

(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2020-3301

(P2020-3301A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.
G01N 21/88 (2006.01)

F I
G O I N 21/88 Z

テーマコード (参考)
2 G O 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 46 頁)

(21) 出願番号 特願2018-122069 (P2018-122069)
(22) 出願日 平成30年6月27日 (2018. 6. 27)

(71) 出願人 000002945
オムロン株式会社
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
動堂町801番地
(74) 代理人 110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72) 発明者 加藤 豊
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
動堂町801番地 オムロン株式会社内
Fターム(参考) 2G051 AB02 CA03 CA04 EA12 EA14
EA21 FA01 GD01

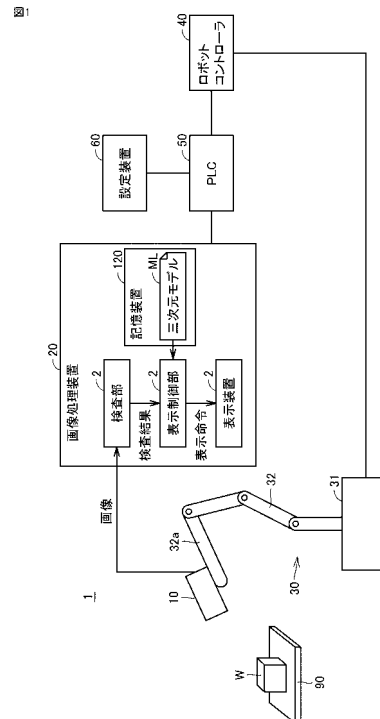
(54) 【発明の名称】 外観検査システム、外観検査結果の表示方法、および、外観検査結果の表示プログラム

(57) 【要約】

【課題】 各検査対象部分の検査結果が検査対象物内のい
ずれの箇所に対応しているのかをユーザに直感的に把握
させる。

【解決手段】 外観検査システムは、表示装置と、検査対
象物の形状を表わす3次元モデルを格納する記憶装置と
を備える。検査対象物の複数の検査部分は、3次元モデ
ルに対して予め設定されている。外観検査システムは、
検査対象物の各検査部分を撮像して撮像装置から得られ
た各画像に基づいて、当該検査対象物の各検査部分につ
いて欠陥の有無を検査する検査部と、3次元モデルを表
示装置に表示するとともに、検査対象物の各検査部分の
検査結果を3次元モデル上の対応部分に表わす表示制御
部とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検査対象物と撮像装置との間の相対位置を変化させつつ前記検査対象物の複数の検査部分を前記撮像装置で撮像して、前記検査対象物の外観検査を行なう外観検査システムであって、

表示装置と、

前記検査対象物の形状を表わす 3 次元モデルを格納するための記憶装置とを備え、前記検査対象物の複数の検査部分は、前記 3 次元モデルに対して予め設定されており、

前記検査対象物の各検査部分を撮像して前記撮像装置から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物の各検査部分について欠陥の有無を検査するための検査部と、

前記 3 次元モデルを前記表示装置に表示するとともに、前記検査対象物の各検査部分の検査結果を前記 3 次元モデル上の対応部分に表わすための表示制御部とを備える、外観検査システム。

【請求項 2】

前記表示制御部は、さらに、前記検査対象物の各検査部分を前記 3 次元モデル上の対応部分に表わす、請求項 1 に記載の外観検査システム。

【請求項 3】

前記表示制御部は、前記検査対象物の各検査部分の検査結果を前記 3 次元モデル上の対応部分に表わす際に、欠陥を示す部分を他の部分とは異なる表示態様で表示する、請求項 1 または 2 に記載の外観検査システム。

【請求項 4】

前記 3 次元モデルに対して設定される各検査部分は、予め定められた分類ルールに従ってグルーピングされており、

前記表示制御部は、

グルーピングされている検査部分に対する集約指示を受け付けた場合に、当該グルーピングされている検査部分の検査結果を集約し、当該集約後の検査結果を、当該グルーピングされている検査部分に対応する前記 3 次元モデル上の各部分に表わし、

前記集約された検査結果に対する展開指示を受け付けた場合に、当該集約された検査結果の表示を集約前に戻す、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の外観検査システム。

【請求項 5】

欠陥を示す検査結果が、前記グルーピングされている検査部分の検査結果に含まれている場合、集約後の検査結果は、欠陥を示し、

欠陥を示す検査結果が、前記グルーピングされている検査部分の検査結果に含まれていない場合、集約後の検査結果は、正常を示す、請求項 4 に記載の外観検査システム。

【請求項 6】

前記外観検査システムは、前記 3 次元モデル上に表わされる検査部分の内から、1 つ以上の検査部分を選択する選択操作を受け付けることが可能な操作部をさらに備え、

前記表示制御部は、前記操作部が前記選択操作を受け付けたことに基づいて、選択された検査部分の検査に用いられた画像と、当該画像の撮像条件との少なくとも一方を前記表示装置に表示する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の外観検査システム。

【請求項 7】

前記検査部は、複数の検査対象物の検査処理を順次実行し、

前記表示制御部は、順次検査される検査対象物に欠陥が検出された時点で、当該検査対象物の各検査部分の検査結果で前記 3 次元モデル上に表わされている検査結果を更新する、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の外観検査システム。

【請求項 8】

検査対象物と撮像装置との間の相対位置を変化させつつ前記検査対象物の複数の検査部分を前記撮像装置で撮像して行なわれた外観検査結果の表示方法であって、

前記検査対象物の形状を表わす 3 次元モデルを取得するステップを備え、前記検査対象物の複数の検査部分は、前記 3 次元モデルに対して予め設定されており、

10

20

30

40

50

前記検査対象物の各検査部分を撮像して前記撮像装置から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物の各検査部分について欠陥の有無を検査するステップと、

前記3次元モデルを表示装置に表示するとともに、前記検査対象物の各検査部分の検査結果を前記3次元モデル上の対応部分に表わすステップとを備える、外観検査結果の表示方法。

【請求項9】

検査対象物と撮像装置との間の相対位置を変化させつつ前記検査対象物の複数の検査部分を前記撮像装置で撮像して行なわれた外観検査結果の表示プログラムであって、

前記表示プログラムは、コンピュータに、

前記検査対象物の形状を表わす3次元モデルを取得するステップを実行させ、前記検査対象物の複数の検査部分は、前記3次元モデルに対して予め設定されており、

前記表示プログラムは、前記コンピュータに、さらに、

前記検査対象物の各検査部分を撮像して前記撮像装置から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物の各検査部分について欠陥の有無を検査するステップと、

前記3次元モデルを表示装置に表示するとともに、前記検査対象物の各検査部分の検査結果を前記3次元モデル上の対応部分に表わすステップとを実行させる、外観検査結果の表示プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、撮像画像を用いて検査対象物を検査する外観検査システム、外観検査結果の表示方法、および、外観検査結果の表示プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

画像処理技術を用いて、樹脂、金属、基板などの検査対象物を検査する外観検査システムが数多く提案されている。

【0003】

たとえば、特開2013-211323号公報（特許文献1）には、基板の品質を検査するための外観検査システムが開示されている。当該外観検査システムは、基板の検査結果を2次元マップ画像上に表示する。2次元マップ画像には、基板の通し番号が横軸に配列され、基板内の部品情報が縦軸に配列される。また、2次元マップ画像には、基板の通し番号と基板内の部品情報との組み合わせごとにセルが設けられ、各基板の各部品の検査結果が対応するセル上に表示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-211323号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に示される2次元マップ画像においては、1つの基板内の各部品についての検査結果が1次元で表される。そのため、ユーザは、各検査結果が基板内のどの箇所に対応しているのかを即座に把握することができない。

【0006】

本開示は上述のような問題点を解決するためになされたものであって、ある局面における目的は、各検査対象部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に対応しているのかをユーザに直感的に把握させることが可能な外観検査システムを提供することである。他の局面における目的は、各検査対象部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に対応しているのかをユーザに直感的に把握させることが可能な表示方法を提供することである。他の局面における目的は、各検査対象部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に

10

20

30

40

50

対応しているのかをユーザに直感的に把握させることが可能な表示プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一例では、検査対象物と撮像装置との間の相対位置を変化させつつ上記検査対象物の複数の検査部分を上記撮像装置で撮像して、上記検査対象物の外観検査を行なう外観検査システムは、表示装置と、上記検査対象物の形状を表わす3次元モデルを格納するための記憶装置とを備える。上記検査対象物の複数の検査部分は、上記3次元モデルに対して予め設定されている。上記外観検査システムは、上記検査対象物の各検査部分を撮像して上記撮像装置から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物の各検査部分について欠陥の有無を検査するための検査部と、上記3次元モデルを上記表示装置に表示するとともに、上記検査対象物の各検査部分の検査結果を上記3次元モデル上の対応部分に表わすための表示制御部とを備える。

10

【0008】

この開示によれば、各検査部分の検査結果が3次元モデル上に表示されることで、ユーザは、各検査部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に対応しているのかを直感的に把握することができる。

【0009】

本開示の一例では、上記表示制御部は、さらに、上記検査対象物の各検査部分を上記3次元モデル上の対応部分に表わす。

20

【0010】

この開示によれば、各検査部分が3次元モデル上に表示されることで、ユーザは、検査対象物内の検査が実施された箇所を直感的に把握することができる。

【0011】

本開示の一例では、上記表示制御部は、上記検査対象物の各検査部分の検査結果を上記3次元モデル上の対応部分に表わす際に、欠陥を示す部分を他の部分とは異なる表示態様で表示する。

【0012】

この開示によれば、欠陥を示す検査結果が他の検査結果とは異なる表示態様で表示されることで、ユーザは、欠陥を示す検査結果を即座に判別することができ、いずれの検査部分に欠陥があるのかをより容易に把握することができる。

30

【0013】

本開示の一例では、上記3次元モデルに対して設定される各検査部分は、予め定められた分類ルールに従ってグルーピングされている。上記表示制御部は、グルーピングされている検査部分に対する集約指示を受け付けた場合に、当該グルーピングされている検査部分の検査結果を集約し、当該集約後の検査結果を、当該グルーピングされている検査部分に対応する上記3次元モデル上の各部分に表わし、上記集約された検査結果に対する展開指示を受け付けた場合に、当該集約された検査結果の表示を集約前に戻す。

【0014】

この開示によれば、ユーザは、各検査部分の検査結果を大まかに確認したり、詳細に確認したりすることができ、検査結果を容易に分析することができる。

40

【0015】

本開示の一例では、欠陥を示す検査結果が、上記グルーピングされている検査部分の検査結果に含まれている場合、集約後の検査結果は、欠陥を示す。欠陥を示す検査結果が、上記グルーピングされている検査部分の検査結果に含まれていない場合、集約後の検査結果は、正常を示す。

【0016】

この開示によれば、検査結果の集約時において、欠陥を示す検査結果が他の部分よりも優先して表示されるので、ユーザは、欠陥を示す検査部分を見逃しにくくなる。

【0017】

50

本開示の一例では、上記外観検査システムは、上記3次元モデル上に表わされる検査部分の内から、1つ以上の検査部分を選択する選択操作を受け付けることが可能な操作部をさらに備える。上記表示制御部は、上記操作部が上記選択操作を受け付けたことに基づいて、選択された検査部分の検査に用いられた画像と、当該画像の撮像条件との少なくとも一方を上記表示装置に表示する。

【0018】

この開示によれば、ユーザは、3次元モデルに示される任意の検査部分の撮像条件を容易に確認することができる。

【0019】

本開示の一例では、上記検査部は、複数の検査対象物の検査処理を順次実行し、上記表示制御部は、順次検査される検査対象物に欠陥が検出された時点で、当該検査対象物の各検査部分の検査結果で上記3次元モデル上に表わされている検査結果を更新する。

10

【0020】

この開示によれば、欠陥を示す検査結果が検出されない間は、3次元モデル上に表示される検査結果が更新されない。これにより、常に、欠陥を示す最新の検査結果が3次元モデルML上に表示される。そのため、ユーザは、欠陥を示す検査結果を見逃しにくくなる。

【0021】

本開示の他の例では、検査対象物と撮像装置との間の相対位置を変化させつつ上記検査対象物の複数の検査部分を上記撮像装置で撮像して行なわれた外観検査結果の表示方法は、上記検査対象物の形状を表わす3次元モデルを取得するステップを備える。上記検査対象物の複数の検査部分は、上記3次元モデルに対して予め設定されている。上記表示方法は、上記検査対象物の各検査部分を撮像して上記撮像装置から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物の各検査部分について欠陥の有無を検査するステップと、上記3次元モデルを表示装置に表示するとともに、上記検査対象物の各検査部分の検査結果を上記3次元モデル上の対応部分に表わすステップとを備える。

20

【0022】

この開示によれば、各検査部分の検査結果が3次元モデル上に表示されることで、ユーザは、各検査部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に対応しているのかを直感的に把握することができる。

30

【0023】

本開示の他の例では、検査対象物と撮像装置との間の相対位置を変化させつつ上記検査対象物の複数の検査部分を上記撮像装置で撮像して行なわれた外観検査結果の表示プログラムは、コンピュータに、上記検査対象物の形状を表わす3次元モデルを取得するステップを実行させる。上記検査対象物の複数の検査部分は、上記3次元モデルに対して予め設定されている。上記表示プログラムは、上記コンピュータに、さらに、上記検査対象物の各検査部分を撮像して上記撮像装置から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物の各検査部分について欠陥の有無を検査するステップと、上記3次元モデルを表示装置に表示するとともに、上記検査対象物の各検査部分の検査結果を上記3次元モデル上の対応部分に表わすステップとを実行させる。

40

【0024】

この開示によれば、各検査部分の検査結果が3次元モデル上に表示されることで、ユーザは、各検査部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に対応しているのかを直感的に把握することができる。

【発明の効果】

【0025】

ある局面において、各検査対象部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に対応しているのかをユーザに直感的に把握させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

50

- 【図 1】実施の形態に従う外観検査システムの概要を示す模式図である。
- 【図 2】実施の形態に従う画像処理装置の表示装置に表示される検査結果の一例を示す図である。
- 【図 3】検査結果の表示態様の変形例を示す図である。
- 【図 4】分類ルールデータのデータ構造の一例を示す図である。
- 【図 5】分類ルールデータのデータ構造の一例を示す図である。
- 【図 6】展開 / 集約ボタンを押下した場合における検査結果マトリクスの画面遷移を示す図である。
- 【図 7】展開 / 集約ボタンを押下した場合における検査結果マトリクスの画面遷移を示す図である。
- 【図 8】画像処理装置のハードウェア構成の一例を示す模式図である。
- 【図 9】PLC (Programmable Logic Controller) のハードウェア構成の一例を示す模式図である。
- 【図 10】設定装置のハードウェア構成の一例を示す模式図である。
- 【図 11】プロジェクトファイルデータのデータ構造の一例を示す図である。
- 【図 12】検査結果ファイルデータのデータ構造の一例を示す図である。
- 【図 13】設定装置における処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- 【図 14】ワークの設計上の外観を示す模式図が表示された画面の一例を示す図である。
- 【図 15】検査対象部分が表示された画面の一例を示す図である。
- 【図 16】検査対象領域上の点の例を示す図である。
- 【図 17】検査対象領域から決定された検査対象位置とそれに対応する実効視野との例を示す図である。
- 【図 18】検査対象領域から決定された全ての検査対象部分と実効視野とを示す図である。
- 【図 19】設定装置によるワークの撮影位置の決定方法の一例を示す図である。
- 【図 20】撮影位置に対して決定された撮影経路の一例を示す図である。
- 【図 21】PLCにおける処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- 【図 22】画像処理装置による検査処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- 【図 23】検査結果マトリクスの表示処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- 【図 24】セル選択操作に応じて実行される処理の具体例 1 を示す図である。
- 【図 25】セル選択操作に応じて実行される処理の具体例 2 を示す図である。
- 【図 26】セル選択操作に応じて実行される処理の具体例 3 を示す図である。
- 【図 27】セル選択操作に応じて実行される処理の具体例 4 を示す図である。
- 【図 28】セル選択操作に応じて実行される処理の具体例 5 を示す図である。
- 【図 29】図 3 に示される検査結果マトリクスの変形例を示す図である。
- 【図 30】分類ルールデータのデータ構造の一例を示す図である。
- 【図 31】展開 / 集約ボタンを押下した場合における検査結果マトリクスの画面遷移を示す図である。
- 【図 32】展開 / 集約ボタンを押下した場合における検査結果マトリクスの画面遷移を示す図である。
- 【図 33】検査結果マトリクスと期待値マトリクスとの比較処理を概略的に示す図である。
- 【図 34】期待値マトリクスの作成過程の一例を示す図である。
- 【図 35】検査結果の 3次元表示処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- 【図 36】3次元モデルに示される検査対象部分の選択操作に応じて実行される処理の具体例 1 を示す図である。
- 【図 37】3次元モデルに示される検査対象部分の選択操作に応じて実行される処理の具体例 2 を示す図である。
- 【図 38】3次元モデルに示される検査対象部分の展開 / 集約している過程を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3 9】変形例に係る外観検査システムを示す図である。

【図 4 0】ワークと撮像装置との間の相対位置を変更する別の形態を示す図である。

【図 4 1】ワークと撮像装置との間の相対位置を変更するさらに別の形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、図面を参照しつつ、本発明に従う各実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品および構成要素には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、これらについての詳細な説明は繰り返さない。

【0028】

< A . 適用例 >

まず、図 1 および図 2 を参照して、本発明が適用される場面の一例について説明する。図 1 は、本実施の形態に従う外観検査システム 1 の概要を示す模式図である。

【0029】

本実施の形態に従う外観検査システム 1 は、たとえば、工業製品の生産ラインなどにおいて、ステージ 9 0 上に載置された検査対象物（以下、「ワーク W」とも称す。）上の複数の検査対象部分を撮像し、得られた画像を用いて、ワーク W の外観検査を行なう。外観検査では、ワーク W の傷、汚れ、異物の有無、寸法などが検査される。

【0030】

ステージ 9 0 上に載置されたワーク W の外観検査が完了すると、次のワーク W がステージ 9 0 上に搬送される。このとき、ワーク W は、ステージ 9 0 上の予め定められた位置に予め定められた姿勢で載置される。

【0031】

図 1 に示すように、外観検査システム 1 は、撮像装置 1 0 と、画像処理装置 2 0 と、ロボット 3 0 と、ロボットコントローラ 4 0 と、P L C (Programmable Logic Controller) 5 0 と、設定装置 6 0 とを備える。

【0032】

撮像装置 1 0 は、画像処理装置 2 0 からの指令に従って、撮像視野に存在する被写体を撮像して画像データを生成するものであり、被写体として外観検査の対象であるワーク W を撮像する。

