場合と、小端部 9 2 を検査対象領域 9 4 に設定する場合と、連結部 9 3 を検査対象領域 9 4 に設定する場合とがあり、代表的に大端部 9 1 を検査対象領域 9 4 に設定する場合について説明する。なお、図 7 に示すように、不良品であるワーク 9 B は、大端部 9 1 の周方向の一部が欠損した欠損部 9 5 を有する。

また、外観検査装置 1 では、検査対象領域 9 4 が予め特定されており、光 L B が照射される照射領域には、検査対象領域 9 4 が含まれる。

【 0 0 3 4 】

図 3 に示すように、制御部 3 の C P U 3 1 は、画像処理部 3 3 としての機能を発揮する部分と、判断部 3 4 としての機能を発揮する部分とを有する。なお、本実施形態では、画像処理部 3 3 と、判断部 3 4 とは、1 つの C P U 3 1 で機能が発揮されるが、これに限定されない。例えば、画像処理部 3 3 の機能を発揮する C P U 3 1 と、判断部 3 4 の機能を発揮する C P U 3 1 とがそれぞれ設けられていてもよい。

画像処理部 3 3 は、受光ユニット 2 2 での受光結果、すなわち、前述したレーザ測長器での検出結果に基づいて、ワーク 9 全体の画像 7 を生成することができる。

例えば、図 5、図 7 に示すように、良品のワーク 9 A と、不良品のワーク 9 B とでは、光 L B が当たる部分と、当たらない部分とが異なる。すなわち、図 5 に示す状態では、光 L B は、ワーク 9 A の大端部 9 1 上の 2 箇所当たっているが、図 7 に示す状態では、ワーク 9 B に欠損部 9 5 がある分、当該欠損部 9 5 には、光 L B が当たらず、大端部 9 1 上での光 L B の当たる箇所は、1 箇所である。そして、ワーク 9 が良品である場合 (ワーク 9 A の場合) には、図 8 に示す画像 7 が生成される。一方、ワーク 9 が不良品である場合 (ワーク 9 B の場合) には、図 9 に示す画像 7 が生成される。

なお、ベルト 4 1 上に当たる光 L B も撮像されるが、当該光 L B に関する画像データは、画像処理部 3 3 で削除される。

【 0 0 3 5 】

なお、判断部 3 4 は、ワーク 9 全体のうちの検査対象となる検査対象領域 9 4 の検査対象画像 7 1 を画像 7 から抽出する。例えば、ワーク 9 が良品であり、当該ワーク 9 の検査対象領域 9 4 が大端部 9 1 の場合には、図 8 に示す検査対象画像 7 1 が抽出される。一方、ワーク 9 が不良品であり、当該ワーク 9 の検査対象領域 9 4 が大端部 9 1 の場合には、図 9 に示す検査対象画像 7 1 が抽出される。

【 0 0 3 6 】

また、制御部 3 の記憶部 3 2 には、基準画像 8 が予め記憶される。基準画像 8 は、検査対象領域 9 4 の外観の良否判断の基準となる画像である。また、基準画像 8 は、ワーク 9 (ワーク 9 A) の設計値、すなわち、C A D データに基づいて得られた画像である。

本実施形態では、基準画像 8 として、図 1 0 に示す第 1 基準画像 8 1、図 1 1 に示す第 2 基準画像 8 2、図 1 2 に示す第 3 基準画像 8 3 が用意される。第 1 基準画像 8 1 は、大端部 9 1 の画像である。第 2 基準画像 8 2 は、連結部 9 3 の画像である。第 3 基準画像 8 3 は、小端部 9 2 の画像である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

検査対象領域 9 4 が大端部 9 1 の場合、当該大端部 9 1 の外観の良否判断には、第 1 基準画像 8 1 が用いられる。

なお、図 1 3 に示すように、検査対象領域 9 4 が連結部 9 3 の場合、当該連結部 9 3 の外観の良否判断には、第 2 基準画像 8 2 が用いられる。

また、図 1 4 に示すように、検査対象領域 9 4 が小端部 9 2 の場合、当該小端部 9 2 の外観の良否判断には、第 3 基準画像 8 3 が用いられる。

