

(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2009-10890

(P2009-10890A)

(43) 公開日 平成21年1月15日(2009.1.15)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232 Z	5C122
HO4N 5/238 (2006.01)	HO4N 5/238 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-172749 (P2007-172749)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成19年6月29日 (2007.6.29)	(74) 代理人	100090538 弁理士 西山 恵三
		(74) 代理人	100096965 弁理士 内尾 裕一
		(72) 発明者	龍本 将史 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	御手洗 裕輔 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	5C122 DA03 DA12 DA16 EA42 EA59 FA11 FF01 FL02 GG01 HA13 HA35 HA88 HB01 HB06

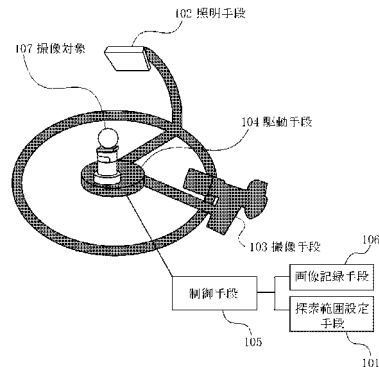
(54) 【発明の名称】 撮像装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、撮像装置の撮像条件の設定を容易にすることを目的とする。

【解決手段】 撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに撮像手段に撮像対象を撮像させ、撮像画像の評価値を算出させる第一の制御手段と、前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、撮像画像の評価値を算出させる第二の制御手段を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、
前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明する照明手段と、
撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更手段と、
前記撮像手段で取得された撮像画像のコントラストに関する情報を、評価値として算出する算出手段と、

前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御手段と、

10

前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御手段と、

前記第二の制御手段で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記撮像条件は、前記照明手段の照明光の強度、前記撮像手段と前記撮像対象と前記照明手段との相対位置の少なくともいずれか一つであることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

20

【請求項 3】

前記撮像対象は、欠陥部位領域があり、

前記算出手段は、前記撮像画像の欠陥部位領域と当該欠陥部位領域以外の領域とのコントラストの高さに応じた評価値を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

ユーザの指示に基づき、前記撮像対象の欠陥部位領域を抽出する領域抽出手段を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記算出手段は、前記撮像画像のコントラストの低さに応じた評価値を算出し、

前記第二の制御手段は、前記第一の制御手段で得られた評価値が減少から増加に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

30

【請求項 6】

撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、

前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像手段により取得された撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理手段と、

前記欠陥部位領域が強調された撮像画像に基づき、前記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項 7】

40

前記強調処理手段は、前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像画像を構成する画素の近傍領域を設定し、当該画素の画素値を当該近傍領域内の平均画素値に変更することを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記欠陥部位領域が強調された撮像画像のコントラストに関する情報を評価値として算出し、当該算出された評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記撮像条件は、前記照明手段の照明光の強度、前記撮像手段と前記撮像対象と前記照明手段との相対位置の少なくともいずれか一つであることを特徴とする請求項 6 に記載の

50

撮像装置。

【請求項 10】

前記撮像対象の表面構造は、前記撮像対象の表面の形状もしくは素材であることを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、
前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明する照明手段と、
前記撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更手段と、
前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理手段と、

10

前記欠陥部位領域が強調された撮像画像のコントラストに関する情報として、評価値を算出する算出手段と、

前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御手段と

、
前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御手段と、

前記第二の制御手段で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする撮像装置。

20

【請求項 12】

前記撮像条件設定手段で設定された撮像条件を用いて、前記撮像対象の外観検査を行う外観検査手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 13】

撮像手段に、撮像対象を撮像させ、撮像画像を取得する撮像工程と、
照明手段に、前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明させる照明工程と、
撮像条件変更手段が、前記撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更工程と、

算出手段が、前記撮像手段で取得された撮像画像のコントラストに関する情報として、評価値を算出する算出工程と、

30

第一の制御手段が、前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御工程と、

第二の制御手段が、前記第一の制御工程で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御工程と、

前記第二の制御工程で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定工程とを備えることを特徴とする撮像方法。

40

【請求項 14】

撮像手段に、撮像対象を撮像させ、撮像画像を取得する撮像手段と、
強調処理手段が、前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像手段により取得された撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理工程と、

撮像条件設定手段が、前記欠陥部位領域が強調された撮像画像に基づき、前記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定工程とを備えることを特徴とする撮像方法。

【請求項 15】

撮像手段に、撮像対象を撮像させ、撮像画像を取得する撮像工程と、
照明手段に、前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明させる照明工程と、
撮像条件変更手段が、前記撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更工

50

程と、

強調処理手段が、前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理工程と、

算出手段が、前記欠陥部位領域が強調された撮像画像のコントラストに関する情報として、評価値を算出する算出工程と、

第一の制御手段が、前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御工程と、

第二の制御手段が、前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御工程と、

撮像条件設定手段が、前記第二の制御手段で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定工程とを備えることを特徴とする撮像方法。

