

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-114175

(P2015-114175A)

(43) 公開日 平成27年6月22日 (2015.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/892 (2006.01)	GO 1 N 21/892	Z 2 F 0 6 5
GO 1 N 21/84 (2006.01)	GO 1 N 21/84	E 2 G 0 5 1
GO 1 B 11/25 (2006.01)	GO 1 B 11/25	H

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-255455 (P2013-255455)	(71) 出願人	000006932 リコーエレメックス株式会社 愛知県岡崎市井田町字三丁目69番地
(22) 出願日	平成25年12月10日 (2013.12.10)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	山内 雅人 愛知県岡崎市井田町字三丁目69番地 リコーエレメックス株式会社内
		(72) 発明者	関根 良浩 愛知県岡崎市井田町字三丁目69番地 リコーエレメックス株式会社内

最終頁に続く

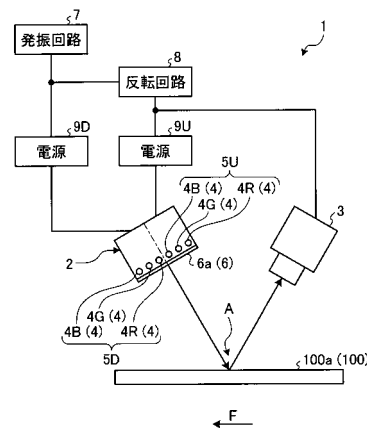
(54) 【発明の名称】 検査装置および検査方法

(57) 【要約】

【課題】一例として、検査面の形状不良を検出しやすい新規な検査装置を得る。

【解決手段】実施形態の検査装置1は、照明装置2と、撮像装置3と、検出部と、を備えている。照明装置2は、三つ以上の光源4のうち三つ以上の光源4の並び方向で一端に位置する光源4の光の照射領域と、三つ以上の光源4のうち三つ以上の光源4の並び方向で他端に位置する光源4の光の照射領域と、に亘って二つ以上の光源4の光の照射領域が相互に重なる。撮像装置3は、照明装置2とともに検査面100aに対して相対移動されながら、照明装置2によって照明された検査面100aを撮像する。検出部は、撮像装置3の撮像によって得られた画像から特定される撮像装置3が受光した光の組み合わせを用いて、撮像装置3が受光した光の出射位置を特定し、特定した出射位置を用いて検査面100aの形状不良を検出する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

三つ以上の光源を有し、検査面に対して相対移動されながら前記三つ以上の光源によって前記検査面を照明し、前記三つ以上の光源が前記相対移動方向で相互に異なる位置に位置し、隣り合う前記光源が射出する光の波長が相互に異なり、隣り合う前記光源の光の照射領域の一部が相互に重なることで、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で一端に位置する前記光源の光の照射領域と、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で他端に位置する前記光源の光の照射領域と、に亘って二つ以上の前記光源の光の照射領域が相互に重なった、照明装置と、

前記照明装置とともに前記検査面に対して相対移動されながら、前記照明装置によって照明された前記検査面を撮像する撮像装置と、

前記撮像装置の撮像によって得られた画像から特定される前記撮像装置が受光した光の組み合わせを用いて、前記撮像装置が受光した光の射出位置を特定し、特定した前記射出位置を用いて前記検査面の不良を検出する検出部と、

を備えた検査装置。

**【請求項 2】**

前記検出部は、前記撮像装置が受光した光の組み合わせと前記受光した光の輝度値とを用いて、前記撮像装置に入射した光の前記照明装置における射出位置を、前記撮像装置の撮像によって得られた画像の規定の領域ごとに算出し、算出した前記規定の領域ごとの前記照明装置における光の射出位置を用いて、前記検査面の形状不良を検出する、請求項 1 に記載の検査装置。

**【請求項 3】**

前記照明装置は、射出する光の波長が相互に異なる三種類以上の前記光源を有した請求項 1 または 2 に記載の検査装置。

**【請求項 4】**

前記照明装置は、四つ以上の前記光源を有し、

前記四つ以上の光源は、射出する光の波長が相互に異なる複数の前記光源をそれぞれ有し相互に隣り合って位置した二つの光源部を構成し、

前記検出部は、前記二つの光源部を交互に点灯させて、一方の前記光源部が点灯している際に前記撮像装置によって撮像された前記検査面の画像と、他方の前記光源部が点灯している際に前記撮像装置によって撮像された画像と、を用いて、前記検査面の形状不良を検出する請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の検査装置。

**【請求項 5】**

前記二つの光源部は、前記光源の種類組み合わせと前記光源の並び順とが相互に同じである請求項 4 に記載の検査装置。

**【請求項 6】**

前記照明装置は、前記光源における光の射出側に位置し前記光源から射出された光を拡散する拡散板を有した請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の検査装置。

**【請求項 7】**

三つ以上の光源を有し、検査面に対して相対移動されながら前記三つ以上の光源によって前記検査面を照明し、前記三つ以上の光源が前記相対移動方向で相互に異なる位置に位置し、隣り合う前記光源が射出する光の波長が相互に異なり、隣り合う前記光源の光の照射領域の一部が相互に重なることで、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で一端に位置する前記光源の光の照射領域と、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で他端に位置する前記光源の光の照射領域と、に亘って二つ以上の前記光源の光の照射領域が相互に重なった、照明装置を備えた検査装置において実行される検査方法であって、

撮像装置が、前記照明装置とともに前記検査面に対して相対移動されながら、前記照明装置によって照明された前記検査面を撮像する工程と、

検出部が、前記撮像装置の撮像によって得られた画像から特定される前記撮像装置が受

10

20

30

40

50

光した光の組み合わせを用いて、前記撮像装置が受光した光の出射位置を特定し、特定した前記出射位置を用いて前記検査面の不良を検出する工程と、

を含む検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検査装置および検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光を照射した検査面を撮像し、撮像で得た画像に基づいて該検査面の形状不良を検出する検査装置が知られている。

10

【0003】

この種の検査装置として、例えば、RGBの幅がそれぞれ異なる明暗パターンを作成し、各波長の画像に周波数フィルタを適用し、所定の周波数とは異なる周期で明暗パターンが変化している部分を強調し、閾値を用いて不良を検出するものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-226814号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この種の検査装置では、検査面の不良を検出しやすい新規な構成が望まれている。

【0006】

そこで、本発明は、一例としては、検査面の形状不良を検出しやすい新規な検査装置および検査方法を得ることを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施形態にかかる検査装置は、三つ以上の光源を有し、検査面に対して相対移動されながら前記三つ以上の光源によって前記検査面を照明し、前記三つ以上の光源が前記相対移動方向で相互に異なる位置に位置し、隣り合う前記光源が出射する光の波長が相互に異なり、隣り合う前記光源の光の照射領域の一部が相互に重なることで、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で一端に位置する前記光源の光の照射領域と、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で他端に位置する前記光源の光の照射領域と、に亘って二つ以上の前記光源の光の照射領域が相互に重なった、照明装置と、前記照明装置とともに前記検査面に対して相対移動されながら、前記照明装置によって照明された前記検査面を撮像する撮像装置と、前記撮像装置の撮像によって得られた画像から特定される前記撮像装置が受光した光の組み合わせを用いて、前記撮像装置が受光した光の出射位置を特定し、特定した前記出射位置を用いて前記検査面の不良を検出する検出部と、を備えた。

30

40

【0008】

また、本発明の実施形態にかかる検査方法は、三つ以上の光源を有し、検査面に対して相対移動されながら前記三つ以上の光源によって前記検査面を照明し、前記三つ以上の光源が前記相対移動方向で相互に異なる位置に位置し、隣り合う前記光源が出射する光の波長が相互に異なり、隣り合う前記光源の光の照射領域の一部が相互に重なることで、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で一端に位置する前記光源の光の照射領域と、前記三つ以上の光源のうち前記三つ以上の光源の並び方向で他端に位置する前記光源の光の照射領域と、に亘って二つ以上の前記光源の光の照射領域が相互に重なった、照明装置を備えた検査装置において実行される検査方法であって、撮像装置が、前記照明装置とともに前記検査面に対して相対移動されながら、前記照明装置によって照明され