【 0 0 3 8 】

画像処理部 3 3 は、基準画像 8 と検査対象画像 7 1 との縮尺を合わせる処理を行う。ここで、「縮尺を合わせる処理」とは、単位長さ（実長さ）当たりのスキャン点データ（点群データ）を合わせることを言う。具体的には、画像処理部 3 3 は、基準画像 8 をワーク 9 の実寸の大きさに対応する第 1 対応画像とし、検査対象画像 7 1 をワーク 9 の実寸の大きさに対応する第 2 対応画像とする処理を行う。これにより、後述する判断部 3 4 で、基準画像 8 と検査対象画像 7 1 と比較する際、第 1 対応画像と第 2 対応画像とを用いれば、基準画像 8 と検査対象画像 7 1 とを同スケールで比較することができる。よって、検査対象領域 9 4 に対する良否判断を正確に行うことができる。

また、ワーク 9 に損傷がある場合、検査対象画像 7 1 に対する縮尺の程度によっては、検査対象画像 7 1 から損傷が消失するおそれがあるが、画像処理部 3 3 では、損傷を強調する処理を行うことができる。これにより、判断部 3 4 では、損傷があるワーク 9 をワーク 9 B として判断することができる。

【 0 0 3 9 】

判断部 3 4 は、第 1 検査および第 2 検査が行われる際、まず、抽出した検査対象画像 7 1 を取り込む。これにより、検査対象領域 9 4 以外を含むワーク 9 の全体の画像 7 を取り込む場合に比べて、判断部 3 4 で処理するスキャン点データを、例えば 6 0 % 以下に低減することができる。よって、検査時間の短縮が可能となる。

次いで、判断部 3 4 は、例えばテンプレートマッチングにより、基準画像 8 と検査対象画像 7 1 とを比較して、良否判断を行う。例えば、基準画像 8 と検査対象画像 7 1 との一致数が閾値を越えた場合には、検査対象領域 9 4 の外観が「良」と判断され、閾値以下の場合には、検査対象領域 9 4 の外観が「不良」と判断される。

【 0 0 4 0 】

また、判断部 3 4 は、各検査対象領域 9 4 に対して、良否判断を行う。すなわち、判断部 3 4 は、大端部 9 1 を検査対象領域 9 4 に設定した場合の大端部 9 1 に対する良否判断と、連結部 9 3 を検査対象領域 9 4 に設定した場合の連結部 9 3 に対する良否判断と、小端部 9 2 を検査対象領域 9 4 に設定した場合の小端部 9 2 に対する良否判断とを行う。これにより、ワーク 9 の全体に対する外観の良否判断を過不足なく行うことができる。

なお、外観検査装置 1 は、検査対象領域 9 4 ごとに、例えば閾値等の検査条件を変更することもできる。

【 0 0 4 1 】

そして、判断部 3 4 は、全（複数の）検査対象領域 9 4 のうち、少なくとも 1 つの検査対象領域 9 4 に対する良否判断において否と判断した場合には、ワーク 9 を不良品と判断する。これにより、不良品を高精度に検出することができる。

また、報知部 6 は、良否判断において否と判断された検査対象領域 9 4 を報知することができる。これにより、損傷が生じているのはどこの部分であるのかを把握することができる。

なお、画像処理部 3 3 または判断部 3 4 は、各受光部 2 4（受光ユニット 2 2）で各波長の光 L B を受光した後、信号処理上、または、当該受光部 2 4 で特定の波長に対応した検査対象画像 7 1 を抽出することもできる。これにより、波長を特定した分、判断部 3 4 で処理する検査対象画像 7 1 のスキャン点データを低減して、検査時間の短縮に寄与する。

【 0 0 4 2 】

次に、ワーク 9 に対する良不良を判断するプログラムについて、図 1 5、図 1 6 に示すフローチャートに基づいて説明する。なお、ワーク 9 に対する良不良を判断するプログラム

