

(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2020-3343

(P2020-3343A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 M 11/00 (2006.01)	GO 1 M 11/00 L	2 G 0 5 1
GO 1 N 21/958 (2006.01)	GO 1 N 21/958	2 G 0 8 6

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2018-123063 (P2018-123063)
 (22) 出願日 平成30年6月28日 (2018. 6. 28)

(71) 出願人 504007202
 株式会社日立ハイテクファインシステムズ
 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地
 (74) 代理人 100114166
 弁理士 高橋 浩三
 (72) 発明者 松岡 正興
 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地
 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内
 Fターム(参考) 2G051 AA90 AB06 AB07 BC01 CA04
 CB02 CB05 EA12 EA16
 2G086 FF05

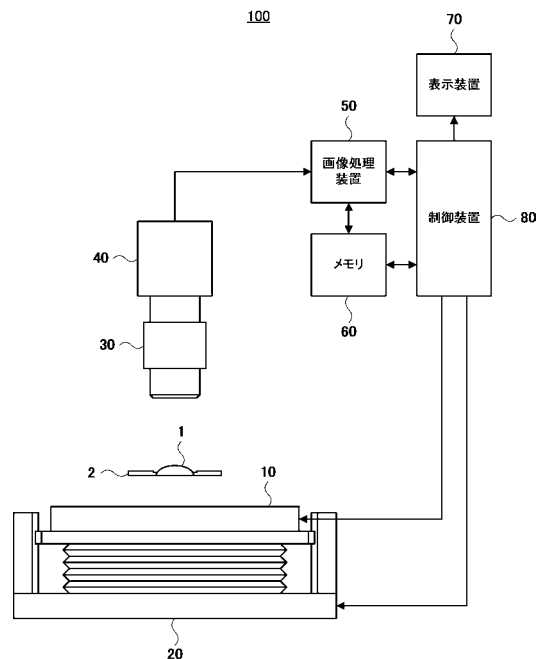
(54) 【発明の名称】 欠陥検査装置及び欠陥検査方法

(57) 【要約】

【課題】リング状の照明光を用い、被検査物の種類に応じて照明光を切り替える必要なく、被検査物の欠陥を高精度に検出する。

【解決手段】フラットパネルディスプレイ装置10は、光を透過させる透明又は半透明な被検査物1へ照射される、リング状の照明光の一部を表示する。制御装置80は、リング状の照明光を複数の区画に分割し、分割した各区画を、フラットパネルディスプレイ装置10に順番に表示させる。画像取得装置(カメラ40)は、フラットパネルディスプレイ装置10から、リング状の照明光の分割された各区画の光が照射された、被検査物1の画像を取得して、画像信号を出力する。画像処理装置50は、画像取得装置(カメラ40)から出力された各画像信号を処理して、被検査物1の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物1の欠陥を検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ照射される、リング状の照明光の一部を表示するフラットパネルディスプレイ装置と、

前記リング状の照明光を複数の区画に分割し、分割した各区画を、前記フラットパネルディスプレイ装置に順番に表示させる制御装置と、

前記フラットパネルディスプレイ装置から、前記リング状の照明光の分割された各区画の光が照射された、前記被検査物の画像を取得して、画像信号を出力する画像取得装置と、

前記画像取得装置から出力された各画像信号を処理して、前記被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、前記被検査物の欠陥を検出する画像処理装置とを備えたことを特徴とする欠陥検査装置。

10

【請求項 2】

前記画像処理装置は、前記画像取得装置から出力された各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方から m 番目 ($m \geq 2$) 以降の各画像信号を加算して、前記被検査物の複数の画像を合成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 3】

前記画像処理装置は、前記画像取得装置から出力された各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、

20

前記制御装置は、前記リング状の照明光の内径を、前記被検査物から透過光が発生する大きさに設定し、前記画像処理装置の検出結果に基づき、信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、設定した前記リング状の照明光の内径を拡大する

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の欠陥検査装置。

【請求項 4】

光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ照射される光を発生する、リング状に配置された複数の LED 群と、

前記 LED 群から発生した光を拡散させる拡散板と、

前記 LED 群を複数の区画に分割し、分割した各区画の LED を順番に点灯させる制御装置と、

30

前記 LED 群の分割された各区画の LED の光が前記拡散板を通して照射された、前記被検査物の画像を取得して、画像信号を出力する画像取得装置と、

前記画像取得装置から出力された各画像信号を処理して、前記被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、前記被検査物の欠陥を検出する画像処理装置とを備えた

ことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項 5】

前記画像処理装置は、前記画像取得装置から出力された各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方から m 番目 ($m \geq 2$) 以降の各画像信号を加算して、前記被検査物の複数の画像を合成する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の欠陥検査装置。

40

【請求項 6】

リング状の照明光を複数の区画に分割し、

分割した各区画を、フラットパネルディスプレイ装置に順番に表示して、各区画の光を、光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ順番に照射し、

画像取得装置により、前記リング状の照明光の分割した各区画の光を照射した、前記被検査物の画像を取得して、画像信号を出力し、

前記画像取得装置が出力した各画像信号を処理して、前記被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、前記被検査物の欠陥を検出する

ことを特徴とする欠陥検査方法。

【請求項 7】

50

前記画像取得装置が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方から m 番目($m \geq 2$)以降の各画像信号を加算して、前記被検査物の複数の画像を合成する

ことを特徴とする請求項6に記載の欠陥検査方法。

【請求項8】

前記リング状の照明光の内径を、前記被検査物から透過光が発生する大きさに設定し、前記画像取得装置が出力した各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、

信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、設定した前記リング状の照明光の内径を拡大した後、

前記被検査物の複数の画像を合成する

ことを特徴とする請求項6又は請求項7に記載の欠陥検査方法。

【請求項9】

複数のLED群をリング状に配置し、

リング状に配置した前記LED群を複数の区画に分割し、

分割した各区画のLEDを順番に点灯させて、各区画のLEDの光を、拡散板を通して、光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ順番に照射し、

画像取得装置により、分割した各区画のLEDの光を前記拡散板を通して照射した、前記被検査物の画像を取得して、画像信号を出力し、

前記画像取得装置が出力した各画像信号を処理して、前記被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、前記被検査物の欠陥を検出する

ことを特徴とする欠陥検査方法。

【請求項10】

前記画像取得装置が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方から m 番目($m \geq 2$)以降の各画像信号を加算して、前記被検査物の複数の画像を合成する

ことを特徴とする請求項9に記載の欠陥検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検査物の表面又は内部に、傷や異物等の欠陥が存在するか否かを検査する欠陥検査装置及び欠陥検査方法に係り、特に、暗視野照明としてリング状の照明光を用いた欠陥検査装置及び欠陥検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、めがねレンズは、その用途やデザイン性から、形状、曲率、屈折率、透過率、グラデーションコーティング等が異なり、それらの組合せで仕様が決まるため、少量多品種の製品である。従来、めがねレンズの表面又は内部に、傷、異物、コーティングむら等の欠陥が存在するか否かの検査は、検査員による目視検査が主流となっていた。しかしながら、目視検査は、検査員の経験や勘に頼る部分が大きいため精度にばらつきが発生し、また、検査員の人件費がレンズのコストアップの原因となり、検査の自動化が望まれていた。

【0003】

めがねレンズの欠陥検査を、カメラ等の画像取得装置を用いて自動化しようとする、レンズの種類毎に、照明装置及び画像取得装置の設定を変更する必要があった。これに対し、特許文献1には、複数のLEDと少なくとも2種類の異なる偏光方向を有する複数の偏光子を含み、複数のLEDを、複数のLED群に分割して駆動することにより、被測定物の状態によらず、高い検出感度を得るための調整が容易であり、検出感度の劣化要因となる照明光の発生を防ぐことが可能な照明装置、および光学装置が開示されている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-234081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の段落0002及び0003に記載されている様に、光学顕微鏡、光学測定機、画像観測装置等の光学装置では、観測方向、検出方向に対して斜めの方向から照明光を被測定物に照射する方式として、リング照明装置がよく用いられている。被検査物からの散乱光を観察する、リング照明装置を用いた暗視野観察は、レンズの傷や異物等の欠陥を検出する際にも、欠陥を高精度に検出するために非常に有効である。しかしながら、レンズの曲面の角度によっては、レンズの表面で照明光の反射が発生することがあり、反射光が発生した部分については、別の照明装置を使って検査を行うか、あるいは特許文献1に記載されている様に、複数のLED群の中から駆動するLED群を選択する必要があった。

10

【0006】

本発明の課題は、リング状の照明光を用い、被検査物の種類に応じて照明光を切り替える必要なく、被検査物の欠陥を高精度に検出することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の欠陥検査装置は、光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ照射される、リング状の照明光の一部を表示するフラットパネルディスプレイ装置と、リング状の照明光を複数の区画に分割し、分割した各区画を、フラットパネルディスプレイ装置に順番に表示させる制御装置と、フラットパネルディスプレイ装置から、リング状の照明光の分割された各区画の光が照射された、被検査物の画像を取得して、画像信号を出力する画像取得装置と、画像取得装置から出力された各画像信号を処理して、被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物の欠陥を検出する画像処理装置とを備えたことを特徴とする。