50

た前記検査面を撮像する工程と、検出部が、前記撮像装置の撮像によって得られた画像から特定される前記撮像装置が受光した光の組み合わせを用いて、前記撮像装置が受光した光の出射位置を特定し、特定した前記出射位置を用いて前記検査面の不良を検出する工程と、を含む。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、一例として、検査面の形状不良を検出しやすい新規な検査装置および検査方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、実施形態にかかる検査装置の一例を示す模式図である。

【図2】図2は、実施形態にかかる検査装置が備える照明装置の一例を示す模式図である。

【図3】図3は、実施形態にかかる検査装置が備える照明装置の拡散板での照度分布の一例を示すグラフである。

【図4】図4は、実施形態にかかる検査装置が備える撮像装置の撮像方向の変化の一例を説明するための説明図である。

【図5】図5は、実施形態にかかる検査装置が備える発振回路および反転回路の出力の一例を示すタイミングチャートである。

【図6】図6は、実施形態にかかる検査装置が取得する画像の一例を説明するための説明図である。

【図7】図7は、実施形態にかかる検査装置の一例を示すブロック図である。

【図8】図8は、実施形態にかかる検査装置に記憶された出射位置特定用情報の一例を説明するための説明図である。

【図9】図9は、実施形態にかかる検査装置が備える制御部が実行する光の出射位置の特定方法の一例を説明するための説明図である。

【図10】図10は、実施形態にかかる検査装置が備える制御部が実行する表面形状検査処理の一例の流れを示すフローチャートである。

【図11】図11は、比較例にかかる検査装置が備える照明装置の一例を示す模式図である。

【図12】図12は、比較例にかかる検査装置が備える照明装置における拡散板での照度分布の一例を示すグラフである。

【図13】図13は、比較例にかかる検査装置が備える撮像装置の基準撮像方向に対応した拡散板の出光面での基準位置が、照度分布線の頂部に位置した場合の輝度変化量の一例を説明するための説明図である。

【図14】図14は、比較例にかかる検査装置が備える撮像装置の基準撮像方向に対応した拡散板の出光面での基準位置が、照度分布線の頂部以外の場合の輝度変化量の一例を説明するための説明図である。

【図15】図15は、実施形態にかかる検査装置が備える撮像装置の基準撮像方向に対応した拡散板の出光面での基準位置が、照度分布線の頂部に位置した場合の輝度変化量の一例を説明するための説明図である。

【図16】図16は、実施形態にかかる検査装置が備える撮像装置の基準撮像方向に対応した拡散板の出光面での基準位置が、照度分布線の頂部以外の場合の輝度変化量の一例を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1に示すように、本実施形態の検査装置1は、照明装置2と撮像装置3とを備えている。照明装置2と撮像装置3とは、移動装置30(図7)によって、検査対象である検査物100の検査面100aに対して相対移動される。検査装置1は、照明装置2によって光を照射した検査面100aの画像を撮像装置3によって撮像し、その撮像によって得ら

10

20

30

40

50

れた画像を用いて、検査面 100a の形状不良を検出する。本実施形態では、一例として、照明装置 2 が、検査面 100a に対する照明装置 2 および撮像装置 3 の移動方向 F で、撮像装置 3 の前方に位置している。

#### 【0012】

移動装置 30 は、一例として、照明装置 2 と撮像装置 3 とを一体に支持している。移動装置 30 は、一例として、モータ等の駆動源を有しており、駆動源の駆動力によって、照明装置 2 と撮像装置 3 とを、位置固定された検査面 100a に沿って移動させる。なお、移動装置 30 は、検査物 100 を支持して、検査物 100 を、位置固定された照明装置 2 と撮像装置 3 とに対して移動させる構成であってもよい。

#### 【0013】

照明装置 2 は、複数の光源 4 を有し、検査面 100a に対して相対移動されながらそれらの光源 4 によって検査面 100a を照明する。本実施形態では、一例として、光源 4 は、六つ設けられている。つまり、本実施形態では、光源 4 は、三つ（四つ）以上設けられている。各光源 4 は、移動方向 F（相対移動方向）で相互に異なる位置に位置している。各光源 4 は、移動方向 F と交差（一例として直交）する方向（図 1 での紙面と直交する方向）に延在した帯状（ライン状）の光を照射する。各光源 4 は、一例として、照明装置 2 の移動方向 F と直交する方向に沿って配置された複数の LED（Light Emitting Diode）を有し、移動方向 F と直交する方向に延在した帯状（ライン状）の照明光を出射する。また、本実施形態では、照明装置 2 は、光源 4 として、出射する光の波長（波長域）が相互に異なる三種類以上、一例として三種類の光源 4R、4G、4B を有している。光源 4R は、赤色（R）の光を出射し、光源 4G は、緑色（G）の光を出射し、光源 4B は、青色（B）の光を出射する。

#### 【0014】

また、本実施形態では、光源 4R、4G、4B の組が二組設けられており、一方の組の、光源 4R、光源 4G、光源 4B、他方の組の、光源 4R、光源 4G、光源 4B が、この順で移動方向 F の上流側から下流側に向けて配置されている。つまり、本実施形態では、隣り合う光源 4 が出射する光の波長が相互に異なる。また、一方の組の光源 4R、4G、4B は、光源部 5U を構成し、他方の組の光源 4R、4G、4B は、光源部 5D を構成している。このように、本実施形態では、四つ以上（一例として、六つ）の光源 4 が、出射する光の波長が相互に異なる複数（一例として三つ）の光源 4R、4G、4B をそれぞれ有し相互に隣り合って位置した二つの光源部 5D、5U を構成している。また、二つの光源部 5D、5U は、光源 4 の種類の組み合わせと光源 4 の並び順とが相互に同じである。なお、本実施形態では、出射する光の波長が相互に異なる複数の光源 4 として、三つの光源 4R、4G、4B の例を示したが、出射する光の波長が相互に異なる光源 4 は、例えば四つ以上であってもよい。

#### 【0015】

また、本実施形態では、照明装置 2 は、一例として、拡散板 6 を有している。拡散板 6 は、光源 4 における光の出射側に位置し、各光源 4 と対向している。拡散板 6 は、光源 4 とは反対側の出光面 6a（面）を有している、光源から出射された光は、拡散板 6 によって拡散されて出光面 6a から出光し、検査面 100a を照明する。拡散板 6 の出光面 6a は、照明装置 2 の出光面を構成する。

#### 【0016】

以上の構成の照明装置 2 では、図 2 に示すように、拡散板 6 の出光面 6a 上において、隣り合う光源 4 の光の照射領域 T1（出光領域、領域）の一部が相互に重なる。この重なりによって、照明装置 2 は、拡散板 6 の出光面 6a 上において、複数の光源 4 のうち複数の光源 4 の並び方向 B で一端に位置する光源 4（一例として、光源部 5U の光源 4R）の光の照射領域 T1 と、複数の光源 4 のうち複数の光源 4 の並び方向 B で他端に位置する光源 4（一例として、光源部 5D の光源 4B）の光の照射領域 T1 と、に亘って二つ以上の光源 4 の光の照射領域 T1 が相互に重なった、重複領域 T2 を有する。かかる構成により、本実施形態では、全ての光源 4 が点灯した場合の拡散板 6 の出光面 6a 上における光の

10

20

30

40

50

照度分布（配光特性）は、一例として、図3に示すようになる。ここで、図3の横軸は、出光面6a上での位置を示し、縦軸は、照度を示している。また、図3中の照度分布線L1～L3は、光源部5Dの光源4B、光源4G、光源4Rに対応し、照度分布線L4～L6は、光源部5Uの光源4B、光源4G、光源4Rに対応している。出光面6a上での位置は、複数の光源4の並び方向B（図2）での位置である。図3に示すように、各光源4の照度は、光源4の山形状の分布となり、重複領域T2に対応した出光面6aの領域では、少なくとも隣り合う光源4から出射された光の一部同士が重なる。このとき、山形状の照度分布の頂部となる光の部位同士は重ならない。以上から分かるように、照明装置2は、光源4が出射する光を拡散板6で拡散してエリア照明光として出射するエリア照明装置として構成されている。