【0033】

画像処理装置 2 0 は、P L C 5 0 からの指令に従って、撮像装置 1 0 に対して撮像指令を出力する。画像処理装置 2 0 は、検査部 2 1 と、表示制御部 2 2 と、表示装置 2 3 と、記憶装置 1 2 0 とを含む。検査部 2 1 および表示制御部 2 2 は、画像処理装置 2 0 のプロセッサ 1 1 0 (図 8 参照) によって実行される機能モジュールである。検査部 2 1 は、撮像装置 1 0 によって生成された画像データに対して予め定められた処理を実行することにより、ワーク W の外観の良否を判定する。表示制御部 2 2 は、検査部 2 1 による判定結果を表示装置 2 3 に表示させる。なお、検査結果の出力は、画像処理装置 2 0 に備えられる表示装置 2 3 に出力されてもよいが、設定装置 6 0 に備えられる表示装置（たとえば、後述のディスプレイ 3 6 6）に出力されてもよい。記憶装置 1 2 0 は、ワーク W の形状を表わす 3 次元モデル M L を格納する。3 次元モデル M L は、たとえば、新製品または新品種のワーク W の表面を示す 3 次元設計データである。

【0034】

ロボット 3 0 は、たとえば、基台 3 1 上に複数のアーム 3 2 が連結された垂直多関節ロボットである。複数のアーム 3 2 の各連結部には回転軸が含まれている。先端アーム 3 2 a の先端には、撮像装置 1 0 が取り付けられている。ロボットコントローラ 4 0 は、P L C 5 0 からの指令に応じてロボット 3 0 を制御し、ワーク W と撮像装置 1 0 との間の相対位置およびワーク W に対する撮像装置 1 0 の姿勢を変える。

【0035】

なお、上述したように、ワーク W は、ステージ 9 0 上の予め定められた位置に予め定め

10

20

30

40

50

られた姿勢で載置される。そのため、ロボット30は、ステージ90に対する撮像装置10の相対位置および姿勢を変更することにより、ワークWと撮像装置10との間の相対位置およびワークWに対する撮像装置10の姿勢を変更することができる。すなわち、ロボット30は、ステージ90上の点を原点とする座標系を用いて撮像装置10を移動することにより、ワークWと撮像装置10との間の相対位置およびワークWに対する撮像装置10の姿勢を変更することができる。

【0036】

PLC50は、撮像装置10がワークW上の複数の検査対象部分を順次撮像するように、ロボットコントローラ40および画像処理装置20を制御する。PLC50は、設定装置60によって設定された撮像条件を満たす経路に従って、ロボットコントローラ40を制御する。さらに、PLC50は、撮像装置10が指定された撮像条件を満たしたタイミングで撮像指令を出力するように画像処理装置20を制御する。

10

【0037】

設定装置60は、ワークW上の複数の検査対象部分を順次撮像するための、ワークWと撮像装置10との間の相対位置を含む撮像条件を満たす経路を設定する。設定装置60は、新製品または新品种のワークWの外観検査が必要となったときに、当該ワークWに適した撮像条件を満たす経路を設定する。

【0038】

図2を参照して、図1に示される外観検査システム1による検査結果の表示態様について説明する。図2は、画像処理装置20の表示装置23に表示される検査結果の一例を示す図である。

20

【0039】

画像処理装置20の検査部21は、ワークWを複数の方向から撮影して得られた各画像に対して予め定められた画像処理を実行することにより、ワークWの各検査対象部分について欠陥の有無を検査する。検査結果は、たとえば、「欠陥有」および「欠陥無」のいずれかで表わされる。検査部21による検査処理は、ステージ90が検査対象のワークWを予め定められた位置に搬送する度に実行される。画像処理装置20の表示制御部22は、ワークWの各検査対象部分の検査結果を3次元モデルML上の対応部分に表わす。

【0040】

図2に示されるように、3次元モデルMLには、検査対象部分A1～A4が設定されている。検査対象部分A1～A4の設定方法の詳細については後述する。表示制御部22は、検査対象部分A1～A4の各々についての検査結果を3次元モデルML上の検査対象部分A1～A4の各々に表わす。

30

【0041】

一例として、欠陥を示す検査対象部分は、特定の色（たとえば、赤色）で表わされてもよいし、点滅表示で表わされてもよい。欠陥を示す検査対象部分は、欠陥を示す部分とは異なる色（たとえば、緑色）で表わされる。

【0042】

検査結果が3次元モデルML上に表示されることで、ユーザは、各検査対象部分の検査結果が検査対象物内のいずれの箇所に対応しているのかを直感的に把握することができる。

40

【0043】

表示制御部22は、垂直方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン71と、水平方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン72とを表示装置23にさらに表示する。ユーザは、ツールボタン71, 72を操作することにより、3次元モデルMLを適宜回転させることができる。

【0044】

< B . 検査結果マトリクス of 展開 / 集約機能 >

図3～図7を参照して、検査結果の表示態様の変形例について説明する。図3は、検査結果の表示態様の変形例を示す図である。

50

【 0 0 4 5 】

図 3 に示されるように、検査結果マトリクス 2 5 の横軸には、ワークの検査対象部分が部位名別に並べられる。各部位名は、予め登録されていてもよいし、ユーザによって設定されてもよい。検査結果マトリクス 2 5 の縦軸には、検査済みのワークの識別情報が並べられる。ワークの識別情報は、たとえば、ワークの通し番号（以下、「ワーク No」ともいう。）やワーク名などで表わされる。図 3 の例では、ワークの識別情報がワーク No で表わされている。

【 0 0 4 6 】

また、検査結果マトリクス 2 5 上には、ワークの検査対象部分とワーク No との各組み合わせに対応付けてセルが配置される。表示制御部 2 2 は、各ワーク W の各検査対象部分の検査結果に対応するセル上に表示する。このように、各ワークの各検査対象部分についての検査結果が 2 次元に表わされることで、ユーザは、どのワークのどの部分に欠陥があるのかを即座に把握することができる。2 次元での検査結果の表示は、検査結果が膨大になるほど有効になる。

10

【 0 0 4 7 】

典型的には、表示制御部 2 2 は、検査結果マトリクス 2 5 に含まれる検査結果の内の、欠陥を示す検査結果を、他の検査結果とは異なる表示態様で強調表示する。一例として、欠陥を示す検査結果のセルは、特定の色（たとえば、赤色）で表わされてもよいし、点滅表示で表わされてもよい。図 3 の例では、「欠陥有」を示すセルにはハッチングが付されており、「欠陥無」を示すセルにはハッチングが付されていない。欠陥を示す検査結果が他の検査結果とは異なる表示態様で強調表示されることで、ユーザは、欠陥を示す検査結果を容易に判別することができ、どのワークのどの部分に欠陥があるのかをより容易に把握することができる。

20

【 0 0 4 8 】

なお、上述では、ワークの検査対象部位が検査結果マトリクス 2 5 の横軸に配列され、ワーク No が検査結果マトリクス 2 5 の縦軸に配列される例について説明を行なったが、ワーク No が検査結果マトリクス 2 5 の横軸に配列され、ワークの検査対象部位が検査結果マトリクス 2 5 の縦軸に配列されてもよい。

【 0 0 4 9 】

検査結果マトリクス 2 5 の各行または各列は、予め定められた分類ルールに従って行単位または列単位でグルーピングされている。図 3 の例では、検査結果マトリクス 2 5 の横軸方向においては、ワークの部位「A 1」～「A 5」は、グループ G V 1 としてグルーピングされており、ワークの部位「B 1」～「B 3」は、グループ G V 2 としてグルーピングされている。ワークの検査対象部分のグルーピングは、図 4 に示される分類ルール 1 3 4 A に従って行なわれる。

30

【 0 0 5 0 】

図 4 は、分類ルール 1 3 4 A のデータ構造の一例を示す図である。図 4 に示されるように、分類ルール 1 3 4 A には、ワーク W の検査対象部分が階層的に対応付けられている。各部位の対応関係は、予め登録されていてもよいし、ユーザによって任意に設定されてもよい。一例として、上位の階層に規定される検査対象部分は、下位の階層に規定される検査対象部分を包含する関係を有する。図 4 の例では、検査対象部分「A」は、部位「A 1」～「A 5」に包含されている。すなわち、部位「A 1」～「A 5」は、検査対象部分「A」内の領域である。

40

【 0 0 5 1 】

再び図 3 を参照して、検査結果マトリクス 2 5 の縦軸方向においては、ワーク No 「0 0 1 A」～「0 0 1 E」は、グループ G H 1 としてグルーピングされており、ワーク No 「0 0 2 A」～「0 0 2 J」は、グループ G H 2 としてグルーピングされている。ワーク No のグルーピングは、図 5 に示される分類ルール 1 3 4 B に従って行なわれる。

【 0 0 5 2 】

図 5 は、分類ルール 1 3 4 B のデータ構造の一例を示す図である。図 5 に示されるよう

50

に、分類ルール134Bには、検査対象の各ワークが階層的に関連付けられている。各ワークの階層関係は、予め登録されていてもよいし、ユーザによって任意に設定されてもよい。一例として、各ワークは、生産ラインのロット番号に関連付けられる。上位の階層に規定されるロット番号は、下位の階層に規定されるワークを包含する関係を有する。図5の例では、ロット番号「001」は、ワークNo「001A」～「001E」に包含される。すなわち、ロット番号「001」において、ワークNo「001A」～「001E」が生産されたことを示す。

【0053】

再び図3を参照して、検査結果マトリクス25の縦軸方向および横軸方向の各グループには、展開/集約ボタンが割り付けられている。図3の例では、グループGH1には展開/集約ボタンBH1が割り付けられている。グループGH2には展開/集約ボタンBH2が割り付けられている。グループGV1には展開/集約ボタンBV1が割り付けられている。GV2には展開/集約ボタンBV2が割り付けられている。

10

【0054】

図6は、展開/集約ボタンBV2を押下した場合における検査結果マトリクス25の画面遷移を示す図である。展開/集約ボタンBV2は、グループGV2のセルに対する集約指示および展開指示を押下の度に交互に受け付ける。すなわち、グループGV2のセルが展開されている状態で、展開/集約ボタンBV2が押下された場合、画像処理装置20の表示制御部22は、グループGV2のセルを一列に集約する。一方で、グループGV2のセルが集約されている状態で、展開/集約ボタンBV2が押下された場合、表示制御部22は、グループGV2のセルの表示を集約前に戻す。

20

【0055】

集約対象の検査結果に「欠陥有」を示す検査結果と「欠陥無」を示す検査結果とが含まれている場合、表示制御部22は、「欠陥有」の検査結果の表示を「欠陥無」の検査結果の表示よりも優先して集約処理を行なう。一例として、破線AR1内の検査結果には、「欠陥有」を示す検査結果が1個含まれており、「欠陥無」を示す検査結果が2個含まれている。集約処理により、破線AR1内の3個の検査結果は、破線AR2内に示される1個の検査結果に集約される。このとき、集約前の検査結果には、「欠陥有」が含まれているので、表示制御部22は、集約後の検査結果を「欠陥有」として表わす。

30

【0056】

このように、表示制御部22は、集約前の検査結果に「欠陥有」を示す検査結果が1個でも含まれている場合には、表示制御部22は、集約後の検査結果を「欠陥有」とする。一方で、表示制御部22は、集約前の検査結果に「欠陥有」を示す検査結果が1個も含まれていない場合には、表示制御部22は、集約後の検査結果を「欠陥無」とする。

【0057】

図7は、展開/集約ボタンBH2を押下した場合における検査結果マトリクス25の画面遷移を示す図である。展開/集約ボタンBH2は、グループGH2のセルに対する集約指示および展開指示を押下の度に交互に受け付ける。すなわち、グループGH2のセルが展開されている状態で、展開/集約ボタンBH2が押下された場合、表示制御部22は、グループGH2のセルを一行に集約する。一方で、グループGH2のセルが集約されている状態で、展開/集約ボタンBH2が押下された場合、表示制御部22は、グループGH2のセルの表示を集約前に戻す。

40

【0058】

一例として、破線AR3内の検査結果には、「欠陥有」を示す検査結果が1個含まれ、「欠陥無」を示す検査結果が9個含まれている。集約処理により、破線AR3内の10個の検査結果は、破線AR4内に示される1個の検査結果に集約される。このとき、集約前の検査結果には、「欠陥有」が含まれているので、表示制御部22は、集約後の検査結果を「欠陥有」として表わす。

【0059】

以上のように、画像処理装置20の表示制御部22は、グルーピングされている行群ま

50

たはグルーピングされている列群に対する集約指示を受け付けた場合に、当該行群または当該列群の検査結果を一行または一列に集約して表示する。また、表示制御部 22 は、集約して表示されている検査結果に対する展開指示を受け付けた場合に、当該集約して表示されている検査結果の表示を集約前に戻す。これにより、検査結果マトリクス 25 の行数または列数が表示装置 23 に表示しきれないほど膨大である場合でも、ユーザは、集約表示および展開表示を活用することで検査結果を効率的に確認することができる。

【0060】

なお、上述の例では、集約されたセルが「欠陥有」と「欠陥無」との2値で表される例について説明を行なったが、集約されたセルは必ずしも2値で表される必要はない。一例として、「欠陥有」を示す検査結果が集約対象のセルに多く含まれているほど、表示制御部 22 は、集約後のセルの表示を濃く表示してもよい。

10

【0061】

< C . ハードウェア構成 >

次に、図 8 ~ 図 10 を参照して、図 1 に示される画像処理装置 20、PLC 50、および設定装置 60 のハードウェア構成について順に説明する。

【0062】

(C 1 . 画像処理装置 20 のハードウェア構成)

図 8 は、画像処理装置 20 のハードウェア構成の一例を示す模式図である。図 8 を参照して、画像処理装置 20 は、典型的には、汎用的なコンピュータアーキテクチャに従う構造を有しており、予めインストールされたプログラムをプロセッサが実行することで、外観検査処理などの各種の画像処理を実現する。

20

【0063】

より具体的には、画像処理装置 20 は、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro-Processing Unit) などのプロセッサ 110 と、RAM (Random Access Memory) 112 と、表示コントローラ 114 と、システムコントローラ 116 と、I/O (Input Output) コントローラ 118 と、ハードディスクなどの記憶装置 120 と、カメラインターフェイス 122 と、入力インターフェイス 124 と、コントローラインターフェイス 126 と、通信インターフェイス 128 と、メモリカードインターフェイス 130 とを含む。これらの各部は、システムコントローラ 116 を中心として、互いにデータ通信可能に接続される。

30

【0064】

プロセッサ 110 は、システムコントローラ 116 との間でプログラム (コード) などを交換して、これらを所定順序で実行することで、目的の演算処理を実現する。

【0065】

システムコントローラ 116 は、プロセッサ 110、RAM 112、表示コントローラ 114、および I/O コントローラ 118 とそれぞれバスを介して接続されており、各部との間でデータ交換などを行なうとともに、画像処理装置 20 全体の処理を司る。

【0066】

RAM 112 は、典型的には、DRAM (Dynamic Random Access Memory) などの揮発性の記憶装置であり、記憶装置 120 から読み出されたプログラムや、撮像装置 10 によって取得されたカメラ画像 (画像データ)、カメラ画像に対する処理結果、およびワークデータなどを保持する。

40

【0067】

表示コントローラ 114 は、表示装置 23 と接続されており、システムコントローラ 116 からの内部コマンドに従って、各種の情報を表示するための信号を表示装置 23 へ出力する。

【0068】

I/O コントローラ 118 は、画像処理装置 20 に接続される記録媒体や外部機器との間のデータ交換を制御する。より具体的には、I/O コントローラ 118 は、記憶装置 120 と、カメラインターフェイス 122 と、入力インターフェイス 124 と、コントロー

50

ラインターフェイス 126 と、通信インターフェイス 128 と、メモリカードインターフェイス 130 と接続される。

【0069】

記憶装置 120 は、プロセッサ 110 で実行される画像処理プログラム 142 や表示プログラム 143 に加えて、プロジェクトファイル 144 などの各種データを格納する。プロジェクトファイル 144 の詳細については後述する。典型的には、記憶装置 120 は、ハードディスクなどの不揮発性の磁気記憶装置であってもよいし、フラッシュメモリなどの半導体記憶装置であってもよいし、DVD-RAM (Digital Versatile Disk Random Access Memory) などの光学記憶装置であってもよい。

【0070】

画像処理プログラム 142 および表示プログラム 143 は、他のプログラムの一部に組み込まれて提供されるものであってもよい。その場合、画像処理プログラム 142 自体および表示プログラム 143 自体は、他のプログラムと協働して予め定められた処理を実行する。すなわち、画像処理プログラム 142 および表示プログラム 143 としては、このような他のプログラムに組み込まれた形態であってもよい。また、代替的に、画像処理プログラム 142 または表示プログラム 143 の実行により提供される機能の一部もしくは全部を専用のハードウェア回路として実装してもよい。

【0071】

カメラインターフェイス 122 は、ワーク W を撮影することで生成された画像データを受け付ける入力部に相当し、撮像装置 10 とプロセッサ 110 との間のデータ伝送を仲介する。より具体的には、カメラインターフェイス 122 は、1 つ以上の撮像装置 10 と接続が可能であり、プロセッサ 110 からカメラインターフェイス 122 を介して撮像装置 10 とに撮影指示が出力される。これにより、撮像装置 10 とは、被写体を撮影し、生成した画像をカメラインターフェイス 122 を介してプロセッサ 110 に出力する。

【0072】

入力インターフェイス 124 は、プロセッサ 110 とキーボード 134、マウス、タッチパネル、専用コンソールなどの入力装置との間のデータ伝送を仲介する。

【0073】

コントローインターフェイス 126 は、PLC 50 とプロセッサ 110 との間のデータ伝送を仲介する。より具体的には、コントローインターフェイス 126 は、PLC 50 によって制御される生産ラインの状態に係る情報やワーク W に係る情報などをプロセッサ 110 へ伝送する。

【0074】

通信インターフェイス 128 は、プロセッサ 110 と図示しない他のパーソナルコンピュータやサーバ装置などとの間のデータ伝送を仲介する。通信インターフェイス 128 は、典型的には、イーサネット (登録商標) や USB (Universal Serial Bus) などからなる。

【0075】

メモリカードインターフェイス 130 は、プロセッサ 110 と記録媒体であるメモリカード 136 との間のデータ伝送を仲介する。メモリカード 136 には、画像処理装置 20 で実行される画像処理プログラム 142 や表示プログラム 143 などが格納された状態で流通し、メモリカードインターフェイス 130 は、このメモリカード 136 からこれらのプログラムを読み出す。メモリカード 136 は、SD (Secure Digital) などの汎用的な半導体記憶デバイスや、フレキシブルディスク (Flexible Disk) などの磁気記録媒体や、CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory) などの光学記録媒体等からなる。あるいは、通信インターフェイス 128 を介して、配信サーバなどからダウンロードしたプログラムを画像処理装置 20 にインストールしてもよい。

【0076】

(C2 . PLC 50 のハードウェア構成)

次に、図 9 を参照して、PLC 50 のハードウェア構成について説明する。図 9 は、P

10

20

30

40

50

PLC 50のハードウェア構成の一例を示す模式図である。

【0077】

PLC 50は、チップセット212と、プロセッサ214と、不揮発性メモリ216と、主メモリ218と、システムクロック220と、メモリカードインターフェイス222と、通信インターフェイス228と、内部バスコントローラ230と、フィールドバスコントローラ238とを含む。チップセット212と他のコンポーネントとの間は、各種のバスを介してそれぞれ結合されている。