10

20

30

40

50

は、制御部 3 の記憶部 3 2 に予め記憶され、CPU 3 1 で実行される。

まず、搬送部 4 を作動させて（ステップ S 1 0 1 ）、ワーク 9 を搬送する。

次いで、第 1 検査を行う（ステップ S 1 0 2 ）。ステップ S 1 0 2 は、サブルーチンである（図 1 6 参照）。

【 0 0 4 3 】

次いで、反転機構 5 を作動させて（ステップ S 1 0 3 ）、ワーク 9 の表裏を反転させる。

次いで、第 2 検査を行う（ステップ S 1 0 4 ）。ステップ S 1 0 4 は、サブルーチンである（図 1 6 参照）。

次いで、第 1 検査および第 2 検査の検査結果に基づいて、ワーク 9 が良品であるか、または、不良品であるかを判断する（ステップ S 1 0 5 ）。ステップ S 1 0 5 での判断の結果、「ワーク 9 を良品とする」ことができれば、プログラムを終了する。一方、ステップ S 1 0 5 での判断の結果、「ワーク 9 を良品とする」ことができない場合には、ワーク 9 の不良箇所、すなわち、損傷が生じているのはどこの部分であるのかを、報知部 6 により報知して、プログラムを終了する。

【 0 0 4 4 】

また、ステップ S 1 0 2 とステップ S 1 0 4 とは、同じステップを有するサブルーチンである（図 1 6 参照）。

サブルーチンでは、まず、光学ユニット 2 により、ワーク 9 全体をスキャンして、撮像する（ステップ S 2 0 1 ）。

次いで、画像処理部 3 3 がワーク 9 全体の画像 7 を生成するとともに（ステップ S 2 0 2 ）、判断部 3 4 が画像 7 から検査対象画像 7 1 を抽出する（ステップ S 2 0 3 ）。

【 0 0 4 5 】

次いで、判断部 3 4 が検査対象画像 7 1 を取り込んだ後（ステップ S 2 0 4 ）、画像処理部 3 3 は、基準画像 8 と検査対象画像 7 1 との位置合わせを行って（ステップ S 2 0 5 ）、当該基準画像 8 と検査対象画像 7 1 とのスケール（縮尺）を合わせる処理（画像比較のための前処理）を行う（ステップ S 2 0 6 ）。

次いで、判断部 3 4 は、基準画像 8 （第 1 対応画像）と検査対象画像 7 1 （第 2 対応画像）とを比較して（ステップ S 2 0 7 ）、検査対象領域 9 4 の外観に対する良否を判断する（ステップ S 2 0 8 ）。

【 0 0 4 6 】

次いで、判断部 3 4 は、ステップ S 2 0 8 での判断結果を記憶部 3 2 に記憶させる（ステップ S 2 0 9 ）。

次いで、判断部 3 4 は、全検査対象領域 9 4 に対して検査（第 1 検査または第 2 検査）が終了したか否かを判断する（ステップ S 2 1 0 ）。

ステップ S 2 1 0 での判断の結果、検査が終了した場合には、サブルーチンを終了し、検査が終了していない場合には、ステップ S 2 0 3 に戻り、以降のステップを順次実行する。

以上のようなプログラムにより、ワーク 9 に対する良不良の判断を迅速かつ正確に行うことができる。

【 0 0 4 7 】

また、スケール（縮尺）を合わせる処理（平滑化処理）を行う利点としては、以下の利点もある。

実際に製造されたワーク 9 の寸法は、寸法公差を含めた外形に仕上がるため、現物のワーク 9 の画像 7 と、設計値に基づいて得られた基準画像 8、すなわち、寸法公差を含めていない基準画像 8 とでは、完全に一致することはなく、ワーク 9 が全て不良品として判断されてしまうおそれがある。そこで、外観検査装置 1 では、画像 7 と基準画像 8 との差を解消するために、スケールを合わせる処理が行われる。これにより、検査時間の短縮を図ることができる。

【 0 0 4 8 】

以上、本発明の外観検査装置を図示の実施形態について説明したが、本発明は、これに限

10

20

30

40

50

定されるものではなく、外観検査装置を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものとして置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。また、光学ユニット2の配置態様は、搬送方向上流側と下流側とで、それぞれ、前記実施形態では2行3列に配置されるが、これに限定されず、例えば、2行1列であってもよいし、2行2列であってもよい。また、各光学ユニット2の配置箇所については、平面視でベルト41と重なる位置であればよい。