10

## 【0017】

図1に一例を示す撮像装置3は、照明装置2とともに検査面100aに対して相対移動されながら、照明装置2によって照明された検査面100aを撮像する。撮像装置3は、照明装置2とともに検査面100aに対して相対移動されながら、一例として、照明装置2から出射された光の検査面100aでの反射光を受光する。撮像装置3は、一例として、検査面100aでの正反射光を受光する。撮像装置3は、一例として、ラインカメラ（ラインセンサ）として構成されている。撮像装置3は、検査面100aとの相対移動方向と直交する方向であって光源4の帯状の照明光の延在方向に沿って一列に配置された複数の光電変換素子（撮像素子、図示せず）を有している。すなわち、撮像装置3は、検査面100aとの相対移動方向と直交する方向に沿った線状の画像（画像データ、撮像データ）を取得する。各撮像素子では、例えば256階調で輝度値のデータが取得される。撮像装置3は、一例として、各撮像素子について複数（例えば、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の三つ）の画像データを取得可能である。

20

## 【0018】

撮像装置3は、図1, 4に示すように、検査面100aに向かう撮像方向D1（撮像装置3の光軸、視線、図4）に位置する検査面100aの撮像領域Aを撮像する。この場合、本実施形態では、撮像装置3は、照明装置2から出射され検査面100aで正反射した光（正反射光）を受光する。つまり、本実施形態では、撮像装置3の検査面100aを介しての撮像方向D2（視線、図4）は、検査面100aの法線に対する、撮像装置3の検査面100aに向かう撮像方向D1と等角をなす方向である。

30

## 【0019】

撮像装置3の検査面100aを介しての撮像方向D2は、一例として、図4に示すように、検査面100aの形状に応じて変化する。図4は、検査面100aに形状不良としての凸部100bがある検査面100aに対する検査装置1の変位を（a）～（e）に順を追って示している。

## 【0020】

図4の（a）は、撮像領域Aが、移動方向Fで凸部100bの上流側（後方）に位置する検査面100aの平坦な領域（正常部分）に位置し、撮像方向D2が、出光面6aの部位6a1に向かう方向となった場合を示している。

40

## 【0021】

図4の（b）は、撮像領域Aが、移動方向Fに対する上り斜面（上り勾配）を構成する凸部100bの領域中に位置し、撮像方向D2が、出光面6aにおける部位6a1よりも移動方向Fの上流側の部位6a2に向かう方向となった場合を示している。

## 【0022】

図4の（c）は、撮像領域Aが、移動方向Fに対して上り斜面（上り勾配）を構成する凸部100bの領域において、図4の（b）よりも急勾配な部位に位置し、撮像方向D2が、出光面6aから移動方向Fの上流側に外れた方向となった場合を示している。

## 【0023】

図4の（d）は、撮像領域Aが、移動方向Fに対して下り斜面（下り勾配）を構成する

50

凸部 100b の領域中に位置し、撮像方向 D2 が、出光面 6a から移動方向 F の下流側（前方）に外れた方向となった場合を示している。

【0024】

図 4 の (e) は、撮像領域 A が、移動方向 F に対して下り斜面（下り勾配）を構成する凸部 100b の領域において図 4 の (d) よりも緩勾配な位置に位置し、撮像方向 D2 が、出光面 6a における部位 6a1 よりも移動方向 F の下流側の部位 6a3 に向かう方向となった場合を示している。

【0025】

図 4 の (f) は、撮像領域 A が、移動方向 F で凸部 100b の下流側に位置する検査面 100a の平坦な領域（正常部分）に位置し、撮像方向 D2 が、出光面 6a の部位 6a1 に向かう方向に戻った場合を示している。

【0026】

撮像装置 3 が撮像する画像 IL は、撮像方向 D2 に存在する光を受けた画像となる。したがって、一例として、撮像方向 D2 に出光面 6a がある場合には、その撮像方向 D2 に対応する出光面 6a 上の領域から出光して検査面 100a で正反射した光が撮像され、撮像方向 D2 が出光面 6a から外れている場合には、出光面 6a から出光して検査面 100a で正反射した光は撮像されない。つまり、本実施形態では、検査面 100a に凸状や凹状の形状不良があると、撮像装置 3 が撮像（受光）する光の組み合わせが変化することとなる。図 4 の (a) の場合に撮像される画像 IL では、赤色の輝度値と青色の輝度値とが、所定の値以上となり且つ緑色の輝度値よりも高くなる。また、図 4 の (b) の場合に撮像される画像 IL では、赤色の輝度値と緑色の輝度値とが、所定の値以上となり且つ青色の輝度値よりも高くなる。また、図 4 の (c) , (d) の場合に撮像される画像 IL では、赤色、緑色および青色の輝度値が、それぞれ所定の値未満となる。また、図 4 の (e) の場合に撮像される画像 IL では、青色の輝度値が、所定の値以上となり且つ赤色の輝度値および緑色の輝度値よりも高くなる。また、図 4 の (f) の場合に撮像される画像 IL では、赤色の輝度値と青色の輝度値とが、所定の値以上となり且つ緑色の輝度値よりも高くなる。

【0027】

また、本実施形態では、一例として、図 1 に示すように、検査装置 1 は、発振回路 7 と、発振回路 7 に接続された反転回路 8 と、発振回路 7 と光源部 5D との間に介在した電源 9D と、反転回路 8 と光源部 5U との間に介在した電源 9U と、を備えている。また、反転回路 8 には、撮像装置 3 が接続されている。図 5 に示すように、発振回路 7 が出力する信号は、基準クロック信号であり、反転回路 8 が出力する信号は、基準クロック信号の反転信号である。電源 9D は、発振回路 7 から出力された基準クロック信号に基づいて光源部 5D への電力の供給および停止を切り替え、電源 9U は、反転回路 8 から出力された反転信号に基づいて光源部 5U への電力の供給および停止を切り替える。また、撮像装置 3 は、反転回路 8 から出力された反転信号に基づいて撮像を行う。

【0028】

上記構成により、本実施形態では、光源部 5D , 5U による検査面 100a への光の照射は、交互に行われる。すなわち、光源部 5D が照明しているときは、光源部 5U による照明は行われない。また、光源部 5U が照明しているときは、光源部 5D による照明は行われない。そして、撮像装置 3 による撮像（画像の取得）と、光源部 5D , 5U による検査面 100a への光の照射（一例として、光源部 5D , 5U の発光の切り替え）とが同期されている。すなわち、本実施形態では、一例として、図 6 に示されるように、撮像装置 3 は、光源部 5D からの光で照らされている際の検査面 100a の一次元の画像 IL1（第一画像、線状画像、画像データ）と、光源部 5U からの光で照らされている際の検査物 100 の一次元の画像 IL2（第二画像、線状画像、画像データ）とを、交互に所定回数ずつ撮像して画像 I（画像データ）を取得する。制御部 20（図 7 参照）は、光源部 5D からの光で照らされている際の検査物 100 の画像 IL1 を取得した順に並べて二次元の画像 IA1（第一画像、画像データ、二次元に配列された輝度値のデータ群）を得ること

ができるとともに、光源部 5 U からの光で照らされている際の検査物 1 0 0 の画像 I L 2 を所定期間内で取得した順に並べて二次元の画像 I A 2 (第二画像、画像データ、二次元に配列された輝度値のデータ群)を得ることができる。また、制御部 2 0 は、画像 I A 1 を R G B 分解して、赤色 ( R ) 成分に対応する画像 I R 1 と、緑色 ( G ) 成分に対応する画像 I G 1 と、青色 ( B ) 成分に対応する画像 I B 1 と、を取得することができる。また、制御部 2 0 は、画像 I A 2 を R G B 分解して、赤色 ( R ) 成分に対応する画像 I R 2 と、緑色 ( G ) 成分に対応する画像 I G 2 と、青色 ( B ) 成分に対応する画像 I B 2 と、を取得することができる。更に、制御部 2 0 は、画像 I A 1 と画像 I A 2 とを合成して画像 I C を取得することができる。ここで、光源部 5 D , 5 U による照明の切り替えの周波数、すなわち撮像装置 3 によるライン毎の撮像の周波数は、比較的高い値に設定される。よって、画像 I A 1 , I A 2 は、検査面 1 0 0 a の略同一部位の画像とみなして、画像 I A 1 と画像 I A 2 とが合成される。詳細には、画像 I A 1 の N 行目 ( N は整数 ) の画像 I L 1 と、画像 I A 2 の N 行目の画像 I L 2 とが合成される。本実施形態では、以上により得られた各画像 I R 1 , I G 1 , I B 1 , I R 2 , I G 2 , I B 2 , I C は、検査面 1 0 0 a の同一部位の画像として処理される。以上から分かるように、本実施形態では、撮像装置 3 の各ラインの撮像では、同じ波長の光源 4 同士の照明光が混在しないように、相互に異なる波長の光源 4 が点灯する。