【請求項 16】

コンピュータを、

撮像対象を撮像させ、撮像画像を取得する撮像手段と、

前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明させる照明手段と、

前記撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更手段と、

前記撮像手段で取得された撮像画像のコントラストに関する情報として、評価値を算出する算出手段と、

前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御手段と

、
前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御手段と、

前記第二の制御手段で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 17】

コンピュータを、

撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、

前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像手段により取得された撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理手段と、

前記欠陥部位領域が強調された撮像画像に基づき、前記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする撮像装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 18】

コンピュータを、

撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、

前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明する照明手段と、

前記撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更手段と、

前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理手段と、

前記欠陥部位領域が強調された撮像画像のコントラストに関する情報として、評価値を算出する算出手段と、

前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御手段と

、

10

20

30

40

50

前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御手段と、

前記第二の制御手段で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像を行う際の撮像条件を設定する撮像装置および方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

工業製品の生産現場では、対象部品が良品か否かの検査を行い、不良品が製造されることを防いでいる。対象部品の検査は、製品の最終製造工程だけではなく、製造過程でも行われている。

【0003】

検査工程は、高い検査精度が要求されるもの、あまり検査精度が要求されないものなどがある。検査には、検査装置を用いたものから、人の主観評価によるものまでである。人の主観評価による検査は、機械検査と比べると、検査を行う際の個人差が発生しやすい。主観評価の中で代表的なものは、人の目視による外観検査である。工業製品の外観検査においては、欠陥の形状や濃淡などの検知すべき特徴が多岐に及ぶ。例えば、外観検査で一般的に取り扱われる色ムラやシミ、傷等の欠陥は形も大きさも定まっておらず、検知を行うにくい。そこで、効率よく外観検査を行うため、外観検査機による自動化された外観検査が望まれている。

20

【0004】

特許文献1には、撮影対象となる物体を回転させ、照明条件を変更し、多数の画像を撮像することが開示されている。しかし、これらの様々な撮像条件から、外観検査に適した条件を検出することは困難であり、ユーザに煩雑な操作を要求していた。

【特許文献1】特登録03601031号

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、撮像装置の撮像条件の設定を容易にすることを目的とする。また、撮像装置の撮像条件の設定精度を向上させることを別の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、請求項1の発明は、撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明する照明手段と、撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更手段と、前記撮像手段で取得された撮像画像のコントラストに関する情報を、評価値として算出する算出手段と、前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御手段と、前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御手段と、前記第二の制御手段で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする。

40

【0007】

また、請求項6の発明は、撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像手段により取得された撮像画像上の欠陥部位領域を

50

強調する強調処理手段と、前記欠陥部位領域が強調された撮像画像に基づき、前記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする。

【0008】

また、請求項11の発明は、撮像対象を撮像し、撮像画像を取得する撮像手段と、前記撮像手段による撮像の際に、前記撮像対象を照明する照明手段と、前記撮像対象を撮像する際の撮像条件を変更する撮像条件変更手段と、前記撮像対象の表面構造に応じて、前記撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理手段と、前記欠陥部位領域が強調された撮像画像のコントラストに関する情報として、評価値を算出する算出手段と、前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、第一の時間間隔ごとに前記撮像手段に前記撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第一の制御手段と、前記第一の制御手段で得られた評価値が増加から減少に変わる範囲で前記撮像条件変更手段に撮像条件を変更させ、前記第一の時間間隔よりも狭い第二の時間間隔ごとに前記撮像手段に撮像対象を撮像させ、前記算出手段に撮像画像の評価値を算出させる第二の制御手段と、前記第二の制御手段で得られた評価値に基づき、撮像条件を設定する撮像条件設定手段とを備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、撮像装置の撮像条件の設定を容易にすることが出来る。また、撮像装置の撮像条件の設定精度を向上させることが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0010】

(第一の実施形態)

以下に、第一の実施形態を詳細に説明する。

【0011】

図1は、本実施形態に係わる外観検査機の構成を示した図である。外観検査機とは、照明光が照射された検査対象物体を撮像し、撮像により得られた画像から検査対象物体の検査を行う検査装置である。外観検査機は検査対象物を撮像するため、一般的に撮像手段を有する。

【0012】

探索範囲取得手段101は、キーボードもしくはマウスなどの入力装置と、モニタなどの表示装置から構成され、検査対象物体の探索範囲のデータを取得する。ユーザは、表示装置に表示された検査対象物体を観察し、入力装置を用いて探索範囲を入力する。ここで、探索範囲とは、外観検査を行う場合に検査対象となる領域である。