20

【0008】

また、本発明の欠陥検査方法は、リング状の照明光を複数の区画に分割し、分割した各区画を、フラットパネルディスプレイ装置に順番に表示して、各区画の光を、光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ順番に照射し、画像取得装置により、リング状の照明光の分割した各区画の光を照射した、被検査物の画像を取得して、画像信号を出力し、画像取得装置が出力した各画像信号を処理して、被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物の欠陥を検出することを特徴とする。

30

【0009】

リング状の照明光を複数の区画に分割し、分割した各区画を、フラットパネルディスプレイ装置に順番に表示して、各区画の光を、被検査物へ順番に照射し、画像取得装置により、リング状の照明光の分割した各区画の光を照射した、被検査物の画像を取得して、画像信号を出力するので、被検査物の種類に応じて照明光を切り替える必要はない。そして、画像取得装置が出力した各画像信号を処理して、被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物の欠陥を検出するので、リング状の照明光を用い、被検査物の欠陥が高精度に検出される。

40

【0010】

また、リング状の照明光の分割した各区画をフラットパネルディスプレイ装置に表示するので、リング状に配置したLED群と拡散板とを用いる場合に比べ、分解能が高くなり、かつ、拡散板から漏れた光が画像の合成の際に重複して加算されるのが防止され、被検査物の欠陥がより高精度に検出される。

【0011】

あるいは、本発明の欠陥検査装置は、光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ照射

50

される光を発生する、リング状に配置された複数のLED群と、LED群から発生した光を拡散させる拡散板と、LED群を複数の区画に分割し、分割した各区画のLEDを順番に点灯させる制御装置と、LED群の分割された各区画のLEDの光が拡散板を通して照射された、被検査物の画像を取得して、画像信号を出力する画像取得装置と、画像取得装置から出力された各画像信号を処理して、被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物の欠陥を検出する画像処理装置とを備えたことを特徴とする。

【0012】

また、本発明の欠陥検査方法は、複数のLED群をリング状に配置し、リング状に配置したLED群を複数の区画に分割し、分割した各区画のLEDを順番に点灯させて、各区画のLEDの光を、拡散板を通して、光を透過させる透明又は半透明な被検査物へ順番に照射し、画像取得装置により、分割した各区画のLEDの光を拡散板を通して照射した、被検査物の画像を取得して、画像信号を出力し、画像取得装置が出力した各画像信号を処理して、被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物の欠陥を検出することを特徴とする。

10

【0013】

複数のLED群をリング状に配置し、リング状に配置したLED群を複数の区画に分割し、分割した各区画のLEDを順番に点灯させて、各区画のLEDの光を、拡散板を通して、被検査物へ順番に照射し、画像取得装置により、分割した各区画のLEDの光を拡散板を通して照射した、被検査物の画像を取得して、画像信号を出力するので、被検査物の種類に応じて照明光を切り替える必要はない。そして、画像取得装置が出力した各画像信号を処理して、被検査物の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物の欠陥を検出するので、リング状に配置されたLED群によるリング状の照明光を用い、被検査物の欠陥が高精度に検出される。

20

【0014】

さらに、本発明の欠陥検査装置は、画像処理装置が、画像取得装置から出力された各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方からm番目(m-2)以降の各画像信号を加算して、被検査物の複数の画像を合成することを特徴とする。

【0015】

また、本発明の欠陥検査方法は、画像取得装置が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方からm番目(m-2)以降の各画像信号を加算して、被検査物の複数の画像を合成することを特徴とする。

30

【0016】

画像取得装置が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方からm番目(m-2)以降の各画像信号を加算して、被検査物の複数の画像を合成するので、リング状の照明光のいずれかの区画の光の照射、あるいは、リング状に配置したLED群のいずれかの区画のLEDの光の照射で、被検査物から透過光又は反射光が発生し、信号強度の非常に大きい画素が発生しても、信号強度の非常に大きい画素の画像信号は加算されず、透過光又は反射光の影響が除去される。従って、別の照明装置を用いる必要なく、被検査物の欠陥が検出される。