10

#### 【 0 0 2 9 】

また、本実施形態では、一例として、図 7 に示すように、検査装置 1 は、制御部 2 0 (例えば C P U (Central Processing Unit) 等) や、R O M 2 1 (Read Only Memory)、R A M 2 2 (Random Access Memory)、S S D 2 3 (Solid State Drive)、光照射コントローラ 2 4、撮像コントローラ 2 5、移動コントローラ 2 6、表示コントローラ 2 7 等を備えている。光照射コントローラ 2 4 は、制御部 2 0 からの制御信号に基づいて、照明装置 2 の発光等を制御する。撮像コントローラ 2 5 は、制御部 2 0 からの制御信号に基づいて、撮像装置 3 による撮像を制御する。本実施形態では、一例として、光照射コントローラ 2 4 は、発振回路 7、反転回路 8、電源 9 D , 9 U を含んで構成され、撮像コントローラ 2 5 は、反転回路 8 を含んで構成されている。また、移動コントローラ 2 6 は、制御部 2 0 から受けた制御信号に基づいて、移動装置 3 0 を制御し、照明装置 2 および撮像装置 3 の移動 (開始、停止、速度等) を制御する。表示コントローラ 2 7 は、制御部 2 0 からの制御信号に基づいて、表示装置 4 0 (例えば、L C D (Liquid Crystal Display)、O E L D (Organic Electro-Luminescence Display) 等) を制御する。つまり、制御部 2 0 は、光照射コントローラ 2 4、撮像コントローラ 2 5、移動コントローラ 2 6、表示コントローラ 2 7 を介して、照明装置 2、撮像装置 3、移動装置 3 0、表示装置 4 0 を制御する。

20

30

#### 【 0 0 3 0 】

また、制御部 2 0 は、不揮発性の記憶部としての R O M 2 1 や S S D 2 3 等にインストールされたプログラム (アプリケーション) を読み出して実行する。R A M 2 2 は、制御部 2 0 がプログラムを実行して種々の演算処理を実行する際に用いられる各種データを一時的に記憶する。なお、図 7 に示されるハードウェアの構成はあくまで一例であって、例えばチップやパッケージにする等、種々に変形して実施することが可能である。また、各種演算処理は、並列処理することが可能であり、制御部 2 0 等は、並列処理が可能なハードウェア構成とすることが可能である。

40

#### 【 0 0 3 1 】

本実施形態では、一例として、S S D 2 3 (記憶部) は、出射位置特定用情報を記憶している。出射位置特定用情報は、撮像装置 3 が受光する光の組み合わせと、複数の光源 4 の並び方向 B (図 2 参照) に規定された照明装置 2 による光の出射位置に対応した位置座標との関係を示す情報を含む。

#### 【 0 0 3 2 】

以下に、図 8 を参照して出射位置特定用情報について説明する。まず、本実施形態では、一例として、各光源 4 にチャンネル c h (チャンネル番号) が割り当てられている。光

50

源部 5 D の光源 4 B、光源 4 G、光源 4 R には、それぞれチャンネル c h 1、チャンネル c h 2、チャンネル c h 3 が割り当てられ、光源部 5 U の光源 4 B、光源 4 G、光源 4 R には、それぞれチャンネル c h 4、チャンネル c h 5、チャンネル c h 6 が割り当てられている。

【 0 0 3 3 】

図 8 の ( a ) に示すように、各チャンネル c h 1 ~ c h 6 ( すなわち、光源部 5 D の光源 4 B、光源 4 G、光源 4 R、光源部 5 U の光源 4 B、光源 4 G、光源 4 R ) に対応した拡散板 6 の出光面 6 a における照度分布を示す照度分布線 L 1 ~ L 6 同士は、交点 P 1 ~ P 9 で交わる。なお、図 8 の ( a ) は、図 3 と同様に、横軸が出光面 6 a 上での位置に対応した位置座標を示し、縦軸が照度を示している。交点 P 1 は、チャンネル c h 1 の照度分布線 L 1 とチャンネル c h 2 の照度分布線 L 2 との交点である。交点 P 2 は、チャンネル c h 1 の照度分布線 L 1 とチャンネル c h 3 の照度分布線 L 3 との交点である。交点 P 3 は、チャンネル c h 2 の照度分布線 L 2 とチャンネル c h 3 の照度分布線 L 3 との交点である。交点 P 4 は、チャンネル c h 2 の照度分布線 L 2 とチャンネル c h 4 の照度分布線 L 4 との交点である。交点 P 5 は、チャンネル c h 3 の照度分布線 L 3 とチャンネル c h 4 の照度分布線 L 4 との交点である。交点 P 6 は、チャンネル c h 3 の照度分布線 L 3 とチャンネル c h 5 の照度分布線 L 5 との交点である。交点 P 7 は、チャンネル c h 4 の照度分布線 L 4 とチャンネル c h 5 の照度分布線 L 5 との交点である。交点 P 8 は、チャンネル c h 4 の照度分布線 L 4 とチャンネル c h 6 の照度分布線 L 6 との交点である。交点 P 9 は、チャンネル c h 5 の照度分布線 L 5 とチャンネル c h 6 の照度分布線 L 6 との交点である。交点 P 1、P 3、P 5、P 7、P 9 は、上側交点であり、交点 P 2、P 4、P 6、P 8 は、下側交点であり、上側交点での照度よりも下側交点での照度の方が低くなっている。なお、以下では、交点 P 1 ~ P 9 を、n を整数として、P ( n ) と表す。また、本実施形態では、交点 P 1 ~ P 9 の座標位置は、それぞれ C 0 ~ C 9 と表される。なお、C 0 ~ C 9 を、n を整数として、C ( n ) と表す。

10

20

【 0 0 3 4 】

また、本実施形態では、交点 P 1 ~ 交点 P 8 の間の座標位置に規定の階調が割り当てられている。本実施形態では、一例として、交点 P 1 の座標位置 ( C 0 ) と交点 P 8 の座標位置 ( C 8 ) との間に 0 ~ 1 0 2 3 の階調が割り当てられている。また、各交点 P 1 ~ P 2 間の距離が階調数で算出されている。交点 P 1 と交点 P 2 との間の階調数 ( 距離 ) は、S T 1 で表され、交点 P 2 と交点 P 3 との間の階調数は、S T 2 で表され、交点 P 3 と交点 P 4 との間の階調数は、S T 3 で表され、交点 P 4 と交点 P 5 との間の階調数は、S T 4 で表され、交点 P 5 と交点 P 6 との間の階調数は、S T 5 で表され、交点 P 6 と交点 P 7 との間の階調数は、S T 6 で表され、交点 P 7 と交点 P 8 との間の階調数は、S T 7 で表され、交点 P 8 と交点 P 9 との間の階調数は、S T 8 で表される。なお、S T 1 ~ S T 8 を、n を整数として、S T ( n ) と表す。以上から、 $S T ( n ) = C ( n ) - C ( n - 1 )$  と表せる。

30

【 0 0 3 5 】

また、本実施形態では、下側交点 ( 交点 P 2、P 4、P 6、P 8 ) での照度に対する、該下側交点の座標位置での最大照度を示すチャンネル c h の照度の倍率 ( 比率、下側交点倍率 ) が算出されて、この倍率が最大倍率として規定されている。なお、図 8 等で最大倍率は、M m a x で表されている。また、上側交点 ( 交点 P 1、P 3、P 5、P 7、P 9 ) で照度分布線 L 1 ~ L 6 が交わるチャンネル c h 1 ~ c h 6 同士の倍率 ( 上側交点倍率 ) は、1 であり、この倍率が基準倍率として規定されている。そして、上側交点 ( 交点 P 2、P 4、P 6、P 8 ) での座標位置での基準倍率と下側交点での座標位置での最大倍率とを直線で結んだ倍率線 R ( 図 8 の ( b ) ) が取得されている。倍率線 R は、三角波状となっている。