【0078】

プロセッサ214およびチップセット212は、典型的には、汎用的なコンピュータアーキテクチャに従う構成を有している。すなわち、プロセッサ214は、チップセット212から内部クロックに従って順次供給される命令コードを解釈して実行する。チップセット212は、接続されている各種コンポーネントとの間で内部的なデータを遣り取りするとともに、プロセッサ214に必要な命令コードを生成する。システムクロック220は、予め定められた周期のシステムクロックを発生してプロセッサ214に出力する。チップセット212は、プロセッサ214での演算処理の実行の結果得られたデータなどをキャッシュする機能を有する。

10

【0079】

PLC 50は、記憶手段として、不揮発性メモリ216および主メモリ218を有する。不揮発性メモリ216は、OS、システムプログラム、ユーザプログラム、ログ情報などを不揮発的に保持する。主メモリ218は、揮発性の記憶領域であり、プロセッサ214で実行されるべき各種プログラムを保持するとともに、各種プログラムの実行時の作業用メモリとしても使用される。

20

【0080】

PLC 50は、通信手段として、通信インターフェイス228と、内部バスコントローラ230と、フィールドバスコントローラ238とを有する。これらの通信回路は、データの送信および受信を行なう。

【0081】

通信インターフェイス228は、画像処理装置20や設定装置60との間でデータを遣り取りする。一例として、PLC 50は、通信インターフェイス228を介して画像処理装置20に対して撮像指示を出力する。あるいは、PLC 50は、通信インターフェイス228を介して画像処理装置20からワークWの外観検査結果を受け付ける。

30

【0082】

内部バスコントローラ230は、内部バス226を介したデータの遣り取りを制御する。より具体的には、内部バスコントローラ230は、DMA (Dynamic Memory Access) 制御回路232と、内部バス制御回路234と、バッファメモリ236とを含む。

【0083】

メモリカードインターフェイス222は、PLC 50に対して着脱可能なメモリカード224とプロセッサ214とを接続する。

【0084】

フィールドバスコントローラ238は、フィールドネットワークに接続するための通信インターフェイスである。PLC 50は、フィールドバスコントローラ238を介してロボットコントローラ40と接続される。当該フィールドネットワークには、たとえば、Ethernet (登録商標)、Ethernet / IP (登録商標)、Component (登録商標)などが採用される。

40

【0085】

(C3. 設定装置60のハードウェア構成)

次に、図10を参照して、設定装置60のハードウェア構成について説明する。図10は、設定装置60のハードウェア構成の一例を示す模式図である。

【0086】

設定装置60は、プロセッサ362と、メインメモリ363と、記憶装置364と、デ

50

ディスプレイ 366 と、入力デバイス 367 と、通信インターフェイス 368 とを含む。これらの各部は、バス 361 を介して、互いにデータ通信可能に接続される。

【0087】

プロセッサ 362 は、記憶装置 364 にインストールされた設定プログラム 365 を含むプログラム（コード）をメインメモリ 363 に展開して、これらを所定順序で実行することで、各種の演算を実施する。メインメモリ 363 は、典型的には、D R A M（Dynamic Random Access Memory）などの揮発性の記憶装置である。

【0088】

記憶装置 364 は、設定装置 60 が備える内部メモリであって、不揮発性の記憶装置であって、設定プログラム 365 等の各種プログラムを記憶する。なお、記憶装置 364 は、ハードディスクであってもよいし、フラッシュメモリなどの半導体記憶装置であってもよい。

10

【0089】

設定プログラム 365 は、設定装置 60 による撮像条件の変更経路を設定するための手順を示すプログラムである。設定プログラム 365 などの各種プログラムは、記憶装置 364 に保存されている必要はなく、設定装置 60 と通信可能なサーバや、設定装置 60 と直接接続可能な外部メモリに保存されていてもよい。たとえば、外部メモリに設定装置 60 で実行される各種プログラムおよび各種プログラムで用いられる各種パラメータが格納された状態で流通し、設定装置 60 は、この外部メモリから各種プログラムおよび各種パラメータを読み出す。外部メモリは、コンピュータその他装置、機械等が記録されたプログラム等の情報を読み取り可能なように、当該プログラム等の情報を、電気的、磁氣的、光学的、機械的または化学的作用によって蓄積する媒体である。あるいは、設定装置 60 と通信可能に接続されたサーバなどからダウンロードしたプログラムやパラメータを設定装置 60 にインストールしてもよい。

20

【0090】

ディスプレイ 366 は、たとえば液晶ディスプレイである。入力デバイス 367 は、たとえばマウス、キーボード、タッチパッドなどにより構成される。

【0091】

通信インターフェイス 368 は、P L C 50 とプロセッサ 362 との間で各種データをやり取りする。なお、通信インターフェイス 368 は、サーバとプロセッサ 362 との間でデータをやり取りしてもよい。通信インターフェイス 368 は、P L C 50 との間で各種データをやり取りするためのネットワークに対応するハードウェアを含む。

30

【0092】

< D . プロジェクトファイル 144 >

図 11 を参照して、上述のプロジェクトファイル 144（図 8 参照）について説明する。図 11 は、プロジェクトファイル 144 のデータ構造の一例を示す図である。

【0093】

ワーク W の検査処理に関する各種データがプロジェクトファイル 144 に関連付けられることで、ワーク W の検査処理に関する各種データが一元的に管理される。

【0094】

一例として、プロジェクトファイル 144 には、撮像条件ファイル 146 A と、画像ファイル群 146 B と、検査条件ファイル 146 C と、検査結果ファイル 146 D と、ワーク情報ファイル 146 E と、生産情報ファイル 146 F と、分類ルールファイル 146 G と、期待値ファイル 146 H とが関連付けられる。

40

【0095】

撮像条件ファイル 146 A は、ワーク W の各検査対象部分についての撮像条件を規定するデータである。すなわち、画像処理装置 20 は、撮像条件ファイル 146 A を参照すれば、検査対象部分をキーとして、撮像条件を一意に特定することができる。あるいは、ワーク N o と検査対象部分との組み合わせをキーとして撮像条件が一意に特定されてもよい。撮像条件は、たとえば、ワーク W と撮像装置 10 との間の相対位置、ワーク W の撮像時

50

における照明の位置などを含む。

【0096】

画像ファイル群146Bは、規定される撮像条件に従ってワークWを撮像して撮像装置10から得られたデータ群である。画像ファイル群146Bに含まれる各画像ファイルは、ワークNoと検査対象部分とに対応付けられている。すなわち、画像処理装置20は、ワークNoと検査対象部分との組み合わせをキーとして、検査に用いられた画像ファイルを一意に特定することができる。ワークNoと検査対象部分との組み合わせに関する情報は、たとえば、画像ファイルのファイル名や画像ファイルのヘッダに規定される。

【0097】

検査条件ファイル146Cは、ワークの各検査対象部分についての検査条件を規定するデータである。すなわち、画像処理装置20は、検査条件ファイル146Cを参照すれば、検査対象部分キーとして検査条件を一意に特定することができる。検査条件は、たとえば、画像内の検査対象部分、実行される画像処理フローチャート、画像処理の実行時に読み込まれる計測パラメータ、欠陥の有無を判断するための閾値などを含む。

10

【0098】

検査結果ファイル146Dは、各ワークの各検査対象部分に対する計測値や検査結果などを規定するデータである。検査結果ファイル146Dのデータ構造の詳細については後述する。

【0099】

ワーク情報ファイル146Eは、検査対象のワークの形状を表わす3次元モデルや、検査対象のワークの種別情報などを含む。

20

【0100】

生産情報ファイル146Fは、検査対象のワークのロット番号、シリアル番号などを規定するデータである。

【0101】

分類ルールファイル146Gは、上述の分類ルール134A(図4参照)と、上述の分類ルール134B(図5参照)と、後述の分類ルール134C(図30参照)との少なくとも1つを含むデータである。

【0102】

期待値ファイル146Hは、検査対象の各ワークの各検査対象部分について検査結果の期待値を規定するデータである。期待値ファイル146Hの詳細については後述する。

30

【0103】

< E . 検査結果ファイル146D >

図12を参照して、上述のプロジェクトファイル144(図11参照)に含まれる検査結果ファイル146Dについて説明する。

【0104】

図12は、検査結果ファイル146Dのデータ構造の一例を示す図である。検査結果ファイル146Dは、ワークの識別情報(たとえば、ワークNo)と、ワークの検査対象部分を示す部位名と、検査処理の出力結果として得られる計測値と、欠陥の有無を示す検査結果とを含む。

40

【0105】

画像処理装置20は、検査結果ファイル146Dを参照すれば、ワークNoと検査対象部分との組み合わせをキーとして、計測値および検査結果を一意に特定することができる。

【0106】

< F . 設定装置における処理の流れ >

図13は、設定装置60における処理の流れの一例を示すフローチャートである。外観検査システム1によって新製品または新品種のワークWの外観検査が必要になったときに、設定装置60は、たとえば図13に示すフローチャートに従った処理を行ない、新製品または新品種のワークWに適した撮像条件の変更経路を設定する。新製品または新品種の

50

ワークWの設計上の表面を示す3次元設計データは、設定装置60の記憶装置364に予め格納される。

【0107】

図13に示す例では、まずステップS1において、設定装置60のプロセッサ362は、記憶装置364から3次元設計データを読み込む。次にステップS2において、プロセッサ362は、3次元設計データで示されるワークWの設計上の外観を示す模式図を設定装置60のディスプレイ366に表示し、ユーザ入力に従ってワークW上の検査対象領域を決定する。このとき、ワークWがステージ90上の予め定められた位置に予め定められた姿勢で載置されることを前提として、プロセッサ362は、3次元設計データの座標系を、ステージ90上の点を原点とするXYZ座標系に変換する。そのため、検査対象領域は、ステージ90上の点を原点とするXYZ座標系で示される。

10

【0108】

次にステップS3において、プロセッサ362は、検査対象領域に対応する検査要件を満たすように、検査対象領域内から複数の検査対象位置を決定する。すなわち、プロセッサ362は、検査対象領域内において決定された複数の検査対象位置の各々を検査対象部分として決定する。

【0109】

次にステップS4において、プロセッサ362は、複数の検査対象位置の各々に対して、検査時のワークWと撮像装置10との間の相対位置を含む撮像条件を決定する。

【0110】

次にステップS5において、プロセッサ362は、ステップS4で決定された、ワークWと撮像装置10との間の相対位置を通過するように撮影経路を決定する。

20

【0111】

ステップS2で決定された検査対象領域、ステップS3で決定された検査対象位置、ステップS4で決定された撮像条件、およびステップS5で決定された撮影経路は、画像処理装置20およびPLC50に送信される。

【0112】

なお、上記の例では、ステップS3において、検査対象部分から複数の検査対象位置が決定されるとした。しかしながら、ステップS2において、複数の検査対象部分が決定され、ステップS3において、複数の検査対象部分の各々から少なくとも1つの検査対象位置が決定されてもよい。これによっても、ステップS3により複数の検査対象位置が決定される。

30

【0113】

< G . 検査対象部分の決定方法 >

図14および図15を参照して、検査対象部分の決定方法の一例について説明する。図14は、ワークWの設計上の外観を示す模式図が表示された画面の一例を示す図である。図15は、検査対象部分が表示された画面の一例を示す図である。

【0114】

図14に示されるように、設定装置60は、ワークWの形状を表わす3次元モデルMLを含む画面61aをディスプレイ366に表示させる。画面61aには、垂直方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン71と、水平方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン72とが含まれる。ユーザは、ツールボタン71, 72を操作することにより、3次元モデルMLを適宜回転させることができる。

40

【0115】

設定装置60は、ユーザから検査したい場所の指定を受け付ける。具体的には、ユーザは、入力デバイス367を用いて、ワークWの3次元モデルML上における検査したい複数点をクリックする。図14に示す画面61aでは、ユーザによってクリックされた複数点が丸印74によって示されている。

【0116】

設定装置60は、3次元モデルML上で指定された複数の丸印74を含む領域を検査対

50

象領域として切り出す。具体的には、設定装置 60 は、指定された各丸印 74 に対応するワーク W の表面上の点から当該表面に沿って所定距離以内の範囲を求め、当該範囲の和集合を検査対象領域として切り出す。

【0117】

さらに、設定装置 60 は、輪郭線が直線または円などの幾何学図形となるように検査対象領域を調整する。図 15 に示すディスプレイ 366 の画面 61b には、輪郭線がワーク W のいずれかの稜線と平行な直線となるように調整された検査対象領域 75 が示される。

【0118】

さらに、設定装置 60 は、ユーザから検査対象領域 75 の微調整の指示を受け付け、当該指示に応じて検査対象領域 75 を微調整する。画面 61b には、検査対象領域 75 を拡大または縮小するためのツールボタン 76, 77 が含まれる。ユーザは、入力デバイス 367 を用いて、検査対象領域 75 の輪郭線を構成する一辺を選択し、ツールボタン 76, 77 を操作することにより、検査対象領域 75 の拡大または縮小の指示を入力する。もしくは、ユーザは、入力デバイス 367 に含まれるマウスを用いて、検査対象領域 75 の輪郭線を構成する一辺上の点 78 をドラッグすることにより、検査対象領域 75 の拡大または縮小の指示を入力してもよい。これにより、設定装置 60 は、検査対象領域 75 の拡大または縮小を行なう。このようにして、設定装置 60 は、検査対象領域 75 を決定する。図 15 に示す例では、直方体のワーク W の 6 面のうちの 4 面の部分領域を集合した領域が検査対象領域 75 として決定されている。

【0119】

< H . 検査対象位置の決定方法 >

図 16 ~ 図 18 を参照して、設定装置 60 による検査対象位置の決定方法の一例について説明する。図 16 は、検査対象領域上の点の例を示す図である。図 17 は、検査対象領域から決定された検査対象位置とそれに対応する実効視野との例を示す図である。図 18 は、検査対象領域から決定された全ての検査対象部分と実効視野とを示す図である。

【0120】

カメラ解像度を R (pixel)、要求される最小欠陥サイズを D (mm) とするとき、当該最小欠陥サイズの欠陥を認識できるという検査要件を満たすことが可能な最大の、撮像装置 10 による撮像視野 FOV が検査対象部分として設定される。撮像視野 FOV の径は、一般に、比例定数 a を用いて $a \times D \times R$ で表わされる。

【0121】

設定装置 60 は、検査対象領域 75 を点の集合とみなし、法線ベクトルの分布を用いて、検査対象領域 75 内の点の近傍の 3 次元形状を調査することができる。たとえば、設定装置 60 は、ワーク W の 3 次元設計データに基づいて、検査対象領域 75 内の点から表面に沿って距離 L 以内の範囲における法線ベクトルの分布を求める。距離 L は、たとえば、撮像視野 FOV の径 ($= a \times D \times R$) に比例定数 b を乗じた値 ($= b \times a \times D \times R$) である。

【0122】

図 16 に示す例では、点 P1 の近傍は平坦である。そのため、点 P1 からワーク W の表面に沿って距離 L 以内の範囲内の法線ベクトルは、全てベクトル n_2 となる。点 P2 は 2 面が交わる稜線の近傍に位置する。そのため、点 P2 からワーク W の表面に沿って距離 L 以内の範囲内の法線ベクトルは、2 つのベクトル n_2, n_4 を含む。点 P3 は 3 面が交わる頂点の近傍に位置する。そのため、点 P3 からワーク W の表面に沿って距離 L 以内の範囲内の法線ベクトルは、3 つのベクトル n_1, n_2, n_4 を含む。したがって、設定装置 60 は、検査対象領域 75 内の点から表面に沿って距離 L 以内の範囲の法線ベクトルの分布により、当該点の近傍が平坦であるのか、当該点の近傍に稜線が存在するのか、当該点の近傍に稜線が存在するのか、を判定できる。

【0123】

図 17 に示されるように、設定装置 60 は、検査対象領域 75 の中から無作為に選択した 1 点を検査対象位置 B_i として選択する。設定装置 60 は、検査対象位置 B_i に対して

、撮像装置 10 による実効視野 $FOV2i$ を検査対象部分として求める。実効視野 $FOV2i$ は、検査対象位置 Bi を含み、1つの撮像条件を用いて撮像装置 10 が撮像可能かつ検査可能な視野である。設定装置 60 は、検査対象位置 Bi の近傍の 3次元形状に応じて実効視野 $FOV2i$ を決定する。実効視野 $FOV2i$ が取り得る最大径は、撮像視野 FOV の径 ($= a \times D \times R$) に設定される。

【0124】

たとえば、設定装置 60 は、実効視野 $FOV2i$ における法線ベクトル分布のばらつきが所定範囲内に入るように、実効視野 $FOV2i$ を決定する。検査対象位置 Bi の近傍が平坦である場合、設定装置 60 は、検査対象位置 Bi から表面に沿って距離 $a \times D \times R$ 以内の範囲 (つまり、撮像視野 FOV) を実効視野 $FOV2i$ として決定する。一方、検査対象位置 Bi の近傍に稜線または頂点が存在する場合、図 17 に示されるように、設定装置 60 は、検査対象位置 Bi から表面に沿って距離 $a \times D \times R$ 以内の範囲から一部の範囲を除いた範囲を実効視野 $FOV2i$ とする。除かれる範囲は、法線ベクトル分布において最大の分布量を示す法線ベクトル以外の法線ベクトルを有する表面の範囲である。

10

【0125】

次に、設定装置 60 は、検査対象領域 75 に属する点の集合から、決定した実効視野 $FOV2i$ に属する点の集合を除去し、残った点の集合の中から無作為に選択した 1点を次の検査対象位置 $B(i+1)$ として選択する。設定装置 60 は、選択した検査対象位置 $B(i+1)$ に対しても実効視野 $FOV2(i+1)$ を決定する。設定装置 60 は、検査対象領域 75 に属する点の集合が 0 になるまで、この処理を繰り返す。これにより、図 18 に示されるように、検査対象領域 75 から複数の検査対象位置 Bi ($i = 1, 2, \dots$) が決定される。検査対象領域 75 内の全ての点は、複数の検査対象位置 Bi ($i = 1, 2, \dots$) のいずれかの実効視野 $FOV2i$ に含まれる。上述したように、実効視野 $FOV2i$ が取り得る最大径は、撮像視野 FOV の径に設定される。そのため、検査対象領域 75 の全域について最小欠陥サイズの欠陥が認識可能なように検査対象位置が決定される。

20

【0126】

なお、上記の説明では、設定装置 60 は、検査対象領域 75 から無作為に検査対象位置 Bi を抽出するとした。しかしながら、設定装置 60 は、予め定められた幾何学的条件に従って検査対象領域 75 から検査対象位置 Bi を抽出してもよい。あるいは、設定装置 60 は、抽出された複数の検査対象位置 Bi が規則的に整列するように、検査対象領域 75 から検査対象位置 Bi を抽出してもよい。