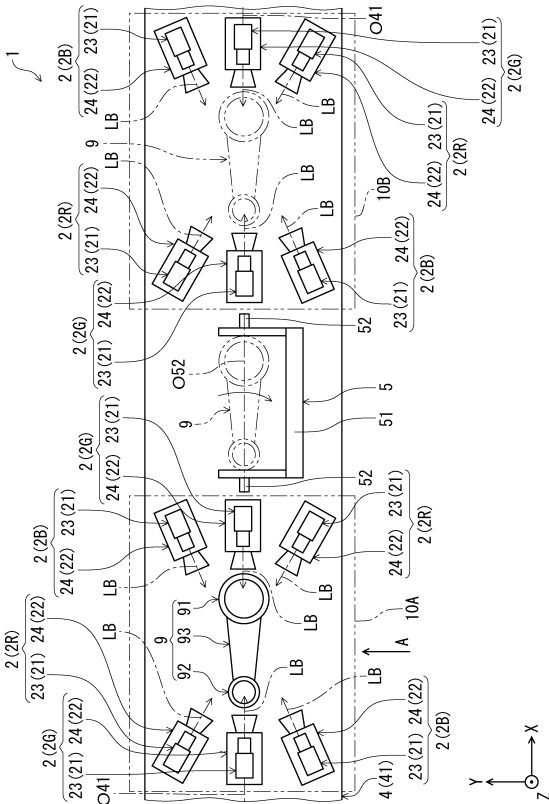
【符号の説明】

【0049】

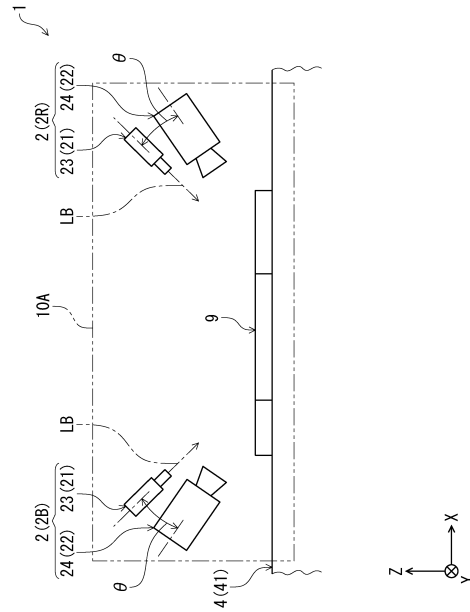
1 ... 外観検査装置、2 ... 光学ユニット、2R ... 光学ユニット、2G ... 光学ユニット、2B ... 光学ユニット、21 ... 照射ユニット、22 ... 受光ユニット、23 ... 照射部、24 ... 受光部、3 ... 制御部、31 ... CPU、32 ... 記憶部、33 ... 画像処理部、34 ... 判断部、4 ... 搬送部、41 ... ベルト、5 ... 反転機構、6 ... 報知部、7 ... 画像(全体画像)、71 ... 検査対象画、8 ... 基準画像、81 ... 第1基準画像、82 ... 第2基準画像、83 ... 第3基準画像、9 ... ワーク、9A ... ワーク、9B ... ワーク、91 ... 大端部、92 ... 小端部、93 ... 連結部、94 ... 検査対象領域、95 ... 欠損部、10A ... 第1カバー、10B ... 第1カバー、LB ... 光、LB' ... 反射光、O41 ... 中心線、O52 ... 軸、S101 ~ S107、S201 ~ S210 ... ステップ、... 角度(仰角)