40

【 0 0 3 6 】

また、本実施形態では、一例として、制御部 2 0 は、ハードウェアとソフトウェア ( プログラム ) との協働によって、検査装置 1 の少なくとも一部として機能 ( 動作 ) する。一

50

例として、制御部 20 は、検出部等として機能して、表面形状検査処理を実行する。

【0037】

制御部 20 は、一例として、照明装置 2 と撮像装置 3 とを検査面 100a に対して一定速度で相対移動させながら、二つの光源部 5D, 5U を交互に点灯させて、一方の光源部 5D が点灯している際に撮像装置 3 によって撮像された検査面 100a の画像 IL1 と、他方の光源部 5U が点灯している際に撮像装置 3 によって撮像された画像 IL2 と、を用いて、検査面 100a の形状不良を検出する。この際、本実施形態では、一例として、制御部 20 は、撮像装置 3 の撮像によって得られた画像 IL1, IL2 (画像 IR1, IG1, IB1, IR2, IG2, IB2, IC) から特定される撮像装置 3 が受光した光の組み合わせを用いて、撮像装置 3 が受光した光の出射位置を特定し、特定した出射位置を用いて検査面 100a の不良を検出する。詳細には、制御部 20 は、撮像装置 3 が受光した光の組み合わせと撮像装置 3 が受光した光の輝度値とを用いて、撮像装置 3 に入射した光の照明装置 2 における出射位置を、撮像装置 3 の撮像によって得られた画像 IR1, IG1, IB1, IR2, IG2, IB2, IC の画素 (規定の領域) ごとに算出し、算出した画素ごとの照明装置 2 における光の出射位置を用いて、検査面 100a の形状不良を検出する。

10

【0038】

詳細には、制御部 20 は、検査面 100a の形状不良を検出する際、一例として、図 9 に示すように、出射位置特定用情報を用いて光の出射位置を特定する。以下に、図 9 を参照して光の出射位置の特定方法の一例を説明する。

20

【0039】

制御部 20 は、画像 IR1, IG1, IB1, IR2, IG2, IB2 の同一 (共通) の画素 (画像 IC の各画素) ごとに、最大輝度値を示すチャンネル ch (光源 4) と、二番目に高い輝度値を示すチャンネル ch (光源 4) と、を特定する。一例として、画像 IR1, IG1, IB1, IR2, IG2, IB2 中のある同一の画素の中で、最大輝度値を示す画素が、画像 IB2 の画素 (青色 (B) の輝度) であり、二番目に高い輝度値を示す画素が、画像 IR1 の画素 (赤色 (R) の輝度) である場合について説明する。最大輝度値を示す画素が、画像 IB2 の画素 (青色 (B) の輝度) である場合、画像 IB2 は光源部 5U が照明しているときの画像であり、また、光源部 5U において青色 (B) の光を出射するのは光源 4B であるので、最大輝度値を示す光源 4 は光源部 5U であり、最大輝度値を示すチャンネル ch は、光源部 5U の光源 4B に対して割り当てられたチャンネル ch4 と特定される。一方、二番目に高い輝度値を示す画素が、画像 IR1 の画素 (赤色 (R) の輝度) である場合、画像 IR1 は光源部 5D が照明しているときの画像であり、また、光源部 5D において赤色 (R) の光を出射するのは光源 4R であるので、二番目に高い輝度値を示す光源 4 は光源部 5D の光源 4R であり、二番目に高い輝度値を示すチャンネル ch は、光源部 5D の光源 4R に対して割り当てられたチャンネル ch3 と特定される。ここで、本実施形態では、一例として、下側交点以上の照度の光に対応した輝度値がチャンネル ch の特定に使用され、下側交点未満の照度の光に対応した輝度値は、チャンネル ch の特定に使用されない。

30

【0040】

次に、制御部 20 は、特定した二つのチャンネル ch (一例として、チャンネル ch3, 4) に基づいて、加算座標位置を取得する。具体的には、図 9(a) のグラフにおける下側交点の照度以上の範囲で、特定した二つのチャンネル ch (一例として、チャンネル ch3, 4) の照度分布線 (一例として、L3, L4) が存在する領域であって、照度の組み合わせが、二つのチャンネル ch の輝度値の組み合わせと対応する、交点 (一例として、交点 P5 と交点 P6) 間の範囲を特定する。次に、特定した範囲を規定する交点 (一例として、交点 P5 と交点 P6) のうちで、座標位置が小さい値の交点 (一例として、交点 P5) の座標位置を、加算座標位置として取得する。なお、以後、加算座標位置を Ca とも表す。ここで、本実施形態では、ある画素の最大輝度値が二つある場合 (二つの輝度値が同じ場合) は、チャンネル ch の組み合わせは、上側交点を構成する二つのチャンネ

40

50

ル  $ch$  の組み合わせとなる。この場合、それらのチャンネル  $ch$  同士の交点の座標位置を加算座標位置としてよい。一例として、最大輝度値を示す二つのチャンネル  $ch$  が、チャンネル  $ch_3$  ,  $ch_4$  の場合、加算座標位置は、交点  $P_5$  の座標位置 ( $C_4$ ) となる。また、本実施形態では、ある画素の最大輝度値が一つで、二番目に大きな輝度値が二つある場合、チャンネル  $ch$  の組み合わせは、最大輝度値を示す一つのチャンネル  $ch$  と、下側交点を構成する二つのチャンネル  $ch$  との組み合わせとなる。この場合、二番目に大きな輝度値を示す二つチャンネル  $ch$  の交点 (下側交点) の座標位置を加算座標位置としてよい。一例として、二番目に大きな輝度値を示す二つのチャンネル  $ch$  が、チャンネル  $ch_3$  ,  $ch_5$  の場合、加算座標位置は、交点  $P_6$  の座標位置 ( $C_5$ ) となる。

#### 【0041】

次に、制御部 20 は、最大輝度値と二番目に高い輝度値との比を算出する。詳細には、制御部 20 は、二番目に高い輝度値に対する最大輝度値の倍率 (最大輝度値) / (二番目に高い輝度値) である輝度値倍率を取得する。

#### 【0042】

次に、制御部 20 は、出射位置特定用情報に含まれる最大倍率と、算出した輝度値倍率との比を用いて光の出射位置 (座標位置) を求める。具体的には、制御部 20 は、最大倍率に対する輝度値倍率の倍率である位置算出用倍率を用いる。このとき、最大倍率および輝度値倍率は、それぞれから「1」を減算した値を用いる。つまり、制御部 20 は、輝度値倍率を  $M_i$  で表すとともに、上述したように最大倍率を  $M_{max}$  で表した場合、 $(M_i - 1) / (M_{max} - 1)$  を位置算出用倍率として用いる。また、制御部 20 は、加算座標位置の交点 (一例として、 $C_4$ ) と、この交点の隣りの交点であって、交点の座標位置が加算座標位置よりも大きい交点 (一例として、 $C_5$ ) の座標位置との間の階調数 (一例として、 $ST_5$ ) を、算出用階調数 (算出用距離) として出射位置特定用情報から取得する。この場合、加算座標位置を  $C_a$ 、算出用階調数を  $ST_a$ 、求める座標位置を  $C_x$  とした場合、次式 (1) から位置座標が求まる。

$$C_x = C_a + ST_a \times (M_i - 1) / (M_{max} - 1) \quad \text{式 (1)}$$

制御部 20 は、式 (1) から座標位置を算出する。以上からわかるように、本実施形態では、制御部 20 は、画像  $IR_1$  ,  $IG_1$  ,  $IB_1$  ,  $IR_2$  ,  $IG_2$  ,  $IB_2$  (画像  $IC$ ) の情報 (輝度情報) を位置座標の座標位置に変換する。この座標位置が照明装置 2 における光の出射位置に対応する。