30

【0127】

たとえば、ワーク W において稜線または頂点の近傍に欠陥が生じやすい場合、稜線または頂点の近傍を優先的に検査するという検査要件を満たすように、検査対象位置が決定されてもよい。たとえば、検査対象領域 75 内のうち、所定距離内に稜線または頂点が存在する点の集合から優先的に検査対象位置 Bi が抽出されてもよい。

【0128】

< I . 撮像条件の決定方法 >

図 19 は、設定装置 60 によるワーク W の撮影位置 Ci の決定方法の一例を示す図である。設定装置 60 は、検査対象位置 Bi におけるワーク W の設計上の外観表面の法線上において撮影位置 Ci を決定する。具体的には、撮影位置 Ci は、検査対象位置 Bi に対応する実効視野 $FOV2i$ を撮像可能であり、かつ、検査対象位置 Bi にピントが合う最適な被写体距離だけ検査対象位置 Bi から離れた位置に決定される。

40

【0129】

次に、設定装置 60 は、決定された撮影位置 Ci に基づいて撮像条件を決定する。典型的には、設定装置 60 は、検査対象位置 Bi を視野に含み、検査対象位置 Bi にピントが合う最適な撮像条件を決定する。

【0130】

撮像条件は、たとえば、ステージ 90 上の点を原点とする XYZ 座標系における撮像装

50

置 10 の X 座標、Y 座標および Z 座標と、撮像装置 10 の光軸の方向を特定する x 、 y 、 z との 6 個のパラメータを含む。 x は、撮像装置 10 の光軸を XY 平面に投影した線と X 軸とのなす角度であり、 y は、撮像装置 10 の光軸を YZ 平面に投影した線と Y 軸とのなす角度であり、 z は、撮像装置 10 の光軸を ZX 平面に投影した線と Z 軸とのなす角度である。XYZ 座標は、ワーク W と撮像装置 10 との間の相対位置を特定するパラメータであり、 x 、 y 、 z は、ワーク W に対する撮像装置 10 の姿勢を特定するパラメータである。

【0131】

< J . 撮影経路の決定方法 >

図 20 は、撮影位置 C_i に対して決定された撮影経路の一例を示す図である。

10

【0132】

設定装置 60 は、決定した撮影位置 $C_1 \sim C_7$ を通過するように撮影経路を決定する。このとき、設定装置 60 は、予め定められた要件を満たすように撮影経路を決定する。たとえば、予め定められた要件が移動時間を最短とする要件である場合、設定装置 60 は、複数の撮像位置を順に通過する経路候補のうちで、移動時間が最短となる経路候補を撮影経路として設定する。たとえば、設定装置 60 は、予め定められた要件で示される項目（たとえば移動時間）を評価するための評価値を経路候補ごとに算出し、算出した評価値に基づいて撮影経路を設定すればよい。さらに、複数の検査対象位置の各々について複数の撮像位置候補が存在する場合も、設定装置 60 は、評価値に基づいて、当該複数の撮像位置候補の中の 1 つを撮像位置として選択すればよい。このようにして、予め定められた要件を満たすように最適化された撮影経路が設定される。

20

【0133】

図 20 には、決定された撮影経路 PS が示されている。図 20 の例では、「撮影位置 C_1 」「撮影位置 C_4 」「撮影位置 C_5 」「撮影位置 C_6 」「撮影位置 C_7 」「撮影位置 C_3 」「撮影位置 C_2 」を順に通過するように撮影経路 PS が決定されている。

【0134】

< K . PLC50 による制御処理 >

図 21 は、PLC50 における処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 21 に示される処理は、PLC50 のプロセッサ 214 がプログラムを実行することにより実現される。他の局面において、処理の一部または全部が、回路素子またはその他のハードウェアによって実行されてもよい。

30

【0135】

PLC50 は、撮像装置 10 が決定された撮影経路 PS （図 20 参照）を通過するようにロボットコントローラ 40 を制御するとともに、撮像装置 10 が決定された撮影位置 C_i （図 20 参照）で撮影を実行するように画像処理装置 20 を制御する。

【0136】

まず、ステップ S_{10} において、プロセッサ 214 は、ステージ 90 に載置されたワーク W が予め定められた位置に設置されたか否かを判断する。プロセッサ 214 は、ワーク W が予め定められた位置に設置されたと判断した場合（ステップ S_{10} において YES）、制御をステップ S_{12} に切り替える。そうでない場合には（ステップ S_{10} において NO）、プロセッサ 214 は、ステップ S_{10} の処理を再び実行する。

40

【0137】

ステップ S_{12} において、プロセッサ 214 は、予め設定されている撮影経路 PS に従ってロボットコントローラ 40 に指令値を順次出力する。ロボットコントローラ 40 は、PLC50 からの指令値に従ってロボット 30 の各軸を駆動する。これにより、ロボット 30 の先端に取り付けられている撮像装置 10 が撮影経路 PS に沿って順次移動する。

【0138】

ステップ S_{20} において、プロセッサ 214 は、撮像装置 10 が予め設定されている撮影位置 C_i （図 20 参照）に到達したか否かを判断する。撮像装置 10 が予め設定されて

50

いる撮影位置 C i に到達したか否かは、たとえば、ステップ S 1 2 でロボットコントローラ 4 0 に出力される指令値に基づいて判断される。プロセッサ 2 1 4 は、撮像装置 1 0 が予め設定されている撮影位置 C i に到達したと判断した場合（ステップ S 2 0 において Y E S ）、制御をステップ S 2 2 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S 2 0 において N O ）、プロセッサ 2 1 4 は、制御をステップ S 3 0 に切り替える。

【 0 1 3 9 】

ステップ S 2 2 において、プロセッサ 2 1 4 は、画像処理装置 2 0 に撮影指示を出力する。これにより、画像処理装置 2 0 は、撮影処理を実行する。

【 0 1 4 0 】

ステップ S 3 0 において、プロセッサ 2 1 4 は、撮像装置 1 0 が予め設定されている撮影経路 P S の終点に到達したか否かを判断する。撮像装置 1 0 が予め設定されている撮影経路 P S の終点に到達したか否かは、たとえば、ステップ S 1 2 でロボットコントローラ 4 0 に出力される指令値に基づいて判断される。プロセッサ 2 1 4 は、撮像装置 1 0 が予め設定されている撮影経路 P S の終点に到達したと判断した場合（ステップ S 3 0 において N O ）、プロセッサ 2 1 4 は、制御をステップ S 1 0 に戻す。そうでない場合には（ステップ S 3 0 において N O ）、プロセッサ 2 1 4 は、制御をステップ S 1 2 に戻す。

10

【 0 1 4 1 】

< L . 画像処理装置 2 0 による検査処理 >

図 2 2 は、画像処理装置 2 0 による検査処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 2 2 に示される処理は、画像処理装置 2 0 のプロセッサ 1 1 0 が画像処理プログラム 1 4 2（図 8 参照）を実行することにより実現される。なお、処理の一部または全部が、回路素子またはその他のハードウェアによって実行されてもよい。

20

【 0 1 4 2 】

ステップ S 5 0 において、プロセッサ 1 1 0 は、P L C 5 0 から撮影指示を受け付けたか否かを判断する。上述の図 2 1 で説明したように、P L C 5 0 は、撮像装置 1 0 が予め設定されている撮影位置 C i に到達した時点で撮影指示を画像処理装置 2 0 に出力する。プロセッサ 1 1 0 は、P L C 5 0 から当該撮影指示を受け付けたと判断した場合（ステップ S 5 0 において Y E S ）、制御をステップ S 5 2 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S 5 0 において N O ）、プロセッサ 1 1 0 は、制御をステップ S 6 0 に切り替える。

30

【 0 1 4 3 】

ステップ S 5 2 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の検査部 2 1（図 1 参照）として、撮影指示を撮像装置 1 0 に出力する。これにより、撮像装置 1 0 は、画像処理装置 2 0 から撮影指示を受け付けたことに基づいて、撮影処理を実行する。これにより、画像処理装置 2 0 は、予め定められた撮影位置 C i で撮像装置 1 0 に撮影処理を実行させることができる。

【 0 1 4 4 】

ステップ S 5 4 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の検査部 2 1 として、撮像装置 1 0 から得られた画像に対して予め定められた画像処理を実行することで検査処理を実行する。実行される画像処理は、たとえば、上述の検査条件ファイル 1 4 6 C（図 1 1 参照）に規定されている。上述のように、検査条件ファイル 1 4 6 C は、ワーク W の各検査対象部分についての検査条件を規定するデータである。すなわち、画像処理装置 2 0 は、検査条件ファイル 1 4 6 C を参照すれば、検査対象部分をキーとして検査条件を一意に特定することができる。プロセッサ 1 1 0 は、検査条件ファイル 1 4 6 C から取得した検査条件に従って得られた画像に対して画像処理を実行し、検査結果を得る。

40

【 0 1 4 5 】

ステップ S 5 6 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の検査部 2 1 として、ステップ S 5 4 で得られた検査結果を上述の検査結果ファイル 1 4 6 D（図 1 2 参照）に書き込む。一例として、プロセッサ 1 1 0 は、ワーク W の識別情報（たとえば、ワーク N o）と、ワーク W の検査対象部分を示す部位名と、検査処理の出力結果として得られる計測値と、欠

50

陥の有無を示す検査結果とを対応付けた上で検査結果ファイル 1 4 6 D に書き込む。

【 0 1 4 6 】

ステップ S 6 0 において、プロセッサ 1 1 0 は、検査処理の終了命令を受け付けたか否かを判断する。プロセッサ 1 1 0 は、検査処理の終了命令を受け付けたと判断した場合（ステップ S 6 0 において Y E S ）、図 2 2 に示される検査処理を終了する。そうでない場合には（ステップ S 6 0 において N O ）、プロセッサ 1 1 0 は、制御をステップ S 5 0 に戻す。

【 0 1 4 7 】

なお、図 2 2 の例では、ワーク W の撮影処理が実行される度に検査処理が実行される例について説明を行ったが、ワーク W の撮影処理と、画像に対する検査処理とは、個別に実行されてもよい。すなわち、画像処理装置 2 0 は、まず画像を蓄積し、その後に蓄積した画像を一括で検査してもよい。

10

【 0 1 4 8 】

< M . 検査結果マトリクス 2 5 の表示フロー >

図 2 3 は、上述の検査結果マトリクス 2 5 の表示処理の流れの一例を示すフローチャートである。図 2 3 に示される処理は、画像処理装置 2 0 のプロセッサ 1 1 0 が表示プログラム 1 4 3（図 8 参照）を実行することにより実現される。なお、処理の一部または全部が、回路素子またはその他のハードウェアによって実行されてもよい。

【 0 1 4 9 】

ステップ S 7 0 において、プロセッサ 1 1 0 は、検査結果マトリクス 2 5 の表示操作を受け付けたか否かを判断する。当該表示操作は、画像処理装置 2 0 に備えられる操作部に対して行なわれる。当該操作部は、たとえば、キーボード 1 3 4（図 8 参照）、マウス、タッチパネルなどを含む。プロセッサ 1 1 0 は、検査結果マトリクス 2 5 の表示操作を受け付けたと判断した場合（ステップ S 7 0 において Y E S ）、制御をステップ S 7 2 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S 7 0 において N O ）、プロセッサ 1 1 0 は、ステップ S 7 0 の処理を再び実行する。

20

【 0 1 5 0 】

ステップ S 7 2 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の検査結果ファイル 1 4 6 D（図 1 2 参照）を参照して、検査結果ファイル 1 4 6 D に規定されているワーク N o と、検査結果ファイル 1 4 6 D に規定されている検査対象部分とを取得する。

30

【 0 1 5 1 】

ステップ S 7 4 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の表示制御部 2 2（図 1 参照）として、ステップ S 7 2 で取得したワーク N o に従って検査結果マトリクス 2 5 の縦軸を構成する。これにより、検査結果マトリクス 2 5 の縦軸にワーク N o が配列される。

【 0 1 5 2 】

ステップ S 7 6 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の表示制御部 2 2 として、ステップ S 7 4 で取得したワークの検査対象部分に従って検査結果マトリクス 2 5 の横軸を構成する。これにより、検査結果マトリクス 2 5 の横軸に検査対象部分が配列される。

【 0 1 5 3 】

ステップ S 7 8 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の表示制御部 2 2 として、ステップ S 7 2 で取得したワーク N o と、ステップ S 7 4 で取得したワークの検査対象部分との組み合わせごとに検査結果マトリクス 2 5 上に空白のセルを配置する。各セルは、ワーク N o と検査対象部分とに対応付けられる。

40

【 0 1 5 4 】

ステップ S 8 0 において、プロセッサ 1 1 0 は、上述の表示制御部 2 2 として、検査結果ファイル 1 4 6 D を参照して、検査結果マトリクス 2 5 の各セルに検査結果を反映する。より具体的には、プロセッサ 1 1 0 は、ワーク N o と検査対象部分との各組み合わせについて検査結果を取得し、各組み合わせに対応するセルに取得した検査結果を反映する。典型的には、プロセッサ 1 1 0 は、「欠陥有」の検査結果と「欠陥無」の検査結果とを区別可能な態様で各セルに検査結果を反映する。一例として、検査結果が「欠陥有」を示す

50

場合、プロセッサ 110 は、対応するセルを特定の色（たとえば、赤色）で表示する。一方で、検査結果が「欠陥無」を示す場合、プロセッサ 110 は、対応するセルを他の色（たとえば、白色または緑色）で表示する。

【0155】

ステップ S82 において、プロセッサ 110 は、検査結果マトリクス 25 内のいずれかのセルが選択されたか否かを判断する。当該選択操作は、画像処理装置 20 に備えられる操作部に対して行なわれる。当該操作部は、たとえば、キーボード 134（図 8 参照）、マウス、タッチパネルなどを含む。プロセッサ 110 は、検査結果マトリクス 25 内のいずれかのセルが選択されたと判断した場合（ステップ S82 において YES）、制御をステップ S84 に切り替える。そうでない場合には（ステップ S82 において NO）、プロセッサ 110 は、制御をステップ S90 に切り替える。

10

【0156】

検査結果マトリクス 25 は、ワーク No と検査対象部分とに対応付けられているため、各セルを選択することは、ワーク No と検査対象部分との組み合わせを指定することを意味する。

【0157】

ステップ S84 において、プロセッサ 110 は、上述の検査部 21（図 1 参照）または表示制御部 22 として、選択されたセルに応じた処理を実行する。すなわち、プロセッサ 110 は、指定されたワーク No と検査対象部分との組み合わせに応じた処理を実行する。セルの選択操作に応じて実行される処理の詳細については後述する。

20

【0158】

ステップ S90 において、プロセッサ 110 は、検査結果マトリクス 25 を閉じる操作を受け付けたか否かを判断する。プロセッサ 110 は、検査結果マトリクス 25 を閉じる操作を受け付けたと判断した場合（ステップ S90 において YES）、図 23 に示される処理を終了する。そうでない場合には（ステップ S90 において NO）、プロセッサ 110 は、制御をステップ S82 に戻す。

【0159】

< N . 検査結果マトリクス内のセルの選択機能 >

図 24 のステップ S82 , S84 に示されるように、画像処理装置 20 は、検査結果マトリクス 25 内のセルが選択されたことに基づいて、選択されたセルに応じた処理を実行する。実行される得る処理としては、たとえば、以下で説明する具体例 1 ~ 5 の処理が挙げられる。以下では、これらの処理について順に説明する。

30

【0160】

なお、典型的には、画像処理装置 20 は、セルの選択操作を受け付けたことに基づいて、下記の具体例 1 ~ 5 に示す処理の少なくとも 1 つを実行する。あるいは、画像処理装置 20 は、セルの選択操作を受け付けたことに基づいて、下記の具体例 1 ~ 5 に示す処理の選択画面を表示し、当該選択画面において選択された処理を実行してもよい。

【0161】

（N1 . 具体例 1）

図 24 は、セル選択操作に応じて実行される処理の具体例 1 を示す図である。図 24 の例では、検査結果マトリクス 25 内のセル CE1 が選択されている。

40

【0162】

画像処理装置 20 の表示制御部 22 は、セル CE1 が選択されたことに基づいて、セル CE1 に対応する検査対象部分の検査に用いられた画像と、当該画像の撮像条件とを表示装置 23 に表示する。これにより、ユーザは、欠陥を示す画像を目視で確認したり、撮像条件の妥当性などを確認することができる。また、ユーザは、検査結果マトリクス 25 に示される検査対象部分がワークのどの部分を示しているのかを容易に確認することができる。

【0163】

より具体的には、画像処理装置 20 は、選択されたセル CE1 に関連付けられているワ

50

ークNoと検査対象部分との組み合わせを特定する。次に、画像処理装置20は、特定したワークNoと検査対象部分との組み合わせをキーとして対応する画像ファイルを上述の画像ファイル群146B(図11参照)から取得する。次に、画像処理装置20は、特定した検査対象部分をキーとして対応する撮像条件を上述の撮像条件ファイル146A(図11参照)から取得する。表示制御部22は、取得した画像ファイルと撮像条件とを、セルCE1に対応付けられたポップアップ画面PU1上に表示する。表示された撮像条件は、任意の値に変更可能に構成される。

【0164】

なお、図24の例では、セルの選択操作に応じて撮像画像と撮像条件との両方が表示される例について説明を行なったが、表示制御部22は、セルの選択操作に応じて撮像画像および撮像条件のいずれか一方を表示してもよい。

10

【0165】

(N2.具体例2)

図25は、セル選択操作に応じて実行される処理の具体例2を示す図である。図25の例では、検査結果マトリクス25内のセル群CE2が選択されている。

【0166】

画像処理装置20の表示制御部22は、セル群CE2が選択されたことに基づいて、検査対象のワークの形状を表わす3次元モデルMLを表示装置23に表示するとともに、セル群CE2に対応する検査対象部分の検査結果を当該3次元モデルML上の対応部分に表わす。これにより、ユーザは、ワークのどの部分に欠陥があるのかを容易に確認することができる。

20

【0167】

より具体的には、画像処理装置20の表示制御部22は、セル群CE2が選択されたことに基づいて、上述のワーク情報ファイル146E(図11参照)から、検査対象のワークの3次元モデルMLを取得し、セル群CE2に対応付けられたポップアップ画面PU2上に当該3次元モデルMLを表示する。

【0168】

次に、選択された各セルに関連付けられているワークNoと検査対象部分との組み合わせを特定する。次に、画像処理装置20は、特定したワークNoと検査対象部分との各組み合わせに対応する検査結果を上述の検査結果ファイル146D(図12参照)から取得する。次に、画像処理装置20は、各検査対象部分の検査結果を3次元モデルMLの対応箇所に表わす。上述の図13~図18で説明したように、検査対象位置Biは、3次元モデルMLに対して設定されるので、3次元モデルMLと検査対象位置Biとの関係は既知である。そのため、画像処理装置20の表示制御部22は、この既知の情報に基づいて、各検査対象部分の検査結果を3次元モデルML上に反映することができる。