40

【0017】

さらに、本発明の欠陥検査装置は、フラットパネルディスプレイ装置を用いる場合に、画像処理装置が、画像取得装置から出力された各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、制御装置が、リング状の照明光の内径を、被検査物から透過光が発生する大きさに設定し、画像処理装置の検出結果に基づき、信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、設定したリング状の照明光の内径を拡大することを特徴とする。

【0018】

また、本発明の欠陥検査方法は、フラットパネルディスプレイ装置を用いる場合に、リング状の照明光の内径を、被検査物から透過光が発生する大きさに設定し、画像取得装置が出力した各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、信号強度が所定

50

値以上である画素がなくなるまで、設定したリング状の照明光の内径を拡大した後、被検査物の複数の画像を合成することを特徴とする。

【0019】

リング状の照明光は、被検査物から透過光が発生しない範囲で、被検査物から散乱光がより多く発生する様に、被検査物に近い位置に設けることが望ましい。リング状の照明光の内径を、被検査物から透過光が発生する大きさに設定し、画像取得装置が出力した各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、設定したリング状の照明光の内径を拡大するので、リング状の照明光が、被検査物から透過光が発生しない範囲で、被検査物に近い位置に設けられる。

【発明の効果】

10

【0020】

本発明によれば、リング状の照明光を用い、被検査物の種類に応じて照明光を切り替える必要なく、被検査物の欠陥を高精度に検出することができる。

【0021】

さらに、リング状の照明光の分割した各区画をフラットパネルディスプレイ装置に表示すると、リング状に配置したLED群と拡散板とを用いる場合に比べ、分解能を高くすることができ、かつ、拡散板から漏れた光が画像の合成の際に重複して加算されるのを防止することができるので、被検査物の欠陥をより高精度に検出することができる。

【0022】

さらに、画像取得装置が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方から m 番目($m \geq 2$)以降の各画像信号を加算して、被検査物の複数の画像を合成することにより、リング状の照明光のいずれかの区画の光の照射、あるいは、リング状に配置したLED群のいずれかの区画のLEDの光の照射で、被検査物から透過光又は反射光が発生し、信号強度の非常に大きい画素が発生しても、信号強度の非常に大きい画素の画像信号を加算しないで、透過光又は反射光の影響を除去することができる。従って、別の照明装置を用いる必要なく、被検査物の欠陥を検出することができる。

20

【0023】

さらに、フラットパネルディスプレイ装置を用いる場合に、リング状の照明光の内径を、被検査物から透過光が発生する大きさに設定し、画像取得装置が出力した各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、設定したリング状の照明光の内径を拡大することにより、リング状の照明光を、被検査物から透過光が発生しない範囲で、被検査物に近づけ、被検査物から散乱光をより多く発生させて、被検査物の欠陥をより高精度に検出することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の一実施の形態による欠陥検査装置の概略構成を示す図である。

【図2】リング状の照明光の一例を示す図である。

【図3】リング状の照明光の各区画の例を示す図である。

【図4】移動装置の動作を説明する図である。

40

【図5】被検査物からの散乱光の発生を説明する図である。

【図6】リング状の照明光の各区画の光が照射された被検査物の画像の例を示す図である。

【図7】本発明の一実施の形態による欠陥検査装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図8】画像の合成処理を説明する図である。

【図9】合成した画像の一例を示す図である。

【図10】本発明の一実施の形態による欠陥検査装置の動作の他の例を示すフローチャートである。

【図11】図11(a)は本発明の他の実施の形態による欠陥検査装置の照明装置の上面

50

図、図 11 (b) は図 11 (a) の B - B 部断面図である。

【図 12】分割された各区画の LED の例を示す図である。

【図 13】本発明の他の実施の形態による欠陥検査装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0025】

[実施の形態]

(第 1 の実施の形態)

図 1 は、本発明の一実施の形態による欠陥検査装置の概略構成を示す図である。欠陥検査装置 100 は、ホルダー 2、フラットパネルディスプレイ装置 10、移動装置 20、集光レンズ 30、カメラ 40、画像処理装置 50、メモリ 60、表示装置 70、及び制御装置 80 を含んで構成されている。ホルダー 2 は、光を透過させる透明又は半透明な被検査物 1 の縁を、3 つ以上の方向から挟み込んで保持する。なお、ホルダー 2 は、複数の被検査物 1 を保持し、集光レンズ 30 及びカメラ 40 に対して移動する構成であってもよい。あるいは、ホルダー 2 が複数の被検査物 1 を保持し、集光レンズ 30 及びカメラ 40 がホルダー 2 に対して移動する構成であってもよい。