#### 【0043】

次に、制御部 20 は、周辺比較処理を行い、検査面 100a に形状不良があるか否かを判定する。制御部 20 は、一例として、画像  $IR_1$  ,  $IG_1$  ,  $IB_1$  ,  $IR_2$  ,  $IG_2$  ,  $IB_2$  (画像  $IC$ ) の規定の領域に対応する照明装置 2 における光の出射位置 (座標位置) が、該規定の領域の周辺領域に対応する照明装置 2 における光の出射位置 (または光の出射位置の平均) から、規定以上離れている場合、検査面 100a に形状不良があると判定する。上記規定の領域は、例えば、注目画素や注目画素領域 (複数の画素) である。規定の領域が複数の画素から構成される注目画素領域の場合、各画素の光の出射位置の平均を規定の領域の光の出射位置とすることができる。また、制御部 20 は、取得した各画素の光の出射位置 (座標位置) から凹凸の程度を認識し、閾値を用いて凹凸不良を検出することができる。以上のとおり、本実施形態では、制御部 20 は、各画素の色情報と輝度値とを用いて、形状不良を判定する。

#### 【0044】

本実施形態では、一例として、制御部 20 は、表面形状検査処理を図 10 に示す順序で実行する。制御部 20 は、照明装置 2 と撮像装置 3 とを検査面 100a に対して一定速度で相対移動させながら、照明装置 2 および撮像装置 3 を制御して、一次元の画像  $IL_1$  と画像  $IL_2$  とを交互に取得することで画像  $I$  を取得する (ステップ  $S_{11}$ )。次に、制御部 20 は、画像  $I$  を画像  $IA_1$  と画像  $IA_2$  とに分解する (ステップ  $S_{12}$ )。この際、制御部 20 は、上述したように画像  $IA_1$  と画像  $IA_2$  とを合成 (加算) して、画像  $IC$  を得ることができる。なお、画像  $IC$  は、画像  $IA_1$  および画像  $IA_2$  を経由して生成す

10

20

30

40

50

ることは必須ではなく、画像 I L 1 および画像 I L 2 から生成してもよい。

【 0 0 4 5 】

次に、制御部 2 0 は、画像 I A 1 を R G B 分解して、上述したように画像 I R 1 , I G 1 , I B 1 を取得し、画像 I A 2 を R G B 分解して、画像 I R 2 , I G 2 , I B 2 を取得する (ステップ S 1 3 )。

【 0 0 4 6 】

次に、制御部 2 0 は、位置座標変換処理を行う (ステップ S 1 4 )。位置座標変換処理では、制御部 2 0 は、画像を上述したように画像 I R 1 , I G 1 , I B 1 , I R 2 , I G 2 , I B 2 (画像 I C ) の各画素における輝度値を、位置座標の座標位置に変換する。

【 0 0 4 7 】

次に、制御部 2 0 は、ステップ S 1 4 で取得した座標位置に基づいて、上述した不良判定処理を行う (ステップ S 1 5 )。

【 0 0 4 8 】

次に、制御部 2 0 は、不良判定処理の結果を出力する (ステップ S 1 6 )。本実施形態では、一例として、制御部 2 0 は、不良判定処理の結果を表示装置 4 0 の表示画面に表示させる。

【 0 0 4 9 】

次に、比較例について説明する。図 1 1 に示すように、比較例の検査装置 1 0 0 0 は、検査装置 1 と同様に、照明装置 2 と、撮像装置 3 (図 1 1 では図示せず) と、を備えている。比較例の検査装置 1 0 0 0 が検査装置 1 と異なる点の一つは、図 1 2 に示すように、拡散板 6 の出光面 6 a 上において、複数の光源 4 のうち複数の光源 4 の並び方向 B で一端に位置する光源 4 (一例として、光源部 5 U の光源 4 R ) の光の照射領域 T 1 と、複数の光源 4 のうち複数の光源 4 の並び方向 B で他端に位置する光源 4 (一例として、光源部 5 U の光源 4 B ) の光の照射領域 T 1 と、の間に、照射領域 T 1 が重ならない領域が存在する点である。また、比較例の検査装置 1 0 0 0 は、受光した光の出射位置を取得せずに、受光した光の輝度値によって、検査面 1 0 0 a の形状不良を検出する点も検査装置 1 と異なる。

【 0 0 5 0 】

次に、撮像装置 3 の基準撮像方向の違いによる、形状不良を撮像する際に撮像装置 3 が受光する反射光の輝度値の変化の違いについて説明する。基準撮像方向は、撮像装置 3 が検査面 1 0 0 a の正常部分 (一例として、平面部分) を撮像しているときの検査面 1 0 0 a を介しての撮像装置 3 の撮像方向 D 2 であり、検査面 1 0 0 a に対する撮像装置 3 の向き (位置、初期位置) によって変化する。

【 0 0 5 1 】

比較例の検査装置 1 0 0 0 は、図 1 3 , 図 1 4 に示すように、基準撮像方向での出光面 6 a 上での位置である基準位置が、照度分布線 L 1 ~ L 6 のいずれか (図 1 3 , 1 4 の例では、照度分布線 L 5 ) の頂部 (中心位置) である場合 (図 1 3 ) と、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 の頂部以外の場合 (図 1 4 ) とでは、ある形状不良 (凹凸形状) を複数回かけて撮像したときに受光した光の輝度の変化量が異なるものとなる。具体的には、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 のいずれかの頂部である場合 (図 1 3 ) よりも、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 の頂部以外の場合 (図 1 4 ) の方が、輝度の変化量が大きくなる。なお、この傾向は、本実施形態の検査装置 1 においても、図 1 5 , 1 6 に示すように、比較例の検査装置 1 0 0 0 と同様である。

【 0 0 5 2 】

上記のように、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 のいずれかの頂部である場合と、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 の頂部以外の場合とでは、ある形状不良を複数回かけて撮像したときに受光した光の輝度の変化量が異なる。したがって、受光した光の出射位置を取得せずに、受光した光の輝度値だけによって、検査面 1 0 0 a の形状不良を検出する、比較例の検査装置 1 0 0 0 では、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 のいずれかの頂部である場合と、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 の頂部以外の場合とで、ある形状不良が異なる

10

20

30

40

50

不良レベルとして判定されてしまい、形状不良（不良レベル）の検出精度にばらつきが出てしまう。一方、本実施形態の検査装置 1 は、受光した光の出射位置を取得することにより、撮像装置 3 の光の出射位置の変化量（移動量）を算出できる。したがって、本実施形態の検査装置 1 では、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 のいずれかの頂部である場合と、基準位置が照度分布線 L 1 ~ L 6 の頂部以外の場合とで、ある形状不良を略同じ不良レベルのものと判定できるので、形状不良（不良レベル）の検出精度を基準位置によらずに安定して得ることができる。

#### 【0053】

以上説明したとおり、一例として、本実施形態の検査装置 1 は、照明装置 2 と、撮像装置 3 と、制御部 20 と、を備えている。照明装置 2 は、三つ以上（一例として、六つ）の光源 4 を有し、検査面 100a に対して相対移動されながら三つ以上の光源 4 によって検査面 100a を照明する。照明装置 2 では、三つ以上の光源 4 が相対移動方向で相互に異なる位置に位置している。照明装置 2 では、隣り合う光源 4 が出射する光の波長が相互に異なり、隣り合う光源 4 の光の照射領域の一部が相互に重なることで、三つ以上の光源 4 のうち三つ以上の光源 4 の並び方向 B で一端に位置する光源 4 の光の照射領域と、三つ以上の光源 4 のうち三つ以上の光源 4 の並び方向 B で他端に位置する光源 4 の光の照射領域と、に亘って二つ以上の光源 4 の光の照射領域が相互に重なる。撮像装置 3 は、照明装置 2 とともに検査面 100a に対して相対移動されながら、照明装置 2 によって照明された検査面 100a を撮像する。制御部 20 は、撮像装置 3 の撮像によって得られた画像から特定される撮像装置 3 が受光した光の組み合わせを用いて、撮像装置 3 が受光した光の出射位置を特定し、特定した出射位置を用いて検査面 100a の形状不良を検出する。したがって、本実施形態によれば、一例として、検査面 100a の形状不良を検出しやすい。

10

20

#### 【0054】

また、本実施形態では、一例として、制御部 20 は、撮像装置 3 が受光した光の組み合わせと撮像装置 3 が受光した光の輝度値とを用いて、撮像装置 3 に入射した光に対応する照明装置 2 における光の出射位置を、撮像装置 3 の撮像によって得られた画像の画素ごとに算出する。そして、制御部 20 は、算出した画素ごとの照明装置 2 における光の出射位置を用いて、検査面 100a の形状不良を検出する。したがって、本実施形態によれば、一例として、撮像装置 3 が受光した光の組み合わせと撮像装置 3 が受光した光の輝度値とを用いて、検査面 100a の形状不良を検出することができる。