30

【0169】

図25の例では、選択されたセル群CE2に対応する検査対象部分A3~A5が3次元モデルML上に反映されている。このとき、表示制御部22は、3次元モデルML上において、「欠陥有」を示す検査対象部分を「欠陥無」とは異なる表示態様で表わす。「欠陥有」を示す検査対象部分は、3次元モデルML上で特定の色(たとえば、赤色)で表わされ、「欠陥無」を示す検査対象部分は、3次元モデルML上で他の色(たとえば、緑色)で表わされる。あるいは、「欠陥有」を示す検査対象部分は、点滅表示で表わされてもよい。

40

【0170】

好ましくは、表示制御部22は、3次元モデルML上において、検査対象部分A3を含む検査対象領域75Aと、検査対象部分A4, A5を含む検査対象領域75Bとをさらに表わす。検査対象領域については図15で説明した通りであるので、その説明については繰り返さない。「欠陥有」を示す検査対象部分を含む検査対象領域75Bは、「欠陥有」を示す検査対象部分を含まない検査対象領域75Aとは異なる態様で表示される。一例として、検査対象領域75Bは、特定の色(たとえば、赤色)で表わされてもよいし、点滅

50

表示で表わされてもよい。

【0171】

また、表示制御部22は、垂直方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン71と、水平方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン72とをポップアップ画面PU2上にさらに表示する。ユーザは、ツールボタン71, 72を操作することにより、3次元モデルMLを適宜回転させることができる。

【0172】

(N3.具体例3)

図26は、セル選択操作に応じて実行される処理の具体例3を示す図である。図26の例では、検査結果マトリクス25内のセル群CE3が選択されている。

10

【0173】

画像処理装置20の表示制御部22は、セル群CE3が選択されたことに基づいて、セル群CE3に対応する検査結果の統計結果を表示装置23に表わす。これにより、ユーザは、任意の検査対象部分の検査結果を容易に分析することができる。

【0174】

より具体的には、画像処理装置20は、選択されたセル群CE3の各セルに関連付けられているワークNoと検査対象部分との組み合わせを特定する。次に、画像処理装置20は、特定したワークNoと検査対象部分との組み合わせの各々に対応する検査結果および計測値を上述の検査結果ファイル146Dから取得する。次に、画像処理装置20は、取得した計測値に対して予め定められた統計処理を実行する。

20

【0175】

一例として、画像処理装置20は、予め定められた統計処理を実行することで、度数分布(すなわち、ヒストグラム)を生成する。当該ヒストグラムの横軸は計測値の区分を表わし、当該ヒストグラムの横軸は各区分に含まれる計測値の頻度を表わす。画像処理装置20の表示制御部22は、セル群CE3に対応付けられたポップアップ画面PU3上に、生成したヒストグラムを表示する。

【0176】

好ましくは、計測値の度数分布は、選択された検査対象部分ごとに生成される。図26の例では、選択された検査対象部分A2, A3のそれぞれについて度数分布が示されている。

30

【0177】

他の例として、画像処理装置20は、予め定められた統計処理を実行することで、計測値推移グラフを生成する。当該計測値推移グラフの横軸はワークNoを表わし、当該計測値推移グラフの縦軸は計測値を表わす。画像処理装置20の表示制御部22は、セル群CE3に対応付けられたポップアップ画面PU3上に、生成した計測値推移グラフを表示する。

【0178】

好ましくは、計測値推移グラフは、選択されたセル群CE3に対応する検査対象部分ごとに生成される。図26の例では、選択された検査対象部分A2, A3のそれぞれについて計測値推移グラフが示されている。

40

【0179】

なお、図26の例では、セル群の選択操作に応じてヒストグラムと計測値推移グラフとの2つの統計結果が表示される例について説明を行なったが、表示制御部22は、セル群の選択操作に応じて少なくとも1つの統計結果を表示すればよい。

【0180】

(N4.具体例4)

図27は、セル選択操作に応じて実行される処理の具体例4を示す図である。図27の例では、検査結果マトリクス25内のセル群CE4が選択されている。

【0181】

画像処理装置20の検査部21は、セル群CE4が選択されたことに基づいて、セル群

50

C E 4 に対応する検査対象部分の検査に用いられた画像に基づいて、当該検査対象部分を再検査する。これにより、ユーザは、任意の検査対象部分について再検査を容易に実行することができる。

【 0 1 8 2 】

より具体的には、ユーザは、検査条件を設定し直し、その上で検査結果マトリクス 2 5 のセル群 C E 4 を選択する。検査部 2 1 は、選択されたセル群 C E 4 の各セルに関連付けられているワーク N o と検査対象部分との組み合わせを特定する。次に、検査部 2 1 は、特定したワーク N o と検査対象部分との組み合わせの各々に対応する画像データを上述の画像ファイル群 1 4 6 B から取得する。次に、検査部 2 1 は、特定した検査対象部分の各々に対応する検査条件を上述の検査条件ファイル 1 4 6 C から取得する。次に、検査部 2 1 は、取得した画像データの各々に対して、対応する検査条件に従った画像処理を実行する。次に、表示制御部 2 2 は、再検査の結果を検査結果マトリクス 2 5 に反映する。

10

【 0 1 8 3 】

なお、図 2 7 の例では、検査結果マトリクス 2 5 内において複数のセルが選択される例について説明を行なったが、本例においては、選択されるセル数は、1 つ以上であればよい。

【 0 1 8 4 】

(N 5 . 具体例 5)

図 2 8 は、セル選択操作に応じて実行される処理の具体例 5 を示す図である。図 2 8 の例では、検査結果マトリクス 2 5 内のセル群 C E 5 が選択されている。

20

【 0 1 8 5 】

画像処理装置 2 0 の表示制御部 2 2 は、セル群 C E 5 が選択されたことに基づいて、検査対象のワークの 3 次元モデル M L を表示装置 2 3 に表示するとともに、セル群 C E 5 に対応する検査対象部分の撮像条件を 3 次元モデル M L 上の対応部分に表わす。これにより、ユーザは、選択部分の撮像条件を容易に確認することができる。

【 0 1 8 6 】

より具体的には、画像処理装置 2 0 の表示制御部 2 2 は、セル群 C E 5 が選択されたことに基づいて、検査対象のワークの 3 次元モデル M L を上述のワーク情報ファイル 1 4 6 E (図 1 1 参照) から取得し、セル群 C E 5 に対応付けられたポップアップ画面 P U 5 に 3 次元モデル M L を表示する。

30

【 0 1 8 7 】

次に、選択された各セルに関連付けられているワーク N o と検査対象部分との組み合わせを特定する。次に、画像処理装置 2 0 は、特定したワーク N o と検査対象部分との各組み合わせに対応する撮像条件を上述の撮像条件ファイル 1 4 6 A (図 1 1 参照) から取得する。

【 0 1 8 8 】

次に、画像処理装置 2 0 の表示制御部 2 2 は、セル群 C E 5 に対応するワーク N o の内からいずれか 1 つのワーク N o (たとえば、最小のワーク N o) を決定し、当該決定したワーク N o に対応する各撮像条件を 3 次元モデル M L の対応箇所を表わす。ポップアップ画面 P U 5 には、戻るボタン 8 1 と、進むボタン 8 2 とが表示されており、ユーザは、戻るボタン 8 1 または進むボタン 8 2 を押下することで、表示対象の撮像条件をワーク N o の順に切り替えることができる。

40

【 0 1 8 9 】

表示される撮像条件は、3次元モデル M L に対する撮像装置 1 0 の撮影位置を含む。上述の図 1 9 で説明したように、3次元モデル M L に対する撮像装置 1 0 の撮影位置 C i は、設定装置 6 0 による設定処理で決定されているので、3次元モデル M L に対する撮像装置 1 0 の撮影位置 C i は既知である。そのため、画像処理装置 2 0 の表示制御部 2 2 は、この既知の情報に基づいて、撮像装置 1 0 を表わす模式図を撮影位置 C i 上に表示することができる。図 2 8 の例では、撮影位置 C 5 , C 7 において撮像装置 1 0 を表わす模式図が表示されている。

50

【0190】

他の例として、表示される撮像条件は、ワーク上の検査対象部分を含む。上述の図13～図18で説明したように、検査対象位置Biは、3次元モデルMLに対して設定されるので、3次元モデルMLと検査対象位置Biとの関係は既知である。そのため、画像処理装置20の表示制御部22は、この既知の情報に基づいて、各検査対象部分の検査結果を3次元モデルML上に反映することができる。図28の例では、検査対象部分A5, B1が3次元モデルML上に表わされている。

【0191】

なお、上述の例では、撮像条件として撮影位置や検査対象部分が表示される例について説明を行なったが、表示される撮像条件は、撮影位置および検査対象部分に限定されない。たとえば、撮像時における撮像装置10の光学条件（撮像視野など）、撮像時における照明条件などが表示されてもよい。

10

【0192】

<0. 検査結果マトリクス25の変形例>

図29は、図3に示される検査結果マトリクス25の変形例を示す図である。図3に示される検査結果マトリクス25の各行は、ワークのロット番号でグルーピングされているのに対して、図29に示される検査結果マトリクス25の各行は、ワークの品種でグルーピングされている。

【0193】

異なる品種のワーク間では、共通の検査対象部分が存在する可能性もあるし、特有の検査対象部分が存在する可能性もある。そのため、異なる品種の各ワークの検査結果を1つの検査結果マトリクス25上で表わす場合、工夫が必要になる。

20

【0194】

一例として、ワーク品種Aは、ワーク品種Bにはない特有の検査対象部分「A1」, 「A3」を有するとする。この場合、図29に示されるように、ワーク品種Aの検査対象部分「A1」, 「A3」に対応するセルについては検査結果が反映されるが、ワーク品種Bの検査対象部分「A1」, 「A3」に対応するセルについては「該当無」として空白が表示される。

【0195】

また、ワーク品種Cは、ワーク品種Dにはない特有の検査対象部分「A5」, 「B3」を有するとする。この場合、図29に示されるように、ワーク品種Cの検査対象部分「A5」, 「B3」に対応するセルについては検査結果が反映されるが、ワーク品種Dの検査対象部分「A5」, 「B3」に対応するセルについては「該当無」として空白が表示される。

30

【0196】

また、ワーク品種E, Fは、共通の検査対象部分「A2」, 「A4」, 「B1」, 「B2」を有するとする。この場合、図29に示されるように、ワーク品種Eの検査対象部分「A2」, 「A4」, 「B1」, 「B2」に対応するセルと、ワーク品種Fの検査対象部分「A2」, 「A4」, 「B1」, 「B2」に対応するセルとの両方に、検査結果が反映される。

40

【0197】

ワークの品種別の検査対象部分は、たとえば、図30に示される分類ルール134Cに規定されている。図30は、分類ルール134Cのデータ構造の一例を示す図である。

【0198】

図30に示されるように、分類ルール134Cには、ワークWの検査対象部分が階層的に関連付けられている。図30の例では、ワーク品種Aの検査対象部分「A」には、「A1」～「A4」が関連付けられている。ワーク品種Bの検査対象部分「B」には、「B1」, 「B2」が関連付けられている。ワーク品種Cの検査対象部分「A」には、「A2」, 「A4」, 「A5」が関連付けられている。ワーク品種Dの検査対象部分「B」には、「B1」～「B3」が関連付けられている。

50

【 0 1 9 9 】

再び図 2 9 を参照して、検査結果マトリクス 2 5 の縦軸方向および横軸方向の各グループには、ボタンが割り付けられている。図 2 9 の例では、グループ G H 1 には展開 / 集約ボタン B H 1 が割り付けられている。グループ G H 2 には展開 / 集約ボタン B H 2 が割り付けられている。グループ G V 1 には展開 / 集約ボタン B V 1 が割り付けられている。グループ G V 2 には展開 / 集約ボタン B V 2 が割り付けられている。

【 0 2 0 0 】

図 3 1 は、展開 / 集約ボタン B V 2 を押下した場合における検査結果マトリクス 2 5 の画面遷移を示す図である。展開 / 集約ボタン B V 2 は、グループ G V 2 のセルに対する集約指示および展開指示を押下の度に交互に受け付ける。すなわち、グループ G V 2 のセルが展開されている状態で、展開 / 集約ボタン B V 2 が押下された場合、画像処理装置 2 0 の表示制御部 2 2 は、グループ G V 2 のセルを一行に集約する。一方で、グループ G V 2 のセルが集約されている状態で、展開 / 集約ボタン B V 2 が押下された場合、表示制御部 2 2 は、グループ G V 2 のセルの表示を集約前に戻す。

10

【 0 2 0 1 】

「欠陥有」と「欠陥無」と「該当無」との検査結果が集約対象のセルに含まれている場合、表示制御部 2 2 は、「欠陥有」の表示を「欠陥無」, 「該当無」の表示よりも優先して集約処理を行なう。また、「欠陥無」と「該当無」との検査結果が集約対象のセルに含まれている場合、表示制御部 2 2 は、「欠陥無」の表示を「該当無」の表示よりも優先して集約処理を行なう。

20

【 0 2 0 2 】

一例として、破線 A R 1 0 内には、「欠陥有」のセルが 1 個含まれており、「該当無」のセルが 2 個含まれている。集約処理により、破線 A R 1 0 内の 3 個のセルは、破線 A R 1 2 内に示される 1 個のセルに集約される。このとき、集約前のセルには、「欠陥有」のセルが含まれているので、表示制御部 2 2 は、集約後の検査結果を「欠陥有」として表わす。

【 0 2 0 3 】

他の例として、破線 A R 1 1 内には、「欠陥無」のセルが 2 個含まれており、「該当無」のセルが 1 個含まれている。集約処理により、破線 A R 1 1 内の 3 個のセルは、破線 A R 1 3 内に示される 1 個のセルに集約される。このとき、集約前のセルには、「欠陥有」のセルが含まれておらず、「欠陥無」のセルが含まれているので、表示制御部 2 2 は、集約後の検査結果を「欠陥無」として表わす。

30

【 0 2 0 4 】

図 3 2 は、展開 / 集約ボタン B H 2 を押下した場合における検査結果マトリクス 2 5 の画面遷移を示す図である。展開 / 集約ボタン B H 2 は、グループ G H 2 のセルに対する集約指示および展開指示を押下の度に交互に受け付ける。すなわち、グループ G H 2 のセルが展開されている状態で、展開 / 集約ボタン B H 2 が押下された場合、表示制御部 2 2 は、グループ G H 2 のセルを一行に集約する。一方で、グループ G H 2 のセルが集約されている状態で、展開 / 集約ボタン B H 2 が押下された場合、表示制御部 2 2 は、グループ G H 2 のセルの表示を集約前に戻す。

40

【 0 2 0 5 】

破線 A R 1 4 内には、「該当無」のセルが 1 0 個含まれている。グループ G H 2 のセルの集約処理により、破線 A R 1 4 内の 1 0 個のセルは、破線 A R 1 5 内に示される 1 個のセルに集約される。このとき、集約前のセルには、「欠陥有」および「欠陥無」のセルが含まれていないので、表示制御部 2 2 は、集約後の検査結果を「該当無」として表わす。

【 0 2 0 6 】

< P . 検査結果マトリクスと期待値マトリクスとの比較機能 >

画像処理装置 2 0 は、検査結果マトリクス 2 5 に含まれる各検査結果についての真の正解値 (以下、「期待値」ともいう。) を示す期待値マトリクスと、検査結果マトリクス 2 5 との比較結果を表示装置 2 3 に表示する。これにより、ユーザは、検査結果マトリクス

50

25に示される各検査結果が期待通りであるか否かを容易に判断することができる。このような比較処理は、検査結果マトリクス25に示される検査結果の数が増えるほど有効となる。

【0207】

図33は、検査結果マトリクス25と期待値マトリクス27との比較処理を概略的に示す図である。

【0208】

期待値マトリクス27内のセルにおいて、検査結果マトリクス25に含まれる検査結果の少なくとも一部について期待値が規定される。期待値マトリクス27の各セルの期待値は、たとえば、ユーザ入力によって設定される。入力可能な期待値は、たとえば、「欠陥有」、「欠陥無」、および「無効」のいずれかである。ユーザによって設定された期待値マトリクス27は、上述の期待値ファイル146H(図11参照)として画像処理装置20に格納される。

10

【0209】

画像処理装置20は、検査結果マトリクス25内の各セルと期待値マトリクス27内の各セルとの間で、同一行かつ同一列のセル同士を比較する。

【0210】

より具体的には、検査結果マトリクス25の検査結果が「欠陥無」で、期待値マトリクス27の期待値が「欠陥無」である場合、比較結果として「正解OK」が出力される。すなわち、「正解OK」は、検査結果が期待通りであることを意味する。

20

【0211】

検査結果マトリクス25の検査結果が「欠陥有」で、期待値マトリクス27の期待値が「欠陥有」である場合、比較結果として「正解NG」が出力される。すなわち、「正解NG」は、検査結果が期待通りであることを意味する。

【0212】

検査結果マトリクス25の検査結果が「欠陥無」で、期待値マトリクス27の期待値が「欠陥有」である場合、比較結果として「見逃し」が出力される。「見逃し」は、検出すべき欠陥を見逃したことを意味する。すなわち、「見逃し」は、検査結果が期待通りではないことを示す。比較結果が「見逃し」となる一因として、欠陥有/欠陥無を判断するための閾値が緩すぎることが挙げられる。

30

【0213】

検査結果マトリクス25の検査結果が「欠陥有」で、期待値マトリクス27の期待値が「欠陥無」である場合、比較結果として「過検出」が出力される。「過検出」は、正常な部分を欠陥として検出してしまったことを意味する。すなわち、「過検出」は、検査結果が期待通りではないことを示す。比較結果が「過検出」となる一因として、欠陥有/欠陥無を判断するための閾値が厳しすぎることが挙げられる。

【0214】

検査結果マトリクス25の検査結果と、期待値マトリクス27の期待値との少なくとも一方が「無効」である場合、比較結果として「無効」が出力される。「無効」は、検査結果および期待値の少なくとも一方が存在しないことを意味する。

40

【0215】

検査結果マトリクス25と期待値マトリクス27との比較結果として比較結果マトリクス29が出力される。表示制御部22は、比較結果「正解OK」,「正解NG」,「見逃し」,「過検出」,「無効」を区別可能な態様で表示する。一例として、これらの比較結果は、色によって区別されてもよいし、ハッチングの種類によって区別されてもよい。

【0216】

なお、期待通りの比較結果である「正解OK」および「正解NG」は、同一色(たとえば、白色)で表示されてもよい。

【0217】

また、検査結果マトリクス25と同様に、比較結果マトリクス29についてもセルの集

50

約／展開機能が実装されてもよい。一例として、集約対象のセルに「見逃し」または「過検出」が1つでも含まれている場合、表示制御部22は、集約後のセルを「見逃し」または「過検出」とする。集約対象のセルに「見逃し」および「過検出」の両方が含まれている場合、表示制御部22は、「見逃し」および「過検出」の両方を含むことを示す表示態様で集約対象のセルを表わす。

【0218】

< Q . 期待値マトリクスの作成支援機能 >

図34は、期待値マトリクス27の作成過程の一例を示す図である。画像処理装置20は、期待値マトリクス27の作成を支援する機能を有する。

【0219】

より具体的には、ユーザは、検査結果マトリクス25の各セルを選択する。セルの選択操作は、画像処理装置20に備えられる操作部に対して行なわれる。当該操作部は、たとえば、キーボード134（図8参照）、マウス、タッチパネルなどを含む。