30

【0013】

照明手段102は、蛍光灯、ハロゲンランプ、スリット光、面照明、LED、プリズムなどを用いた照明器具から構成される。照明手段102は、検査対象物体の明暗を明瞭にするために、照明光を照射する。

【0014】

撮像手段103は、照明手段102から照明光を照射された検査対象物体を撮像し、検査対象物体の画像を取得する。撮像手段103は、ビデオカメラもしくは赤外線センサなどの光学手段を有する。

40

【0015】

駆動手段104は、モータおよび駆動ギヤなどから構成される。モータが駆動し、駆動ギヤを介して駆動力を照明手段102と撮像手段103に伝達することにより、照明手段102と撮像手段103の位置を変更する。

【0016】

制御手段105は、CPU、RAMなどから構成される。RAMには外観検査機を制御するための制御プログラムが格納されている。CPUは、RAMから制御プログラムを読み込み、制御プログラムに基づく処理を行うことにより、外観検査機装置の各構成の制御を行う。制御プログラムには、駆動手段104が照明手段102と撮像手段103とを駆

50

動させるための駆動プログラム、検索範囲取得手段 101 から送信された検索範囲のデータを処理する情報処理プログラムなどが含まれる。

【0017】

画像記録手段 106 は、ハードディスクなどの記録手段から構成され、撮像手段 103 で取得した画像を記録する。撮像手段 103 で取得された画像は、制御手段 105 を介して、画像記録手段 106 に送信される。

【0018】

撮像対象 107 は、外観検査される対象であり、例えば、組み立て部品の一部などである。本実施形態における撮像対象 107 は、欠陥部位領域を有する。欠陥部位とは、撮像対象 107 上のキズや汚れなどであり、外観検査で検出するべき対象である。

10

【0019】

欠陥部位領域と欠陥部位以外の領域とのコントラストを明確にするために、撮像対象 107 は、照明手段 102 によって照明光を受け、撮像手段 103 によって撮像される。

【0020】

次に、図 1 の外観検査機を用いた本実施形態における処理を説明する。

【0021】

図 2 は、図 1 の外観検査機を用いた本実施形態の外観検査処理の流れである。図 2 では、外観検査の一例として、撮像対象 107 の欠陥部位を検出する処理を行う。

【0022】

(ステップ 201) ステップ 201 では、撮像手段 201 が撮像対象 107 を撮像し、撮影対象の探索領域を設定する。ここで、探索領域とは外観検査を行う際の検査対象領域である。撮像手段 201 は、撮像対象 107 を複数の撮像方向から撮像し、複数の撮像対象 107 の画像を取得する。取得された画像は、モニタなどの表示装置に表示され、ユーザの指示に基づき、探索領域を設定する。

20

【0023】

図 3 は、探索領域を設定するための UI (ユーザインターフェース) を示した図である。図 3 に示す撮影対象の画像は、撮像手段 201 によって撮像された画像である。

【0024】

UI 301 は、外観検査を行うユーザが探索領域を設定するための UI である。

【0025】

撮像対象 107 は、外観検査を行う撮像対象である。

30

【0026】

ポインタ 302 は、ユーザの指示に基づき、撮像対象 107 の探索領域を設定するためのポインタである。

【0027】

探索領域 303 は、ポインタ 302 によって指定された撮像対象 107 の探索領域である。

【0028】

ユーザは、マウスもしくはタッチペンなどの指示装置を用いて、UI 301 上のポインタ 302 を操作し、撮像対象 107 の探索領域 303 を指定する。指定された探索領域 303 のデータは、探索範囲取得手段 101 により取得される。

40

【0029】

しかし、ユーザ指示に基づき探索領域 303 を設定した場合、ユーザの技量により最適な探索領域を指定することが出来ない場合がある。従って、ユーザに指定された探索領域 303 を再構成し、新しい探索領域 303 を設定しても良い。再構成する方法としては、例えば、輝度値もしくは色情報 (R、G、B 値など) の変化を用いた方法がある。この方法では、まず、指定された探索領域 303 の境界を構成する点を抽出する。そして、抽出された点の近傍領域の輝度値もしくは色情報の変化を算出する。近傍領域中に探索領域 303 の境界を構成する点よりも、輝度値もしくは色情報の変化量が大きい点があった場合、より変化量の大きい点を探索領域 303 の境界を構成する点として設定する。以上の処

50

理を探索領域 3 0 3 の境界を構成する各点に対して行うことにより、探索領域 3 0 3 の境界を再構成することが出来る。

【 0 0 3 0 】

一方、撮像手段 1 0 3 が移動することにより、撮像手段 1 0 3 と撮像対象 1 0 7 との相対位置が変化する場合がある。相対位置が変化すると、撮像対象 1 0 7 の画像上の探索領域 3 0 3 も変化する。探索領域 3 0 3 が変化する場合であっても、上記探索領域 3 0 3 の再構成の手法を用いることによって、適切な探索領域 3 0 3 を設定することが出来る。