30

#### 【0055】

また、本実施形態では、制御部 20 は、一例として、画像 IR1, IG1, IB1, IR2, IG2, IB2（画像 IC）の規定の領域に対応する照明装置 2 における光の出射位置（座標位置）が、該規定の領域の周辺領域に対応する照明装置 2 における光の出射位置（または光の出射位置の平均）から、規定以上離れている場合、検査面 100a に形状不良があると判定する。したがって、本実施形態によれば、一例として、光の出射位置を用いて、検査面 100a の形状不良を検出することができる。

#### 【0056】

また、本実施形態では、一例として、照明装置 2 は、四つ以上（一例として、六つ）の光源 4 を有し、四つ以上の光源 4 は、出射する光の波長が相互に異なる複数の光源 4 をそれぞれ有し相互に隣り合って位置した二つの光源部 5D, 5U を構成している。そして、制御部 20 は、二つの光源部 5D, 5U を交互に点灯させて、一方の光源部 5D が点灯している際に撮像装置 3 によって撮像された検査面 100a の画像と、他方の光源部 5U が点灯している際に撮像装置 3 によって撮像された画像と、を用いて、検査面 100a の形状不良を検出する。したがって、本実施形態によれば、一例として、光源 4 を一つずつ順に点灯させて各光源 4 ごとに撮像装置 3 による撮像を 1 回ずつ行う場合に比べて、撮像回数を少なくすることができるので、検査処理時間を短くしやすい。また、本実施形態によれば、一例として、各光源部 5U, 5D のそれぞれでは、複数の光源 4 による照明は同時であるので、それらの複数の光源 4 によって照明された検査面 100a を一度で撮像できるので、それらの光源 4 に対応する画像には位置ずれが生じない。なお、各光源部 5U, 5

40

50

D に対応する画像間には、厳密にはずれが生じるが、このずれは無視できる程度のものであり、且つ各光源 4 を一つずつ点灯させて、各光源 4 の点灯に対応させて撮像装置 3 による撮像を行った場合の全体のずれ量に比べて小さいものである。

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態では、一例として、二つの光源部 5 D , 5 U は、光源 4 の種類の組み合わせと光源 4 の並び順とが相互に同じである。したがって、本実施形態によれば、一利として、二つの光源部 5 D , 5 U を同一の構成とすることができる。

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の実施形態を例示したが、上記実施形態はあくまで一例である。実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、組み合わせ、変更を行うことができる。また、実施形態の構成や形状は、部分的に他の構成や形状と入れ替えて実施することも可能である。また、各構成や形状等のスペック（構造、種類、方向、角度、形状、大きさ、長さ、幅、厚さ、高さ、数、配置、位置、材質等）は、適宜に変更して実施することができる。

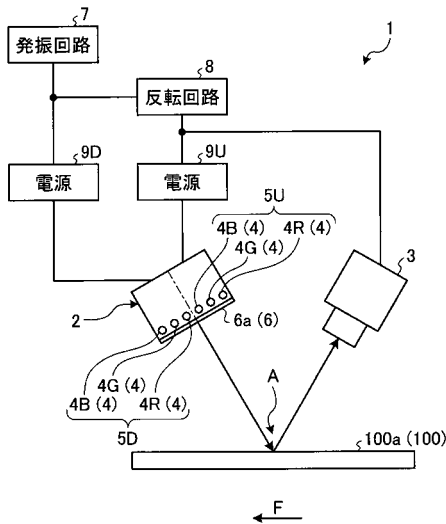
10

【 符号の説明 】

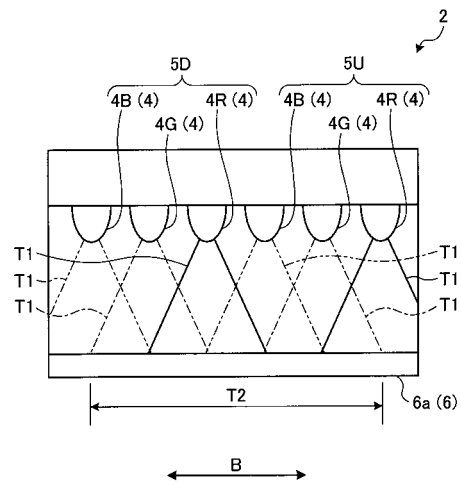
【 0 0 5 9 】

1 ... 検査装置、 2 ... 照明装置、 3 ... 撮像装置、 4 , 4 B , 4 G , 4 R ... 光源、 5 D , 5 U ... 光源部、 6 ... 拡散板、 2 0 ... 制御部（検出部）、 1 0 0 a ... 検査面、 T 1 ... 照射領域。