【図面】

【図1】



【図2】



10

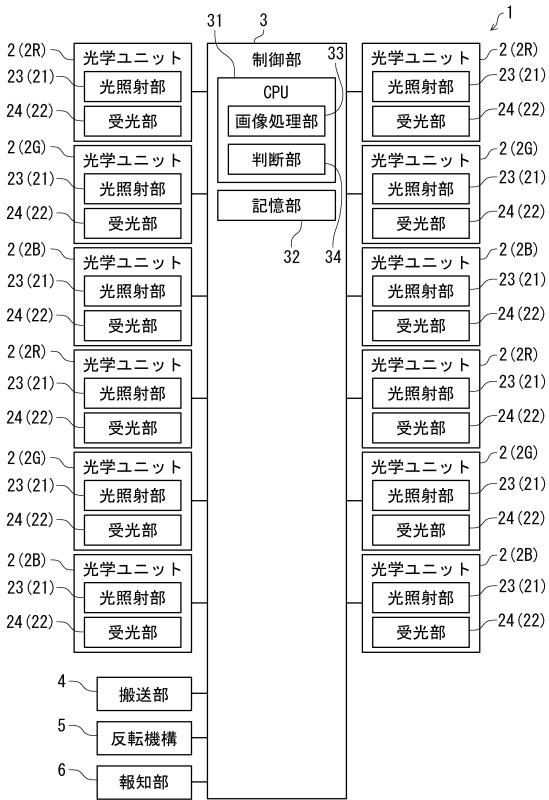
20

30

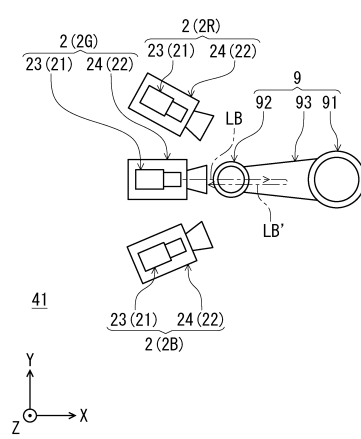
40

50

【 図 3 】



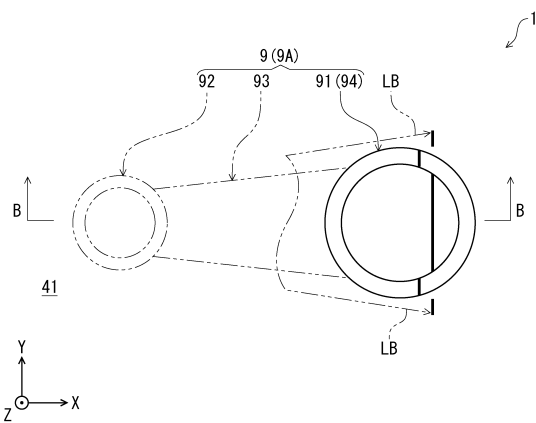
【 図 4 】



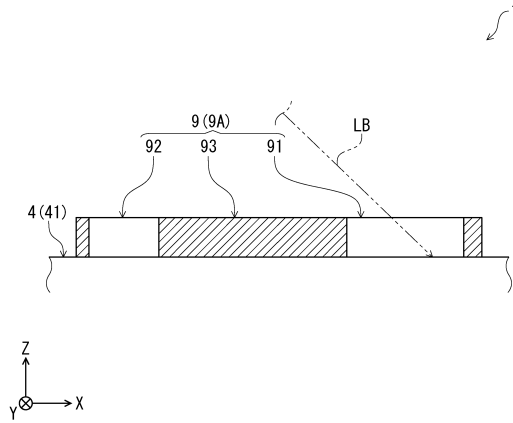
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