【 0 0 3 1 】

また、赤外線やステレオコンピュータビジョン技術等を利用して、撮像対象 1 0 7 の周囲の 3 次元情報を取得し、3次元情報から撮像対象 1 0 7 と撮像手段 1 0 3 との相対位置を算出し、探索領域 3 0 3 の再構成に用いても良い。

10

【 0 0 3 2 】

(ステップ 2 0 2) ステップ 2 0 2 では、制御手段 1 0 5 が撮像条件変更手段として機能し、撮像条件を変化させながら、撮像手段 1 0 3 が撮像対象 1 0 7 の探索領域 3 0 4 を撮像する。ここで、撮像条件とは、撮像手段 1 0 3 および照明手段 1 0 2 の位置姿勢、照明手段 1 0 2 の照明強度などである。撮像条件の変更の際には、駆動装置 1 0 4 は、制御手段 1 0 5 からの制御指示を受けて、撮像手段 1 0 3 および照明手段 1 0 2 の位置姿勢を変化させる。また、制御手段 1 0 5 からの制御指示により、照明手段 1 0 2 は照明強度を変化させる。撮像条件が変化する中で、撮像手段 1 0 3 は、あらかじめ設定されたタイミングごとに撮像対象 1 0 7 の撮像を行う。また、ユーザ指示により撮像する画像数をあらかじめ設定しておいても良い。画像数を設定する場合、撮像手段 1 0 3 および照明手段 1 0 2 の駆動速度から、設定された画像数を撮像出来るタイミングを算出する。以上の処理により、様々な撮像条件における複数の画像を取得することが出来る。

20

【 0 0 3 3 】

(ステップ 2 0 3) ステップ 2 0 3 では、制御手段 1 0 5 が撮像画像上の欠陥部位領域を強調する強調処理手段として機能し、ステップ 2 0 2 で取得した画像のぼかし処理を行う。ここで、ぼかし処理とは、撮像対象表面に現れるテクスチャパターンを除去し、撮像画像上の欠陥部位領域を強調する処理である。本実施形態において、ぼかし処理とは、平均値化処理、フィルタ処理などの画像の低周波数化処理を示す。テクスチャパターンは、撮像対象の素材もしくは表面形所などの表面構造に起因して発生し、撮像対象の表面にほぼ規則的に現れる。外観検査でキズなどの欠陥部位を抽出する場合、テクスチャパターンを欠陥部位として誤検出してしまうことがある。よって、ぼかし処理によって撮像対象 1 0 7 の画像からテクスチャパターンを除去することにより、撮像画像上の欠陥部位領域が強調され、欠陥部位の検出精度を向上させることが出来る。

30

【 0 0 3 4 】

図 4 は、撮像対象 1 0 7 の表面に現れる粒状性の突起によるテクスチャパターンの一例を示した図である。

【 0 0 3 5 】

図 4 は、撮像対象 1 0 7 が合成樹脂で被覆されている場合の表面を示したものであり、図 4 が示すように、微細な斑紋が現れている。この斑紋は、突起を示している。図 4 において、ライン 4 0 1、ライン 4 0 2 を設定し、それぞれのライン上の輝度値を抽出すると、輝度分布 4 0 3、輝度分布 4 0 4 を得ることが出来る。

40

【 0 0 3 6 】

図 5 は、輝度分布 4 0 3 もしくは輝度分布 4 0 4 の拡大を示した図である。図 5 から分かるように、輝度分布には、複数の輝度変化が大きい箇所が現れている。輝度変化の大きい箇所は、粒状性の突起を表している。

【 0 0 3 7 】

突起の大きさはほぼ一定であるため、突起による輝度幅 5 0 1 はほぼ一定になる。そこで、輝度幅 5 0 1 がほぼ一定になることを利用して、テクスチャパターンを抽出する方法を以下に示す。まず、ライン 4 0 1、ライン 4 0 2 上の輝度幅 5 0 1 (距離) を収集する

50

。

【0038】

収集するためには、画像の全画素の平均値を算出し、輝度値が平均値と大きく異なる領域を抽出する。そして、抽出された領域の輝度幅501の平均値を算出する。すべての突起の大きさはほぼ同じであるため、輝度幅501の平均値はテクスチャパターンによるすべての輝度幅とほぼ等しくなる。従って、抽出した輝度幅501の平均値とほぼ等しい輝度幅501は、テクスチャパターンに起因する輝度幅501とみなすことが出来る。抽出された平均値とほぼ等しい輝度幅501の領域を近傍の輝度値と同じ値にすれば、輝度幅501の領域が削除され、テクスチャパターンが削除された撮像対象107の表面の画像を得ることが出来る。