【0220】

一例として、ユーザによってセル群CE10が選択されたとする。その後、ユーザは、検査結果マトリクス25のセル群CE10を編集中の期待値マトリクス27にコピーする。これにより、ユーザは、期待値マトリクス27の各セルを1つずつ入力する必要がなくなり、期待値マトリクス27の作成の手間が軽減される。

【0221】

ユーザによって作成された期待値マトリクス27は、上述の期待値ファイル146H（図11参照）として画像処理装置20に格納される。

【0222】

< R . 検査結果の3次元表示のフロー >

画像処理装置20は、ワークの検査結果を3次元モデルMLに反映することで、検査結果を3次元表示する機能を有する。ユーザは、3次元モデルML上で検査結果を確認することで、欠陥が生じている箇所を容易に判別することができる。

【0223】

以下では、図35を参照して、検査結果の3次元表示処理について説明する。図35は、検査結果の3次元表示処理の流れの一例を示すフローチャートである。図35に示される処理は、画像処理装置20のプロセッサ110が表示プログラム143（図8参照）を実行することにより実現される。なお、処理の一部または全部が、回路素子またはその他のハードウェアによって実行されてもよい。

【0224】

ステップS90において、プロセッサ110は、検査結果の3次元表示処理の実行操作を受け付けたか否かを判断する。当該表示操作は、画像処理装置20に備えられる操作部に対して行なわれる。当該操作部は、たとえば、キーボード134（図8参照）、マウス、タッチパネルなどを含む。プロセッサ110は、検査結果の3次元表示処理の実行操作を受け付けたと判断した場合（ステップS90においてYES）、制御をステップS92に切り替える。そうでない場合には（ステップS90においてNO）、プロセッサ110は、ステップS90の処理を再び実行する。

【0225】

ステップS92において、プロセッサ110は、上述の表示制御部22（図1参照）として、ワークの3次元モデルMLを上述のワーク情報ファイル146E（図11参照）から取得し、取得した3次元モデルMLを表示装置23に表示する。

【0226】

ステップS100において、プロセッサ110は、検査結果の3次元表示の更新指示を受け付けたか否かを判断する。当該更新指示は、たとえば、新たな検査結果が検査部21から得られたことに基づいて発せられる。あるいは、当該更新指示は、欠陥を示す検査結果が検査部21によって検出されたことに基づいて発せられる。あるいは、当該更新指示は、ユーザ操作に基づいて発せられる。プロセッサ110は、検査結果の3次元表示の更

10

20

30

40

50

新指示を受け付けたと判断した場合（ステップS 1 0 0においてYES）、制御をステップS 1 0 2に切り替える。そうでない場合には（ステップS 1 0 0においてNO）、プロセッサ1 1 0は、制御をステップS 1 2 0に切り替える。

【0 2 2 7】

ステップS 1 0 2において、プロセッサ1 1 0は、上述の検査結果ファイル1 4 6 D（図1 2参照）を参照して、検査対象のワークのワークNoの各検査対象部分について検査結果を取得する。

【0 2 2 8】

ステップS 1 0 4において、プロセッサ1 1 0は、上述の表示制御部2 2として、ステップS 1 0 2で取得した各検査結果を、ステップS 9 2で表示された3次元モデルML上の対応箇所に表わす。上述の図1 3～図1 8で説明したように、検査対象位置Biは、3次元モデルMLに対して設定されるので、3次元モデルMLと検査対象位置Biとの関係は既知である。そのため、画像処理装置2 0の表示制御部2 2は、この既知の情報に基づいて、ステップS 1 0 2で取得した各検査結果を3次元モデルML上に反映することができる。

10

【0 2 2 9】

典型的には、プロセッサ1 1 0は、各検査対象部分の検査結果を3次元モデルML上の対応部分に表わす際に、欠陥を示す部分を他の部分とは異なる表示態様で表示する。一例として、欠陥を示す部分は、特定の色（たとえば、赤色）で表わされてもよいし、点滅表示で表わされてもよい。これにより、ユーザは、欠陥を示す部分をより判別しやすくなる。

20

【0 2 3 0】

ステップS 1 1 0において、プロセッサ1 1 0は、3次元モデル上に示される検査対象部分のいずれかが選択されたか否かを判断する。当該選択操作は、画像処理装置2 0に備えられる操作部に対して行なわれる。当該操作部は、たとえば、キーボード1 3 4（図8参照）、マウス、タッチパネルなどを含む。プロセッサ1 1 0は、3次元モデル上に表わされている検査対象部分のいずれかが選択されたと判断した場合（ステップS 1 1 0においてYES）、制御をステップS 1 1 2に切り替える。そうでない場合には（ステップS 1 1 0においてNO）、プロセッサ1 1 0は、制御をステップS 1 2 0に切り替える。

【0 2 3 1】

ステップS 1 1 2において、プロセッサ1 1 0は、上述の検査部2 1または表示制御部2 2として、ステップS 1 1 0で選択された検査対象部分に応じた処理を実行する。選択された検査対象部分に応じて実行される処理の詳細については後述する。

30

【0 2 3 2】

ステップS 1 2 0において、プロセッサ1 1 0は、検査結果の3次元表示画面を閉じる操作を受け付けたか否かを判断する。プロセッサ1 1 0は、検査結果の3次元表示画面を閉じる操作を受け付けたと判断した場合（ステップS 1 2 0においてYES）、図3 5に示される処理を終了する。そうでない場合には（ステップS 1 2 0においてNO）、プロセッサ1 1 0は、制御をステップS 1 0 0に戻す。

【0 2 3 3】

以上のように、ステップS 1 0 0において検査結果の3次元表示の更新指示が発せられた時点で検査結果の3次元表示が更新される。上述のように、更新指示は、たとえば、欠陥を示す検査結果が検査部2 1によって検出されたことに基づいて発せられる。すなわち、プロセッサ1 1 0は、順次検査されるワークに欠陥が検出された時点で、当該ワークについての各検査対象部分の検査結果で3次元モデルMLに表わされている検査結果を更新する。その結果、欠陥を示す検査結果が検出されない間は、3次元モデルML上に表示される検査結果が更新されない。これにより、常に、欠陥を示す最新の検査結果が3次元モデルML上に表示される。そのため、ユーザは、欠陥を示す検査結果を見逃しにくくなる。

40

【0 2 3 4】

50

< S . 3次元モデルに対する検査対象部分の選択機能 >

図35のステップS110, S112に示されるように、画像処理装置20は、3次元モデルMLに示される検査対象部分のいずれかが選択されたことに基づいて、選択された検査対象部分に応じた処理を実行する。実行される得る処理としては、たとえば、以下で説明する具体例1, 2の処理が挙げられる。以下では、これらの処理について順に説明する。

【0235】

なお、典型的には、画像処理装置20は、3次元モデルML上の検査対象部分の選択操作を受け付けたことに基づいて、下記の具体例1, 2に示す処理の少なくとも1つを実行する。あるいは、画像処理装置20は、3次元モデルML上の検査対象部分の選択操作を受け付けたことに基づいて、下記の具体例1, 2に示す処理の選択画面を表示し、当該選択画面において選択された処理を実行してもよい。

10

【0236】

(S1. 具体例1)

図36は、3次元モデルMLに示される検査対象部分の選択操作に応じて実行される処理の具体例1を示す図である。

【0237】

図36に示されるように、表示装置23には、検査対象のワークの3次元モデルMLと、垂直方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン71と、水平方向を軸として3次元モデルMLを回転させるためのツールボタン72とが表示される。ユーザは、ツールボタン71, 72を操作することにより、3次元モデルMLを適宜回転させることができる。

20

【0238】

上述の図13~図18で説明したように、検査対象位置Biは、3次元モデルMLに対して設定されるので、3次元モデルMLと検査対象位置Biとの関係は既知である。そのため、画像処理装置20の表示制御部22は、この既知の情報に基づいて、3次元モデルML上に検査対象部分を表わすことができる。図36の例では、3次元モデルMLにおいて、検査対象部分A1~A4が表わされている。

【0239】

また、表示制御部22は、3次元モデルML上の検査対象部分A1~A4において検査結果を表わす。一例として、「欠陥有」を示す部分は、特定の色(たとえば、赤色)で表わされてもよいし、点滅表示で表わされてもよい。「欠陥無」を示す部分は、「欠陥有」を示す部分とは異なる色(たとえば、緑色)で表わされる。

30

【0240】

図36の例では、検査対象部分A1が「欠陥有」を示しており、検査対象部分A2~A4が「欠陥無」を示している。好ましくは、表示制御部22は、検査対象部分A1内の欠陥を示す欠陥部分A1_1を他の部分よりも強調表示する。

【0241】

ユーザは、検査対象部分A1~A4のいずれかを選択することができる。図36の例では、検査対象部分A1が選択されている。画像処理装置20は、検査対象部分A1が選択されたことに基づいて、検査対象部分A1の検査に用いられた画像と、当該画像の撮像条件とを表示装置23に表示する。これにより、ユーザは、欠陥を示す画像を目視で確認したり、撮像条件の妥当性などを確認することができる。

40

【0242】

より具体的には、画像処理装置20は、検査対象部分A1が選択されたことに基づいて、検査対象のワークのワークNoと選択された検査対象部分A1との組み合わせをキーとして対応する画像ファイルを上述の画像ファイル群146B(図11参照)から取得する。次に、画像処理装置20は、検査対象部分A1をキーとして対応する撮像条件を上述の撮像条件ファイル146A(図11参照)から取得する。表示制御部22は、取得した画像ファイルと撮像条件とを、選択された検査対象部分A1に対応付けられたポップアップ

50

画面 P U 6 上に表示する。表示された撮像条件は、任意の値に変更可能に構成される。

【 0 2 4 3 】

なお、図 3 6 の例では、検査対象部分の選択操作に応じて撮像画像と撮像条件との両方が表示される例について説明を行なったが、表示制御部 2 2 は、検査対象部分の選択操作に応じて撮像画像および撮像条件のいずれか一方を表示してもよい。

【 0 2 4 4 】

(S 2 . 具体例 2)

図 3 7 は、3次元モデル M L に示される検査対象部分の選択操作に応じて実行される処理の具体例 2 を示す図である。

【 0 2 4 5 】

3次元モデル M L は、検査対象部分 A 1 ~ A 4 を含む。ユーザは、検査対象部分 A 1 ~ A 4 のいずれかを選択することができる。図 3 7 の例では、検査対象部分 A 1 が選択されている。画像処理装置 2 0 は、検査対象部分 A 1 が選択されたことに基づいて、検査対象のワークのワーク N o と選択された検査対象部分 A 1 との組み合わせをキーとして対応する撮像条件を上述の撮像条件ファイル 1 4 6 A (図 1 1 参照) から取得する。次に、画像処理装置 2 0 の表示制御部 2 2 は、取得した撮像条件を3次元モデル M L の対応箇所に表わす。

【 0 2 4 6 】

一例として、表示される撮像条件は、3次元モデル M L に対する撮像装置 1 0 の撮影位置を含む。上述の図 1 9 で説明したように、3次元モデル M L に対する撮像装置 1 0 の撮影位置 C i は、設定装置 6 0 による設定処理で決定されているので、3次元モデル M L に対する撮像装置 1 0 の撮影位置 C i は既知である。そのため、画像処理装置 2 0 の表示制御部 2 2 は、この既知の情報に基づいて、撮像装置 1 0 を表わす模式図 1 0 A を撮影位置 C i 上に表示することができる。図 3 7 の例では、撮影位置 C 1 において撮像装置 1 0 の模式図 1 0 A が表示されている。

【 0 2 4 7 】

なお、上述の例では、撮像条件として撮影位置が表示される例について説明を行なったが、表示される撮像条件は、撮影位置に限定されない。たとえば、撮像時における撮像装置 1 0 の光学条件、撮像時における照明条件などが表示されてもよい。

【 0 2 4 8 】

< T . 検査対象部分の展開 / 集約機能 >

図 3 8 は、3次元モデル M L に示される検査対象部分の展開 / 集約している過程を示す図である。

【 0 2 4 9 】

3次元モデル M L に示される検査対象部分は、上述の分類ルール 1 3 4 A (図 4 参照) において階層的に関連付けられている。上位の階層に規定される検査対象部分は、下位の階層に規定される検査対象部分を包含する関係を有する。上位の階層に規定される検査対象部分に包含されている下位の検査対象部分は、同一グループとみなされる。

【 0 2 5 0 】

図 3 8 の例では、3次元モデル M L 上において、検査対象部分 A ~ C が示されている。一例として、上位の検査対象部分 A には、下位の検査対象部分 A 1 ~ A 3 が関連付けられているとする。上位の検査対象部分 A に包含されている検査対象部分 A 1 ~ A 3 は、同一グループとみなされる。

【 0 2 5 1 】

上位の検査対象部分 A 1 には、下位の検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 が関連付けられているとする。上位の検査対象部分 A 1 に包含されている検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 は、同一グループとみなされる。

【 0 2 5 2 】

3次元モデル M L 上の検査対象部分 A ~ C には検査結果が表わされる。検査対象部分 A ~ C の検査結果は、上述の検査結果ファイル 1 4 6 D (図 1 2 参照) から取得される。一

10

20

30

40

50

例として、検査対象部分 A は「欠陥有」を示し、検査対象部分 B , C は「欠陥無」を示す。

【 0 2 5 3 】

検査対象部分 A には、展開 / 集約ボタン B T 1 が割り付けられている。検査対象部分 B には、展開 / 集約ボタン B T 2 が割り付けられている。検査対象部分 C には、展開 / 集約ボタン B T 3 が割り付けられている。「 + 」は展開ボタンを示し、「 - 」は集約ボタンを示す。

【 0 2 5 4 】

表示制御部 2 2 は、グルーピングされている検査対象部分に対する集約指示を受け付けた場合に、当該グルーピングされている検査対象部分の検査結果を集約し、当該集約後の検査結果を、当該グルーピングされている検査対象部分に対応する 3 次元モデル M L 上の各部分に表わす。また、表示制御部 2 2 は、集約された検査結果に対する展開指示を受け付けた場合に、当該集約された検査結果の表示を集約前に戻す。

10

【 0 2 5 5 】

たとえば、展開 / 集約ボタン B T 1 が押下された場合、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A を下位の検査対象部分 A 1 ~ A 3 に展開する。次に、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 ~ A 3 の検査結果を検査対象部分 A 1 ~ A 3 に反映する。検査対象部分 A 1 ~ A 3 の検査結果は、上述の検査結果ファイル 1 4 6 D (図 1 2 参照) から取得される。一例として、検査対象部分 A 1 は「欠陥有」を示し、検査対象部分 A 2 , A 3 は「欠陥無」を示す。

20

【 0 2 5 6 】

次に、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 に展開 / 集約ボタン B T 1 __ 1 を割り付ける。同様に、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 2 に展開 / 集約ボタン B T 1 __ 2 を割り付ける。同様に、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 3 に展開 / 集約ボタン B T 1 __ 3 を割り付ける。

【 0 2 5 7 】

展開 / 集約ボタン B T 1 __ 1 の「 + 」が押下された場合、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 を下位の検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 に展開する。次に、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 の検査結果を検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 に反映する。検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 の検査結果は、上述の検査結果ファイル 1 4 6 D (図 1 2 参照) から取得される。一例として、検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 3 は「欠陥無」を示し、検査対象部分 A 1 __ 4 は「欠陥有」を示す。

30

【 0 2 5 8 】

展開 / 集約ボタン B T 1 __ 1 A が押下された場合、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 を上位の検査対象部分 A 1 に集約する。このとき、「欠陥有」を示す検査結果が集約対象の検査対象部分の検査結果に 1 個でも含まれている場合、表示制御部 2 2 は、集約後の検査対象部分の検査結果を「欠陥有」とする。一方で、「欠陥有」を示す検査結果が集約対象の検査対象部分の検査結果に 1 個も含まれていない場合、表示制御部 2 2 は、集約後の検査対象部分の検査結果を「欠陥無」とする。検査対象部分 A 1 __ 4 は「欠陥有」を示すので、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 __ 1 ~ A 1 __ 4 を集約した検査対象部分 A 1 の検査結果を「欠陥有」とする。

40

【 0 2 5 9 】

展開 / 集約ボタン B T 1 の「 - 」が押下された場合、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 ~ A 3 を検査対象部分 A に集約する。検査対象部分 A 1 は「欠陥有」を示すので、表示制御部 2 2 は、検査対象部分 A 1 ~ A 3 を集約した検査対象部分 A の検査結果を「欠陥有」とする。

【 0 2 6 0 】

< U . 外観検査システムの変形例 >

図 3 9 は、変形例に係る外観検査システムを示す図である。図 3 9 に示される外観検査システムは、図 1 に示す外観検査システム 1 と比較して、 P L C 5 0 を備えず、画像処理

50

装置 20 の代わりに画像処理装置 20 a を備える点で相違する。画像処理装置 20 a は、上記の画像処理装置 20 の構成と PLC 50 の構成との両方を有する。

【0261】

図 40 は、ワーク W と撮像装置 10 との間の相対位置を変更する別の形態を示す図である。図 40 に示されるように、ロボット 30 は、撮像装置 10 ではなく、ワーク W を移動させてもよい。図 40 に示す例では、撮像装置 10 は固定される。このようにワーク W を移動させることにより、ワーク W と撮像装置 10 との間の相対位置を変更してもよい。

【0262】

図 41 は、ワーク W と撮像装置 10 との間の相対位置を変更するさらに別の形態を示す図である。図 41 に示されるように、ワーク W は、回転テーブル 91 の上に載置されてもよい。回転テーブル 91 は、ロボットコントローラ 40 の指示に応じて回転する。これにより、ワーク W と撮像装置 10 との間の相対位置を容易に変更することができる。

10

【0263】

なお、ロボット 30 は、垂直多関節ロボット以外のロボット（たとえば、水平多関節ロボット、直交ロボットなど）であってもよい。

【0264】

上記では、撮像視野 FOV および実効視野 FOV 2 を円形とした説明したが、撮像視野 FOV および実効視野 FOV 2 の形状は、円形に限定されず、たとえば矩形（長方形、正方形）であってもよい。

【0265】

< V . 付記 >

以上のように、本実施形態は以下のような開示を含む。

20

【0266】

[構成 1]

検査対象物 (W) と撮像装置 (10) との間の相対位置を変化させつつ前記検査対象物 (W) の複数の検査部分を前記撮像装置 (10) で撮像して、前記検査対象物 (W) の外観検査を行なう外観検査システムであって、

表示装置 (23) と、

前記検査対象物 (W) の形状を表わす 3 次元モデル (M L) を格納するための記憶装置とを備え、前記検査対象物 (W) の複数の検査部分は、前記 3 次元モデル (M L) に対し

30

前記検査対象物 (W) の各検査部分を撮像して前記撮像装置 (10) から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物 (W) の各検査部分について欠陥の有無を検査するための検査部 (21) と、

前記 3 次元モデル (M L) を前記表示装置 (23) に表示するとともに、前記検査対象物 (W) の各検査部分の検査結果を前記 3 次元モデル (M L) 上の対応部分に表わすための表示制御部 (22) とを備える、外観検査システム。