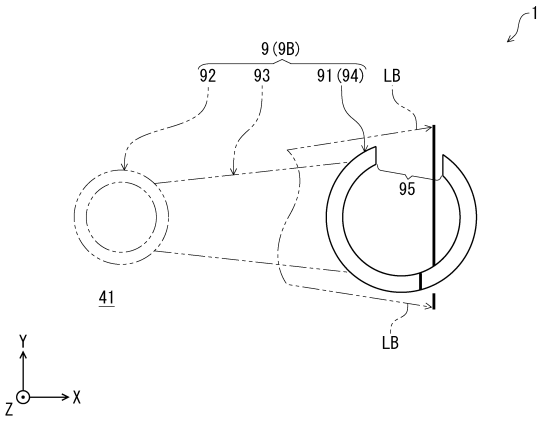


30

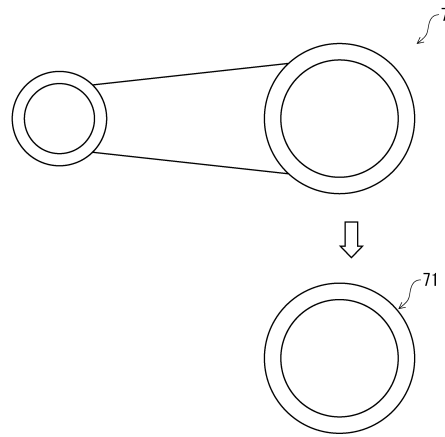
40

50

【 図 7 】



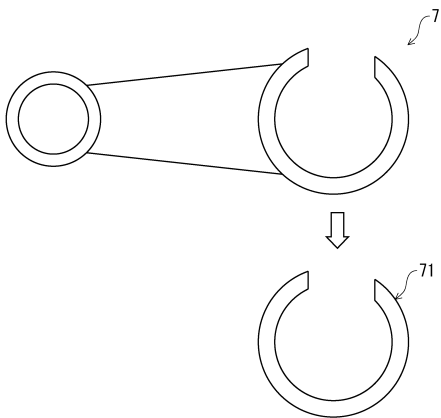
【 図 8 】



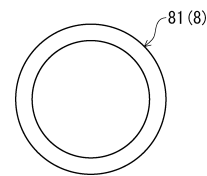
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】



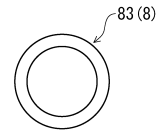
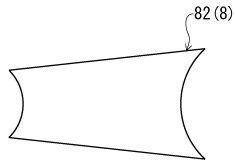
30

40

50

【 図 1 1 】

【 図 1 2 】

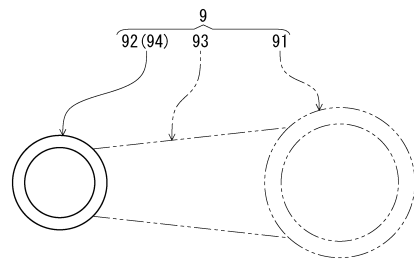
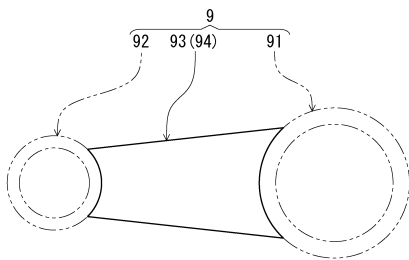


10

20

【 図 1 3 】

【 図 1 4 】

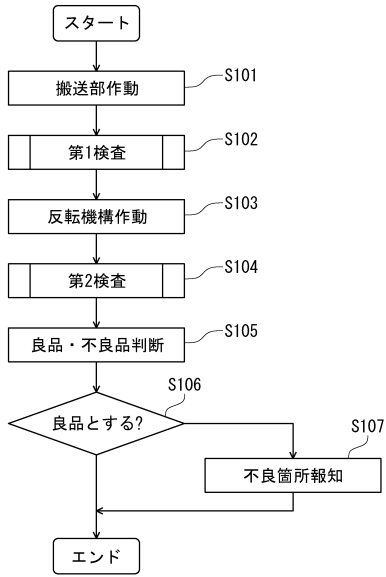


30

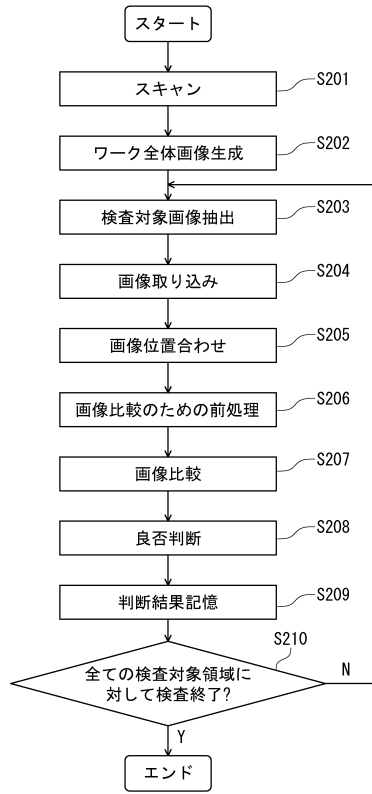
40

50

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考)

CB01 CC07 DA06 EB01