10

【0039】

以上の処理により、撮像対象107の表面の画像のぼかし処理を行うことが出来る。また、他にも様々なぼかし処理の法が提案されている。他の方法としては、例えば、画素の平均値を算出する方法がある。この方法は、まず、撮像対象107の表面の画像の各画素に対して、近傍領域内の画素値の平均値を算出する。そして、対象の画素値を算出した平均値で置き換える処理を行う。この処理をすべての画素に対して行うことにより、各画素値は画素の平均値に置き換わるため、ぼかし処理された画像を得ることが出来る。平均値を用いたぼかし処理の具体例を次に示す。

【0040】

図6は、撮像対象107の表面に現れる別のテクスチャパターンの例である。図6に示す撮像対象107の表面に現れるテクスチャパターンは、撮像対象107の表面がタイル状の粗面で覆われていることに起因するものである。図6の撮像対象107に対するぼかし処理を行う場合には、タイルの大きさに応じた領域を設定し、領域ごとの平均画素値を算出することにより、適切なぼかし処理を行うことが出来る。ここで、タイルの大きさに応じた領域とは、対象画素の近傍領域内に含まれる画素を抽出するために設定される領域である。

20

【0041】

具体的には、まず、上記タイルよりも大きい矩形領域601を設定する。そして、撮像画像中のすべての画素に対して、それぞれの画素を中心とした矩形領域601内の平均値化処理を行う。タイルよりも大きい矩形領域601を用いて、平均値化処理を行うことにより、タイルごとの継ぎ目を消した撮像画像を得ることが出来る。

30

【0042】

図7は、図6の画像に対してぼかし処理を行った後の画像を示す図である。図7から分かるように、ぼかし処理を行うことによって、欠陥部位が強調され画像を得ることが出来る。

【0043】

図8は、撮像対象107の表面に現れる別のテクスチャパターンの例である。図8は、撮像対象107に、粒子状の模様が発生している状態を示している。

【0044】

図6の処理と同様に、粒子の縦横幅2倍以上の矩形領域602を設定し、平均値化処理を行うことによって、ぼかし処理を行うことが出来る。図9は、図8の画像に対してぼかし処理を行った後の画像を示す図である。

40

【0045】

以上の処理のように、撮像対象107の表面構造もしくは素材に応じたぼかし処理を行うことにより、より精度の高い欠陥部位の抽出を行うことが出来る。また、実際に、ぼかし処理を行う方法として、あらかじめ所定のテクスチャパターンに応じた矩形領域を記憶装置に記憶しておき、ユーザがテクスチャパターンを選択することにより、制御手段105が適した矩形領域を選択しても良い。

【0046】

(ステップ204)ステップ204では、制御手段105が領域抽出手段として機能し

50

、撮像対象107の表面の画像から欠陥部位領域の抽出を行う。ステップ203の処理により、撮像対象107の画像は、ぼかし処理されている。よって、あらかじめ設定された以上の輝度値の変化がある境界を抽出することによって、テクスチャパターンを欠陥部位として誤検出することなく、欠陥部位の境界の抽出を行うことが出来る。

【0047】

また、あらかじめ欠陥部位領域の大きさおよび形状が分かっている場合は、上記ステップ203の処理を行わずに欠陥部位の抽出処理を行っても良い。例えば、撮像対象107上において、あらかじめ設定された値以上の輝度値の変化がある領域の境界をすべて抽出する。そして、あらかじめ分かっている欠陥部位領域の大きさもしくは形状と、抽出された領域との一致度を算出する。ここで、一致度とは、例えば面積の差などに基つき算出される二つの領域の形状の相似度を定量化したものである。領域形状の一致度の算出方法については様々な手法が提案されているため、ここでは詳細な説明は省略する。上記処理により、一致度を算出し、最も一致度が大きい領域を欠陥部位領域として設定する。

10

【0048】

(ステップ205) ステップ205では、制御手段105がステップ202で取得された画像それぞれに対して評価値を算出する。ここで、評価値とは欠陥部位を検出するために適した撮像条件かどうかを定量化したものである。評価値は、欠陥部位領域と欠陥部位領域以外の領域のコントラストに基づく値である。ここで、ステップ204で抽出した欠陥部位の面積をA1、欠陥部位領域内のコントラスト値をQ1とする。そして、ステップ204で抽出した欠陥部位以外の領域の面積をA2、ステップ204で抽出した欠陥部位

20

。

$$L = A1 \times Q1 / A2 \times Q2$$

例えば、欠陥部位領域のキズが鮮明に画像に現れていると、欠陥部位領域内のコントラストは増加し、評価値Lの大きくなる。また、取得にされた画像によっては、欠陥部位が現れていない画像もしくは、欠陥部位がほとんど現れていない画像もある。この場合、欠陥部位領域の面積は小さくなるため、評価値は低くなる。