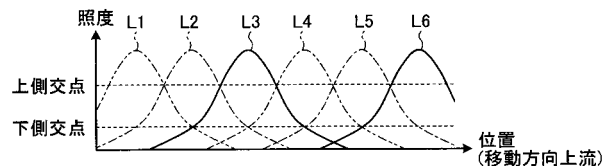
【 図 1 】



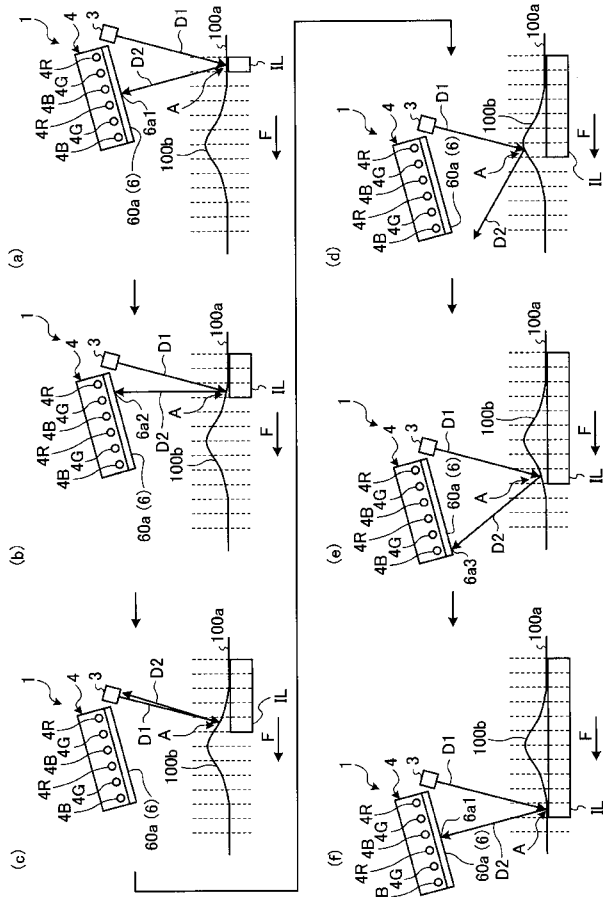
【 図 2 】



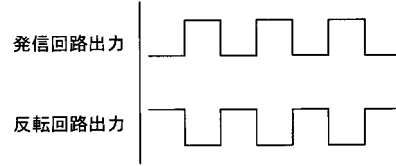
【 図 3 】



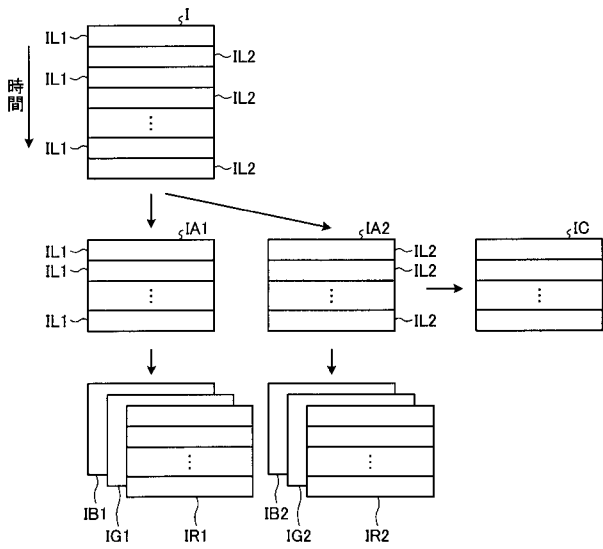
【図4】



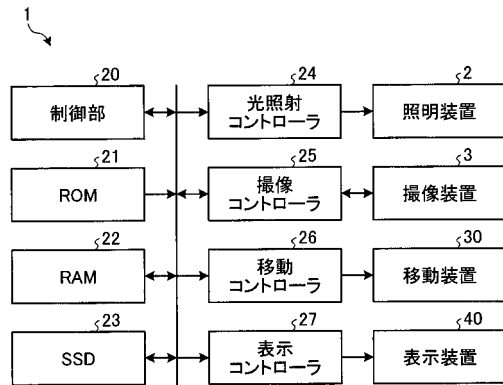
【図5】



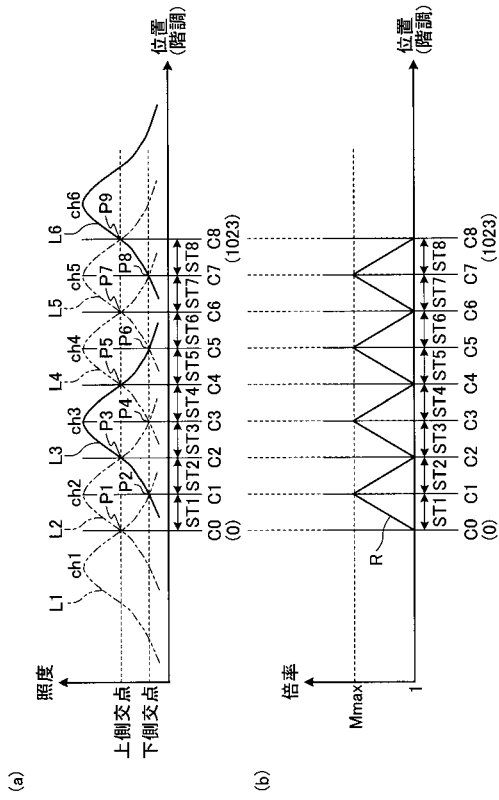
【図6】



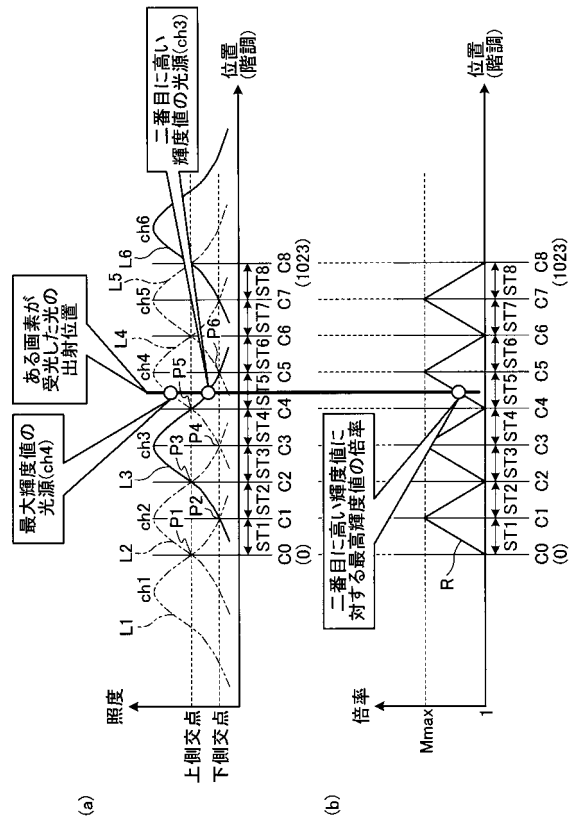
【図7】



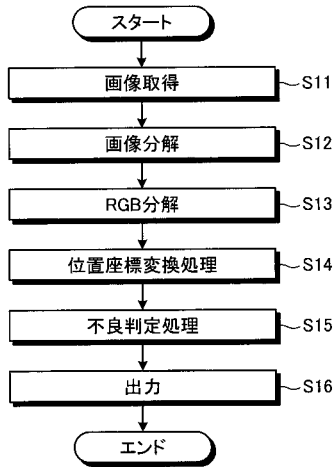
【 図 8 】



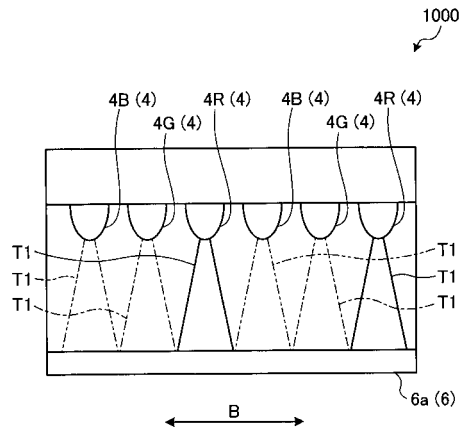
【 図 9 】



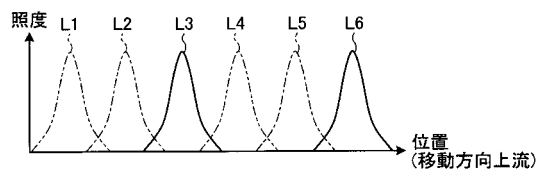
【 図 10 】



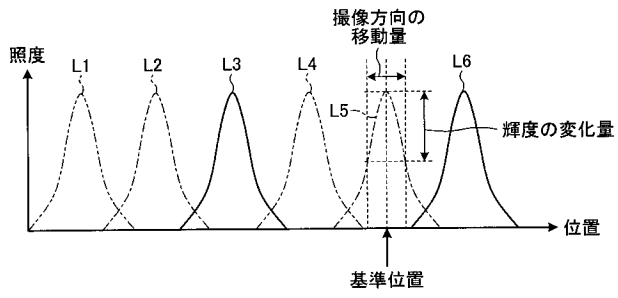
【 図 11 】



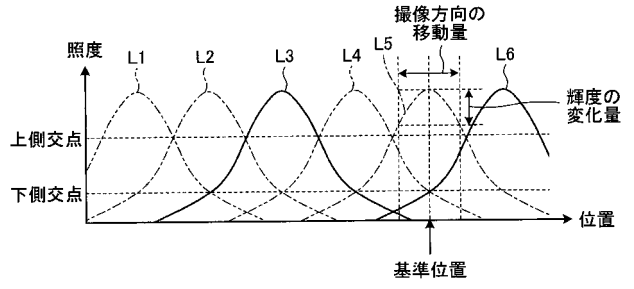
【 図 12 】



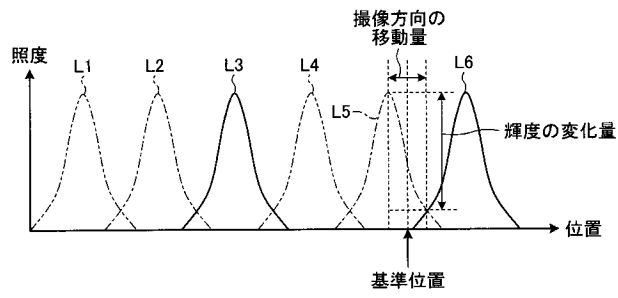
【図 1 3】



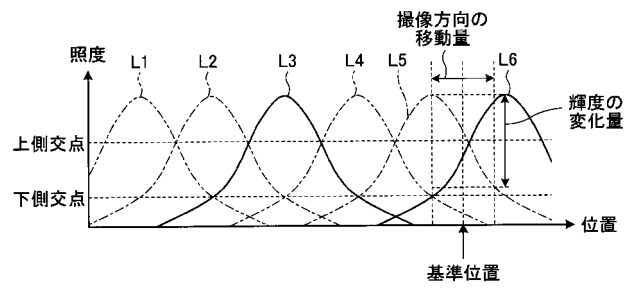
【図 1 5】



【図 1 4】



【図 1 6】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA53 AA61 BB01 DD04 DD06 FF01 FF02 FF04 FF09 FF43  
FF67 GG07 GG13 GG16 GG21 GG23 HH06 JJ02 JJ03 JJ25  
JJ26 LL49 MM03 PP22 QQ21 QQ31  
2G051 AA31 AB02 BA01 BA08 BC05 CA03 CB01 CD04 DA06 EA17