【0267】

[構成 2]

前記表示制御部 (22) は、さらに、前記検査対象物 (W) の各検査部分を前記 3 次元モデル (M L) 上の対応部分に表わす、構成 1 に記載の外観検査システム。

40

【0268】

[構成 3]

前記表示制御部 (22) は、前記検査対象物 (W) の各検査部分の検査結果を前記 3 次元モデル (M L) 上の対応部分に表わす際に、欠陥を示す部分を他の部分とは異なる表示態様で表示する、構成 1 または 2 に記載の外観検査システム。

【0269】

[構成 4]

前記 3 次元モデル (M L) に対して設定される各検査部分は、予め定められた分類ルールに従ってグルーピングされており、

50

前記表示制御部（２２）は、

グルーピングされている検査部分に対する集約指示を受け付けた場合に、当該グルーピングされている検査部分の検査結果を集約し、当該集約後の検査結果を、当該グルーピングされている検査部分に対応する前記３次元モデル（ＭＬ）上の各部分に表わし、

前記集約された検査結果に対する展開指示を受け付けた場合に、当該集約された検査結果の表示を集約前に戻す、構成１～３のいずれか１項に記載の外観検査システム。

【０２７０】

[構成５]

欠陥を示す検査結果が、前記グルーピングされている検査部分の検査結果に含まれている場合、集約後の検査結果は、欠陥を示し、

10

欠陥を示す検査結果が、前記グルーピングされている検査部分の検査結果に含まれていない場合、集約後の検査結果は、正常を示す、構成４に記載の外観検査システム。

【０２７１】

[構成６]

前記外観検査システムは、前記３次元モデル（ＭＬ）上に表わされる検査部分の内から、１つ以上の検査部分を選択する選択操作を受け付けることが可能な操作部（１３４）をさらに備え、

前記表示制御部（２２）は、前記操作部（１３４）が前記選択操作を受け付けたことに基づいて、選択された検査部分の検査に用いられた画像と、当該画像の撮像条件との少なくとも一方を前記表示装置（２３）に表示する、構成１～５のいずれか１項に記載の外観検査システム。

20

【０２７２】

[構成７]

前記検査部（２１）は、複数の検査対象物（Ｗ）の検査処理を順次実行し、

前記表示制御部（２２）は、順次検査される検査対象物（Ｗ）に欠陥が検出された時点で、当該検査対象物（Ｗ）の各検査部分の検査結果で前記３次元モデル（ＭＬ）上に表わされている検査結果を更新する、構成１～６のいずれか１項に記載の外観検査システム。

【０２７３】

[構成８]

検査対象物（Ｗ）と撮像装置（１０）との間の相対位置を変化させつつ前記検査対象物（Ｗ）の複数の検査部分を前記撮像装置（１０）で撮像して行なわれた外観検査結果の表示方法であって、

30

前記検査対象物（Ｗ）の形状を表わす３次元モデル（ＭＬ）を取得するステップを備え、前記検査対象物（Ｗ）の複数の検査部分は、前記３次元モデル（ＭＬ）に対して予め設定されており、

前記検査対象物（Ｗ）の各検査部分を撮像して前記撮像装置（１０）から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物（Ｗ）の各検査部分について欠陥の有無を検査するステップと、

前記３次元モデル（ＭＬ）を表示装置（２３）に表示するとともに、前記検査対象物（Ｗ）の各検査部分の検査結果を前記３次元モデル（ＭＬ）上の対応部分に表わすステップとを備える、外観検査結果の表示方法。

40

【０２７４】

[構成９]

検査対象物（Ｗ）と撮像装置（１０）との間の相対位置を変化させつつ前記検査対象物（Ｗ）の複数の検査部分を前記撮像装置（１０）で撮像して行なわれた外観検査結果の表示プログラムであって、

前記表示プログラムは、コンピュータに、

前記検査対象物（Ｗ）の形状を表わす３次元モデル（ＭＬ）を取得するステップを備え、前記検査対象物（Ｗ）の複数の検査部分は、前記３次元モデル（ＭＬ）に対して予め設定されており、

50

前記検査対象物(W)の各検査部分を撮像して前記撮像装置(10)から得られた各画像に基づいて、当該検査対象物(W)の各検査部分について欠陥の有無を検査するステップと、

前記3次元モデル(ML)を表示装置(23)に表示するとともに、前記検査対象物(W)の各検査部分の検査結果を前記3次元モデル(ML)上の対応部分に表わすステップとを実行させる、外観検査プログラム。

【0275】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

10

【符号の説明】

【0276】

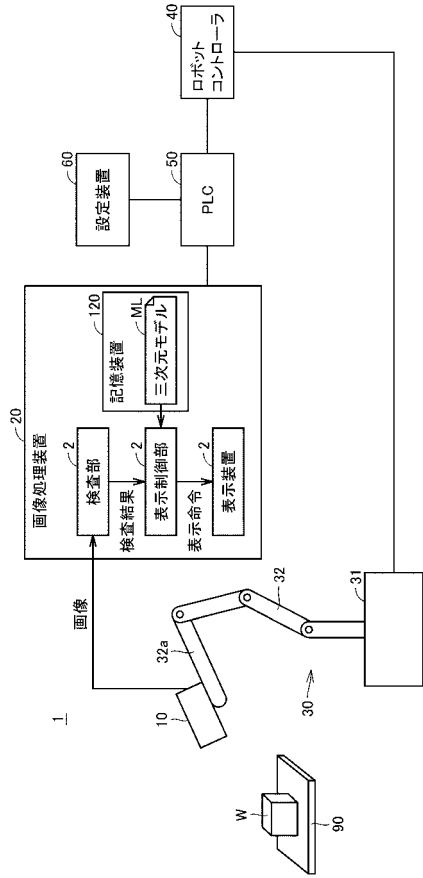
1 外観検査システム、10 撮像装置、10A 模式図、20, 20a 画像処理装置、21 検査部、22 表示制御部、23 表示装置、25 検査結果マトリクス、27 期待値マトリクス、29 比較結果マトリクス、30 ロボット、31 基台、32 アーム、32a 先端アーム、40 ロボットコントローラ、50 PLC、60 設定装置、61a, 61b 画面、71, 72, 76, 77 ツールボタン、74 丸印、75, 75A, 75B 検査対象領域、81 戻るボタン、82 進むボタン、90 ステージ、91 回転テーブル、110, 214, 362 プロセッサ、112 RAM、114 表示コントローラ、116 システムコントローラ、118 I/Oコントローラ、120, 364 記憶装置、122 カメラインターフェイス、124 入力インターフェイス、126 コントローラインターフェイス、128, 228, 368 通信インターフェイス、130, 222 メモリカードインターフェイス、134 キーボード、134A, 134B, 134C 分類ルール、136, 224 メモリカード、142 画像処理プログラム、143 表示プログラム、144 プロジェクトファイル、146A 撮像条件ファイル、146B 画像ファイル群、146C 検査条件ファイル、146D 検査結果ファイル、146E ワーク情報ファイル、146F 生産情報ファイル、146G 分類ルールファイル、146H 期待値ファイル、212 チップセット、216 不揮発性メモリ、218 主メモリ、220 システムクロック、226 内部バス、230 内部バスコントローラ、232 制御回路、234 内部バス制御回路、236 バッファメモリ、238 フィールドバスコントローラ、361 バス、363 メインメモリ、365 設定プログラム、366 ディスプレイ、367 入力デバイス。

20

30

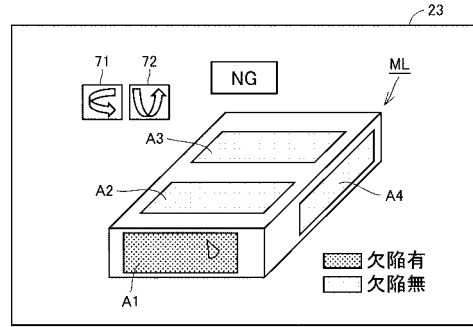
【 図 1 】

図1



【 図 2 】

図2



【 図 3 】

図3

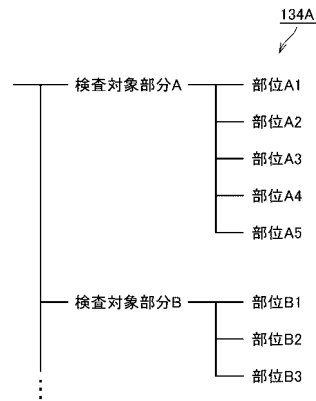
25(23)

ロット番号	ワークNo	検査対象部分A					検査対象部分B		
		部位A1	部位A2	部位A3	部位A4	部位A5	部位B1	部位B2	部位B3
001	001A								
	001B								
	001C								
	001D								
	001E								
002	002A								
	002B								
	002C								
	002D								
	002E								
	002F								
	002G								
	002H								
	002I								
	002J								

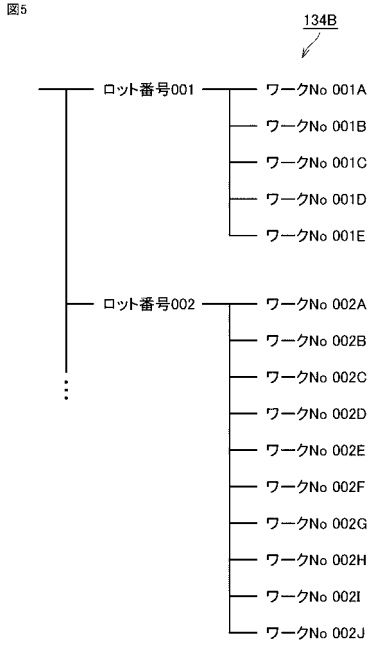
GH1, GH2, BH1, BH2, GV1, GV2, BV1, BV2

【 図 4 】

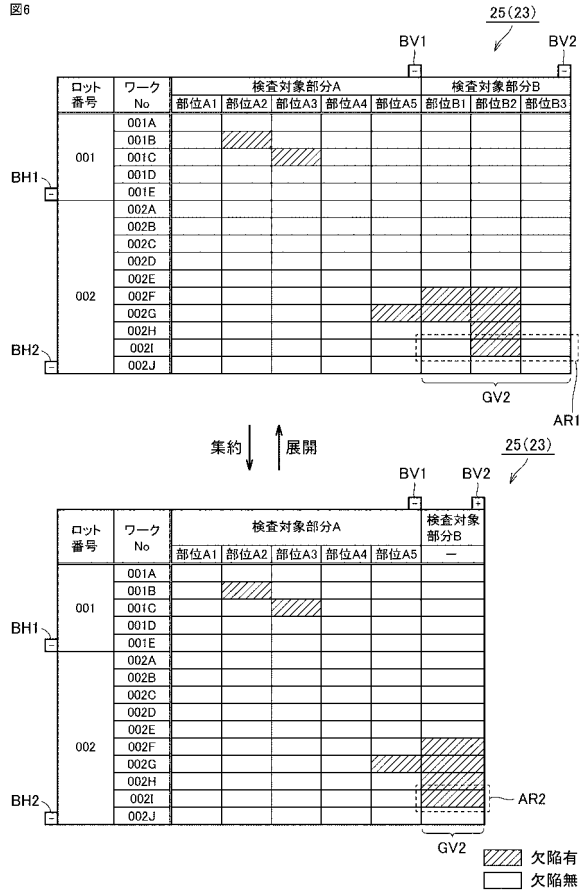
図4



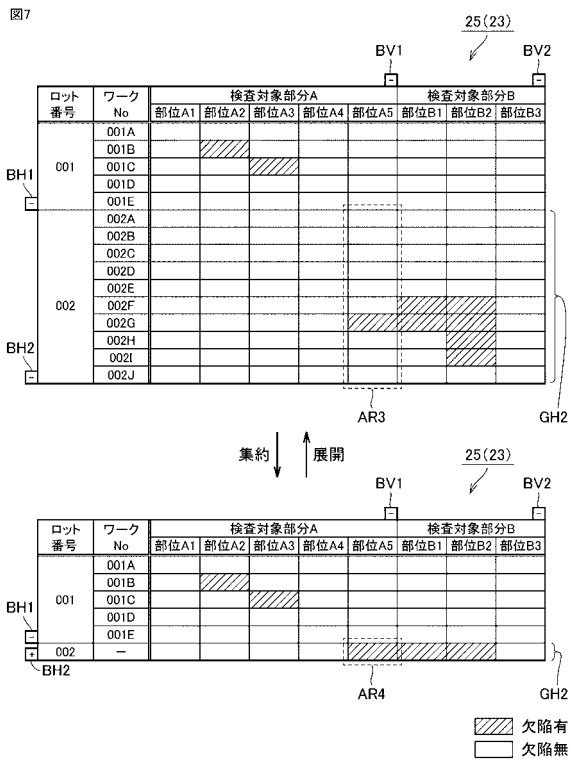
【 図 5 】



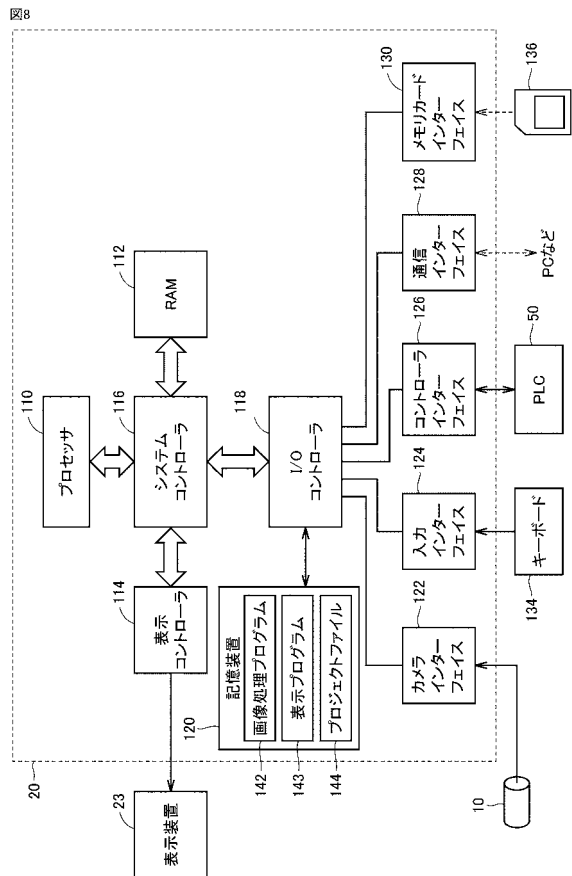
【 図 6 】



【 図 7 】

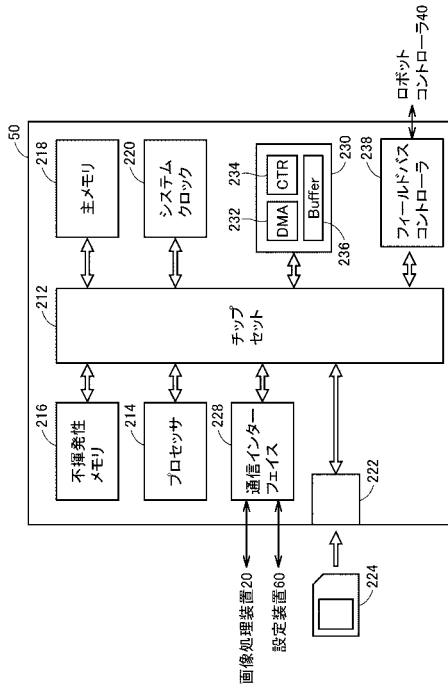


【 図 8 】



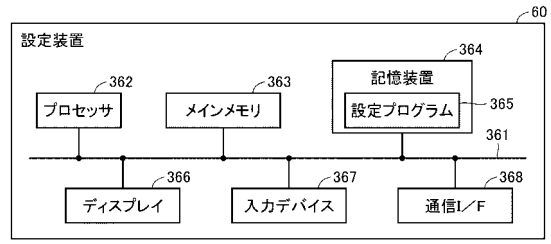
【図9】

図9



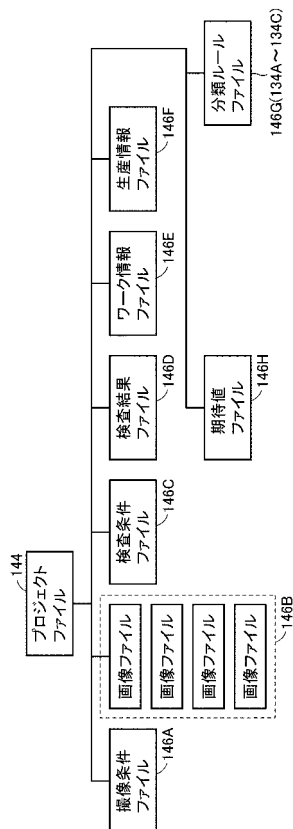
【図10】

図10



【図11】

図11



【図12】

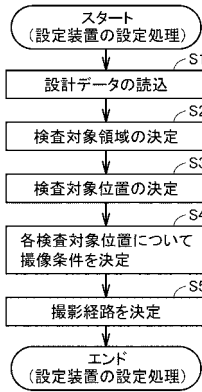
図12

146D

ワークNo	検査対象部分	計測値	検査結果
001A	001A	0.9	欠陥有
	001B	0.1	欠陥無
	⋮	⋮	⋮
002A	002A	0.9	欠陥有
	002B	0.1	欠陥無
	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