【0049】

従って、上記処理により算出した評価値Lが高いほど、欠陥部位を抽出するためには、より良い撮像条件であるとみなすことが出来る。

30

【0050】

評価値Lを求める式は上記の式に限定されるものではなく、欠陥部位領域と欠陥部位領域以外の領域とのコントラストの比を反映したものであれば、どのようなものであっても良い。

【0051】

また、外観検査機の演算処理性能によっては、評価値として、より簡単に、ステップ204で抽出した欠陥部位領域内における輝度値の絶対値の総和を用いてもよい。

【0052】

(ステップ206) ステップ206では、制御手段105が、ステップ205で算出された評価値に基つき、外観検査に適した撮像条件を求める。

40

【0053】

図10は、撮像条件の一つである照明光の強度と、評価値との対応関係を示した図である。

【0054】

図10から分かるように、L1のように照明強度が低い場合、撮像対象107全体が暗い画像になり、欠陥部位と欠陥部位以外の領域とのコントラストの対比が不明確になる。よって、欠陥部位と欠陥部位以外の領域とのコントラストの対比が明確にならず、評価値は低くなる。

【0055】

また、L7のように照明強度が高すぎる場合、画像中の陰影が生じにくくなる。また、

50

撮像手段の撮像可能な輝度範囲を超えてしまい、欠陥部位と欠陥部位以外の領域とのコントラストの対比が明確でなくなる。従って、照明強度が高すぎる場合も評価値が低くなる。

【0056】

図10では、照明光の強度L5までは、評価値が上昇に傾向にあり、照明条件L6から評価値が低下傾向になる。よって、照明条件L5と照明条件L6との間に、評価値が最大になる照明条件があるはずである。制御手段105は、照明条件L5と照明条件L6との間のいずれかの照明条件を設定すれば、より良い外観検査を行うことが出来ることを、モニタなどの表示装置に提示する。外観検査を行うユーザは、表示を確認することにより、外観検査に適した撮像条件を確認することが出来る。以上、制御手段105は所定の時間間隔で撮像条件を求める第一の制御手段として機能したが、ユーザがより正確な撮像条件を求める指示を行った場合、ステップ202に処理を戻し、処理を行う。

10

【0057】

この時、制御手段105はより正確な撮像条件を求めるための第二の制御手段として機能し、撮像条件を変更する範囲を照明条件L5から照明条件L6までの間に限定し、ステップ202における撮像の時間間隔をより狭くする。時間間隔を狭くすることによって、より高精度に評価値の高い照明光の強度を検出することが出来る。例えば、図6のL51、L52、L53で評価値を算出することによって、より評価値の高いL52の照明光の強度を検出することが出来る。以上のように、はじめに、粗い第一の時間間隔で評価値を算出し、評価値が増加傾向から減少傾向に変わる範囲で、狭い第二の時間間隔で評価値を算出することにより、高速に評価値の高い照明光の強度を検出することが出来る。制御手段105は、撮像条件設定手段として機能し、以上、図2の処理で得られた撮像条件を外観検査を行う際の撮像条件として設定する。

20

【0058】

図2の処理により設定された撮像条件を用いて、図1の撮像装置を外観検査機として機能させれば、より検出精度の高い検査を行うことが出来る。

【0059】

また、上記処理では、主に撮影条件として照明光の強度を用いたが、撮像手段103、撮像対象107、照明手段102、それぞれの相対位置などについても同様の処理を行うことが出来る。

30

【0060】

また、上記ステップ206の処理では、ユーザの指示に基づき、撮像の時間間隔を狭くして、ステップ202からの処理を再び行った。しかし、例えば、あらかじめ設定された回数だけステップ206へ戻る処理にしても良い。あらかじめ設定された回数だけステップ206へ戻る処理を行うことにより、ユーザの負荷を増やさず、適切な撮像条件を容易に検出することが出来る。

【0061】

(第二の実施形態)

第一の実施形態では、図3のUI301を用いて、ユーザの指示に基づき2次元の探索領域303の設定を行った。本実施形態では、図2のステップ201で3次元の探索領域303の設定を行う。図2のステップ201以外の処理は、第一の実施形態の処理と同様であるため、説明を省略する。

40

【0062】

図11は、本実施形態における探索領域を設定するためのUI(ユーザインターフェース)を示した図である。

【0063】

初めは、第一の実施形態と同様に、撮像対象107に対して探索領域303を設定する。次に、図11と異なる方向から撮像対象107を観察した場合の撮像対象107に対して、探索領域303を設定する。

【0064】

50

図 1 2 と図 1 3 とは、図 1 1 と異なる方向から撮像対象 1 0 7 を観察した場合を示す図である。

【 0 0 6 5 】

図 1 2 は、撮像対象 1 0 7 を側面から観察した場合を示す図であり、探索領域 3 0 3 が撮像対象 1 0 7 を横断するように設定されている。

【 0 0 6 6 】

図 1 3 は、撮像対象 1 0 7 を背面から観察した場合を示す図であり、探索領域 3 0 3 が撮像対象 1 0 7 の全領域を覆うように設定されている。

【 0 0 6 7 】

以上述べたように複数の二次元探索領域を設定することにより、三次元探索領域を設定することが出来る。具体的には、三次元座標上に複数の二元探索領域を設定し、二元探索領域が設定されていない空間は、設定された二次元探索領域を補完することにより、探索領域を設定する。

10

【 0 0 6 8 】

第一の実施形態では様々な方向からの撮像を行うために、探索領域 3 0 3 の再構成を行ったが、本実施形態では、三次元の探索領域 3 0 3 を設定することにより、再構成の処理が不要になる。

【 0 0 6 9 】

また、図 1 1 の除外領域 1 1 0 2 に示されるように、ユーザの指示に基づき、模様やロゴマーク等の明らかに欠陥部位領域ではないが欠陥部位領域として誤検出されるおそれのある除外領域 1 1 0 2 を設定しても良い。除外領域 1 1 0 2 は、図 2 の処理フローでは、参照されない領域である。除外領域 1 1 0 2 を設定することにより、除外領域 1 1 0 2 を欠陥部位領域として誤検出することがなくなり、欠陥部位領域の検出精度を向上させることが出来る。

20

【 0 0 7 0 】

また、除外領域 1 1 0 2 の処理を行う必要がないため、処理を高速化することが出来る。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 第一の実施形態に係る外観検査機の構成を示した図