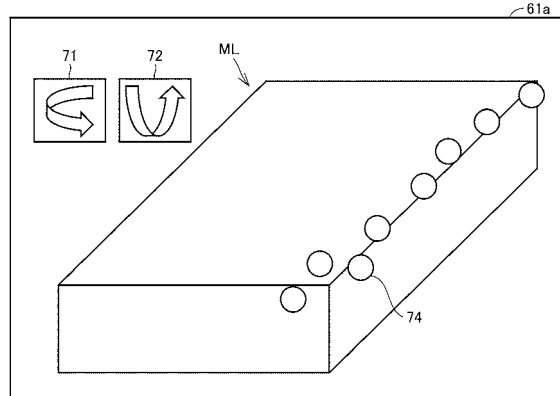
【 図 1 3 】

図13



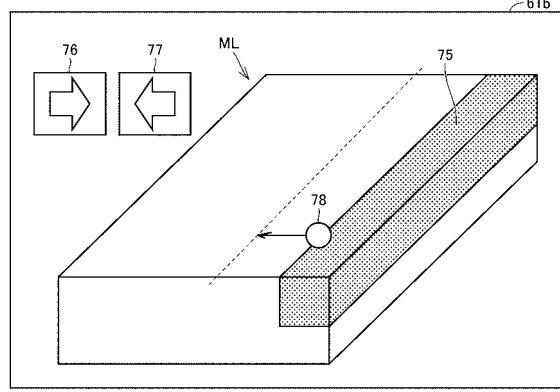
【 図 1 4 】

図14



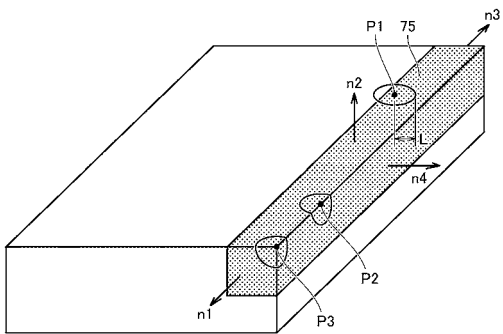
【 図 1 5 】

図15



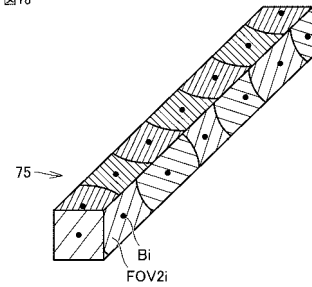
【 図 1 6 】

図16



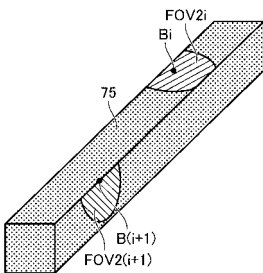
【 図 1 8 】

図18



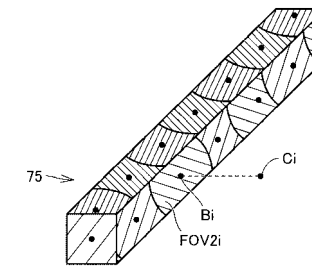
【 図 1 7 】

図17



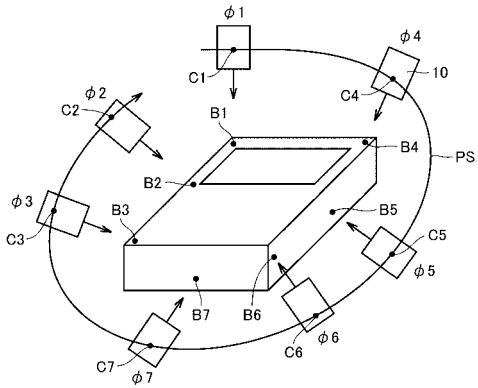
【 図 1 9 】

図19



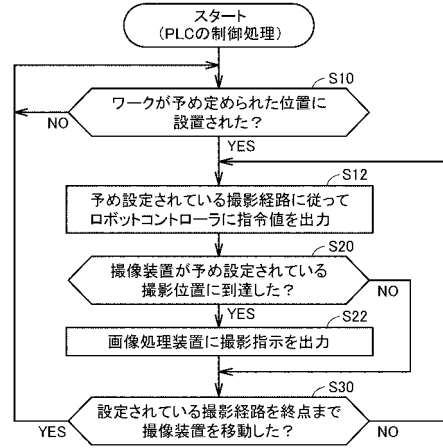
【図20】

図20



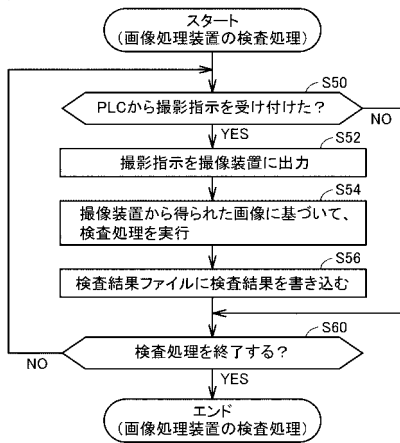
【図21】

図21



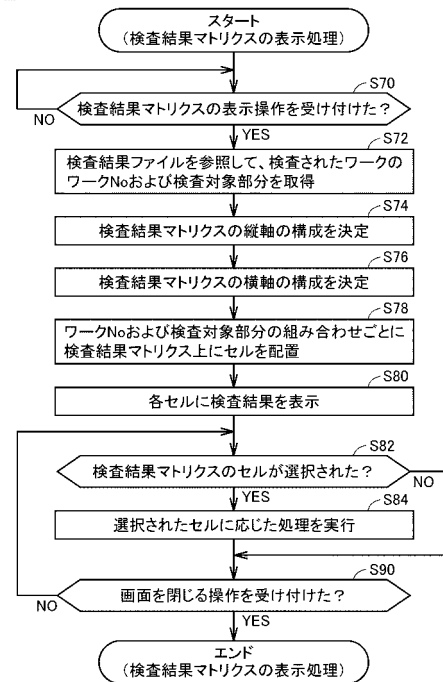
【図22】

図22

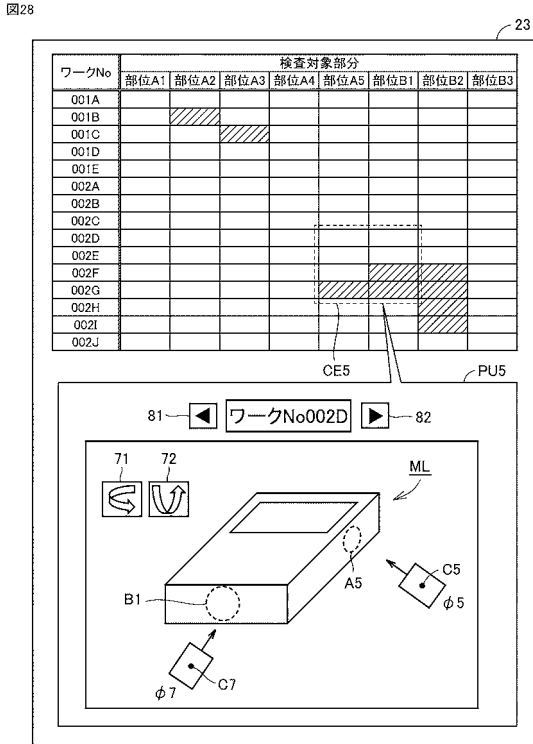


【図23】

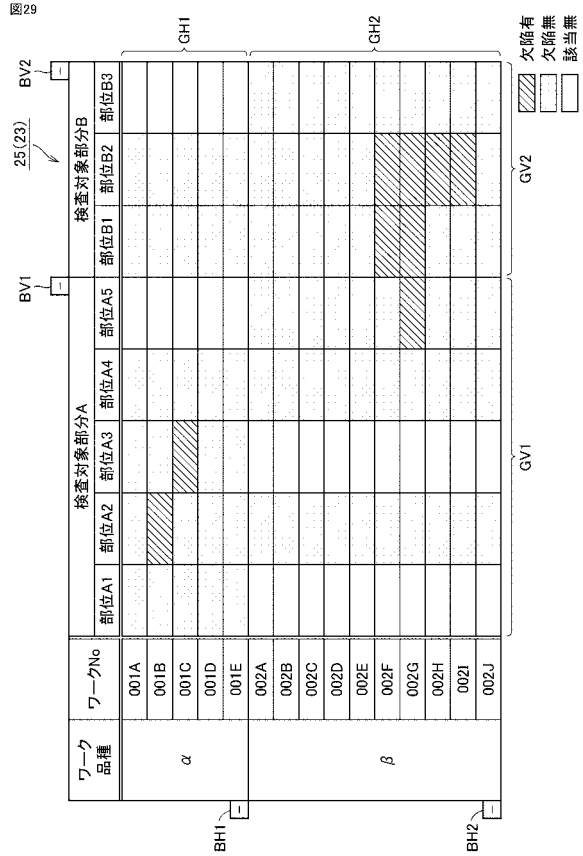
図23



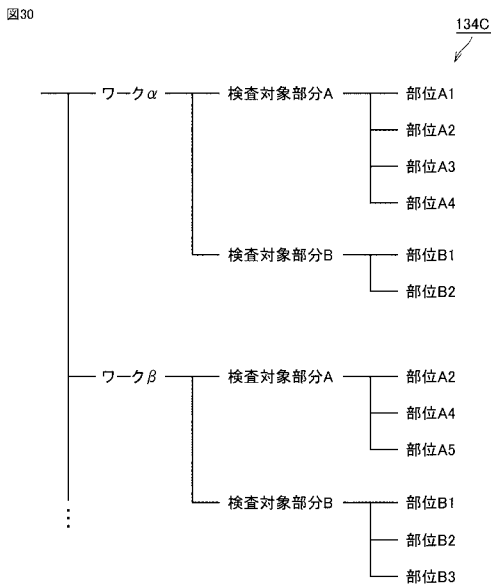
【 図 2 8 】



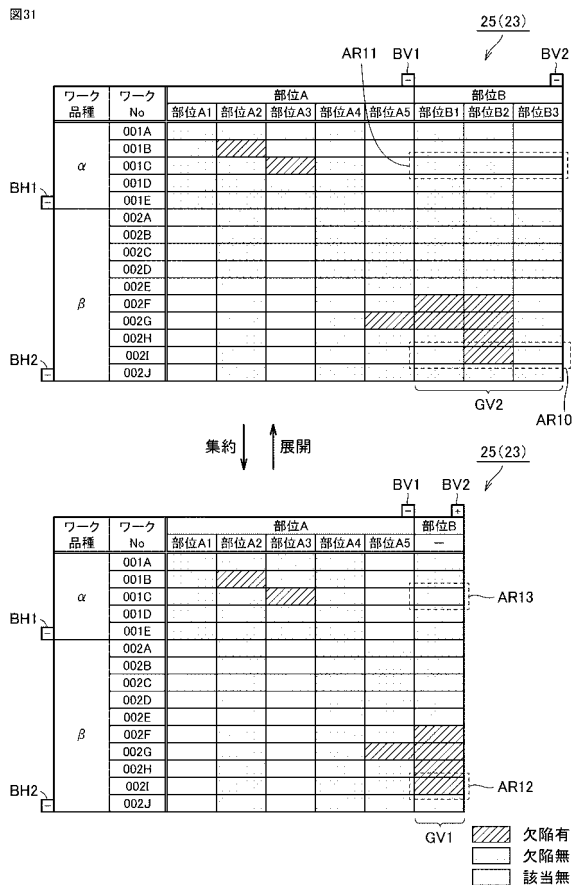
【 図 2 9 】



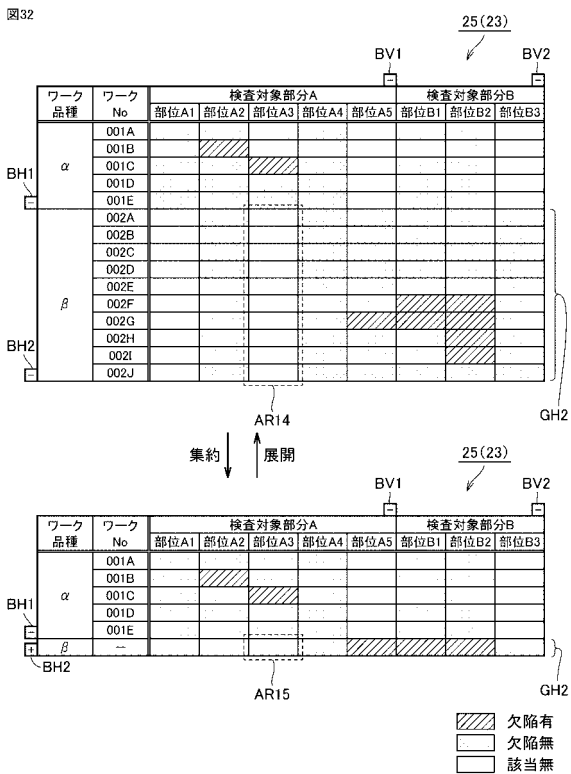
【 図 3 0 】



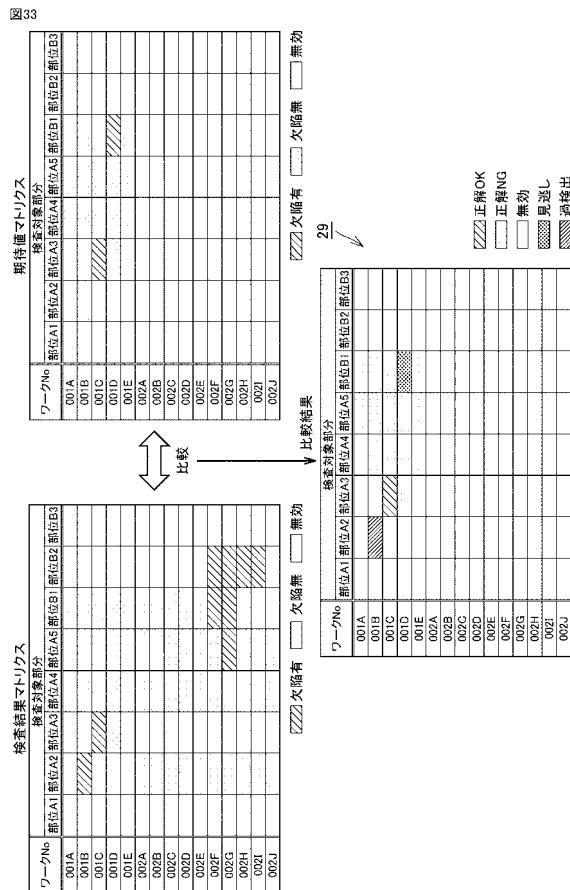
【 図 3 1 】



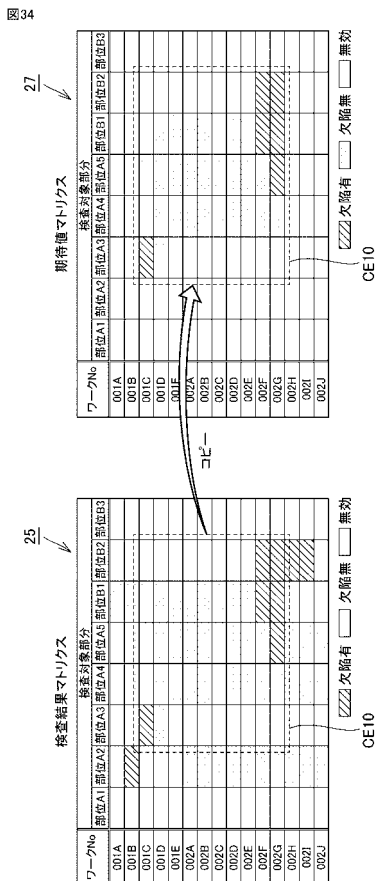
【図 3 2】



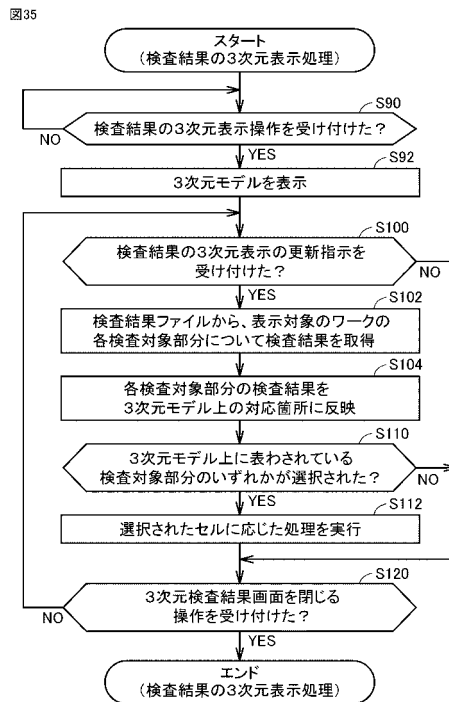
【図 3 3】



【図 3 4】

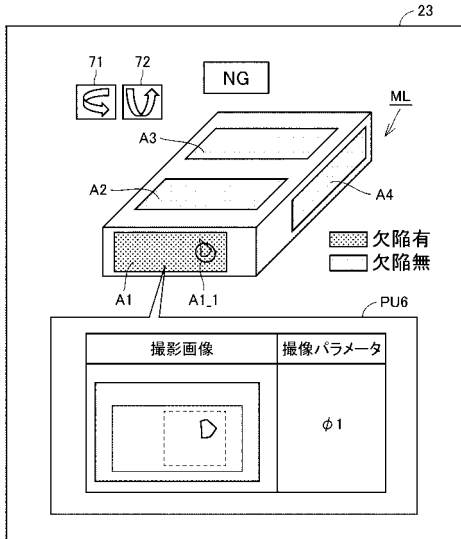


【図 3 5】



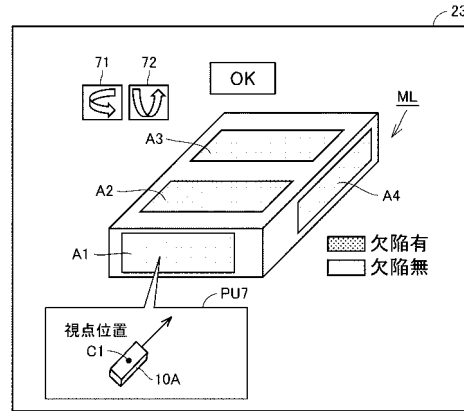
【図36】

図36



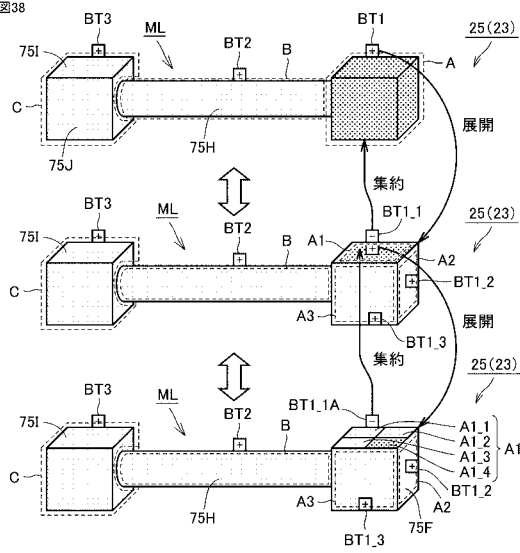
【図37】

図37



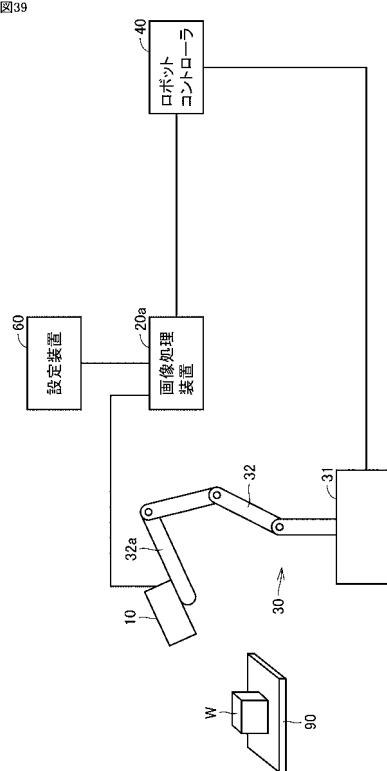
【図38】

図38



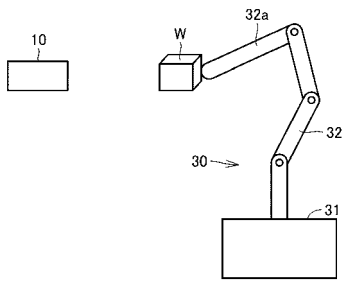
【図39】

図39



【 図 4 0 】

図40



【 図 4 1 】

図41