30

【 図 2 】 第一の実施形態に係る外観検査処理の流れを示す図

【 図 3 】 第一の実施形態における探索領域を設定するための UI (ユーザインターフェース) を示した図

【 図 4 】 撮像対象の表面に現れるテクスチャパターンの一例を示した図

【 図 5 】 輝度分布の拡大を示した図

【 図 6 】 撮像対象の表面に現れるテクスチャパターンの一例を示した図

【 図 7 】 図 6 の画像に対してぼかし処理を行った後の画像を示す図

【 図 8 】 撮像対象の表面に現れるテクスチャパターンの一例を示した図

【 図 9 】 図 8 の画像に対してぼかし処理を行った後の画像を示す図

【 図 1 0 】 照明光の強度と、評価値との対応関係を示した図

40

【 図 1 1 】 第二の実施形態における探索領域を設定するための UI (ユーザインターフェース) を示した図

【 図 1 2 】 図 1 1 と異なる方向から撮像対象を観察した場合を示す図

【 図 1 3 】 図 1 1 と異なる方向から撮像対象を観察した場合を示す図

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

1 0 1 探索範囲設定手段

1 0 2 照明手段

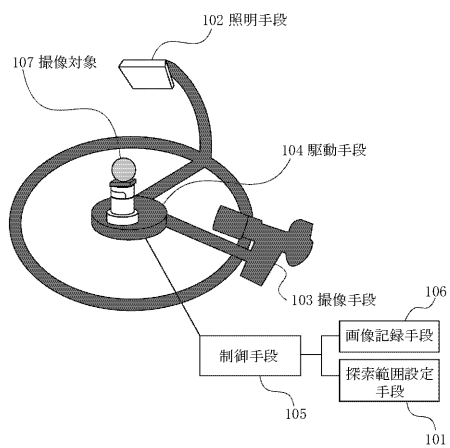
1 0 3 撮像手段

1 0 4 駆動手段

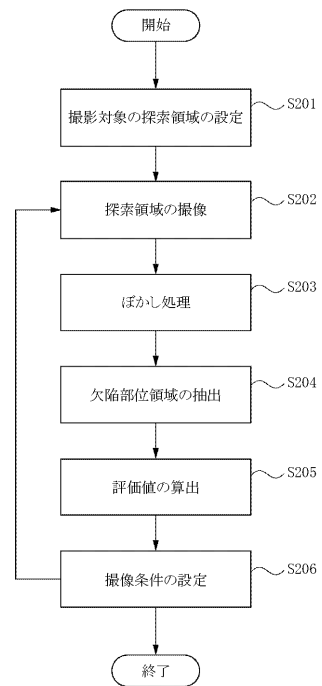
50

- 105 制御手段
- 106 画像記録手段
- 107 撮像対象

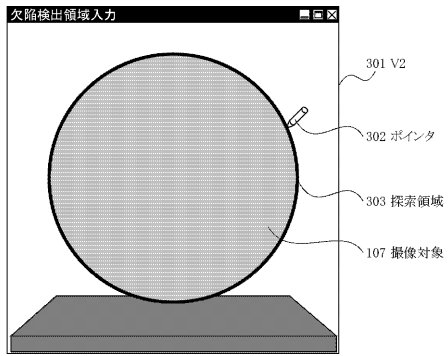
【図1】



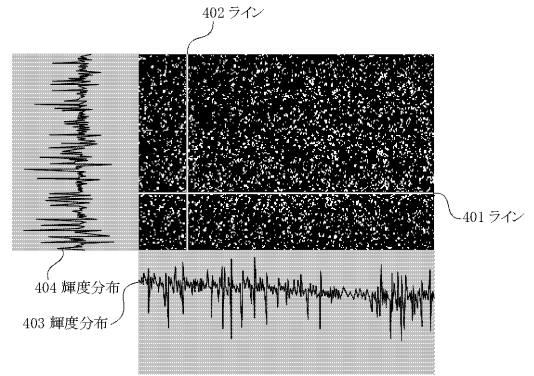
【図2】



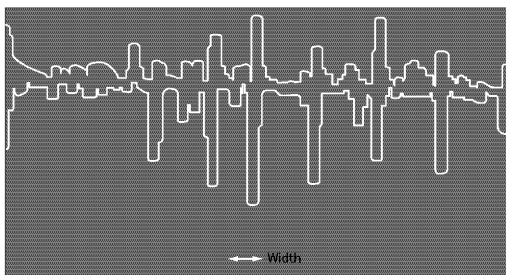
【 図 3 】



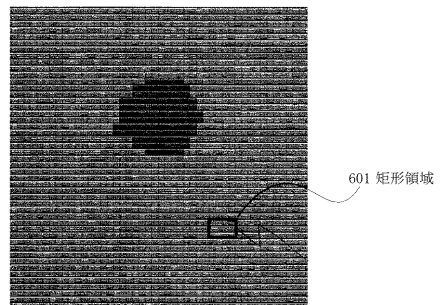
【 図 4 】



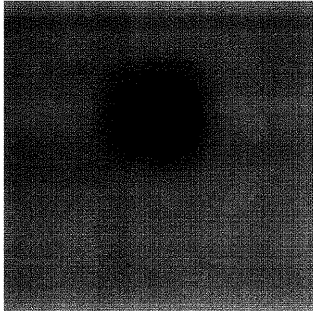
【 図 5 】



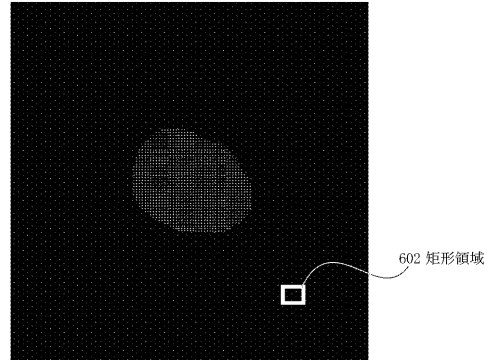
【 図 6 】



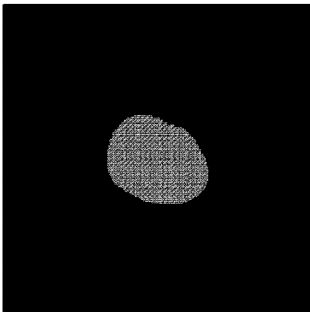
【 図 7 】



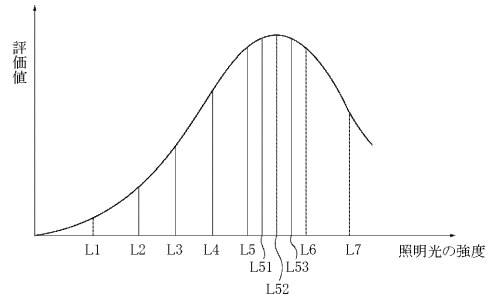
【 図 8 】



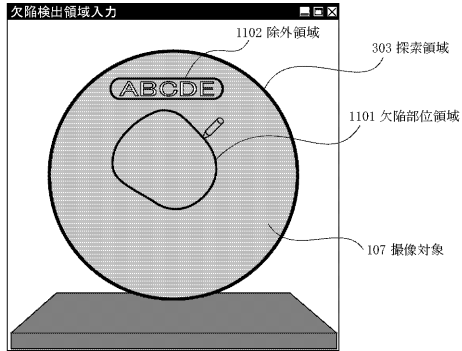
【 図 9 】



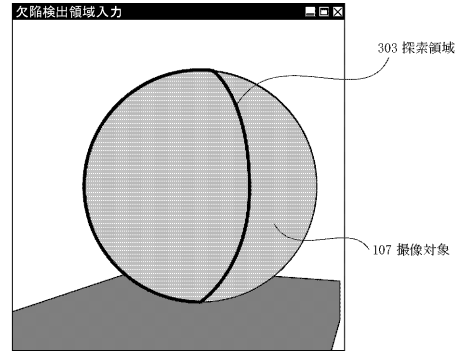
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