10

【0026】

フラットパネルディスプレイ装置 10 は、液晶ディスプレイ装置、プラズマディスプレイ装置、有機 EL (Electroluminescence) ディスプレイ装置、プロジェクタ等からなり、制御装置 80 の制御により、リング状の照明光の一部を表示する。図 2 は、リング状の照明光の一例を示す図である。図 2 においては、黒色の背景に浮かんだリング状の白い部分が、リング状の照明光 11 である。なお、リング状の照明光は、外周及び内周が円形のものに限らず、被検査物 1 の形状に応じて、外周及び内周が楕円形又は矩形、あるいは被検査物 1 の形状に合わせたものであってもよい。

20

【0027】

図 1 において、制御装置 80 は、リング状の照明光を複数の区画に分割し、分割した各区画を、フラットパネルディスプレイ装置 10 に順番に表示させる。図 3 は、フラットパネルディスプレイ装置 10 に表示された、リング状の照明光の各区画の例を示す図である。本例は、図 2 に示したリング状の照明光 11 を、周方向に、図 3 (a) ~ (h) の 8 つの区画に均等に分割した場合を示している。区画数は本例に限らず、リング状の照明光を 7 つ以下又は 9 つ以上に分割してもよい。また、分割の形態は、リング状の照明光を周方向に分割する場合に限らず、各区画の光が、被検査物 1 に対して異なる方向から入射し、又は異なる角度で入射する様に分割すればよい。

30

【0028】

図 1 において、移動装置 20 は、フラットパネルディスプレイ装置 10 を上下に移動する。図 4 は、移動装置の動作を説明する図である。移動装置 20 は、テーブル 21、ガイド 22、及び昇降機構 23 を含んで構成されている。テーブル 21 は、フラットパネルディスプレイ装置 10 を搭載し、ガイド 22 に沿って図面上下方向へ移動する。昇降機構 23 は、テーブル 21 を上下させて、フラットパネルディスプレイ装置 10 を、被検査物 1 に近づく方向又は被検査物 1 から遠ざかる方向へ移動させる。これにより、図 4 (a)、(b) に示す様に、フラットパネルディスプレイ装置 10 と被検査物 1 との距離 D が変化する。

40

【0029】

図 1 において、集光レンズ 30 は、フラットパネルディスプレイ装置 10 から照射されて、被検査物 1 を透過した光を集光する。集光レンズ 30 には、入射瞳が無限遠にあり、主光線が光軸に対して平行なレンズが使用されている。カメラ 40 は、CCD や CMOS 等の 2 次元センサーを有し、集光レンズ 30 により集光された光を受光して、被検査物 1 の画像を取得し、取得した画像の画像信号を出力する。

【0030】

なお、図 1 に示した実施の形態では、フラットパネルディスプレイ装置 10 を、被検査

50

物 1 を挟んでカメラ 40 と反対側（被検査物 1 の下方）に設けている。しかしながら、フラットパネルディスプレイ装置 10 をカメラ 40 と同じく被検査物 1 の上方に設け、フラットパネルディスプレイ装置 10 に表示されたリング状の照明光の一部を反射するミラーを、被検査物 1 の下方に設けてもよい。

【0031】

画像処理装置 50 は、制御装置 80 の制御により、カメラ 40 から出力された画像信号を処理して、カメラ 40 により取得された被検査物 1 の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物 1 の欠陥を検出する。メモリ 60 は、カメラ 40 から出力された画像信号、画像処理装置 50 により処理された画像信号、及び画像処理装置 50 により検出された、被検査物 1 の欠陥の情報を記憶する。表示装置 70 は、カメラ 40 により取得された
10
画像、画像処理装置 50 により処理された画像、及び画像処理装置 50 により検出された、被検査物 1 の欠陥の位置、大きさ、形状等を表示する。制御装置 80 は、フラットパネルディスプレイ装置 10、移動装置 20、画像処理装置 50、メモリ 60、及び表示装置 70 を制御する。

【0032】

図 5 は、被検査物からの散乱光の発生を説明する図である。フラットパネルディスプレイ装置 10 に表示されたリング状の照明光の各区画からの光 R は、被検査物 1 の図面斜め下側から、被検査物 1 へ入射する。そして、被検査物 1 の内部へ透過した光は、被検査物 1 の内部で反射を繰り返す度に、その一部が散乱光 S として被検査物 1 の外部へ放出される。散乱光 S は、リング状の照明光の各区画からの光 R が被検査物 1 へ入射した位置から
20
、被検査物 1 の中心を通る中心線 C を挟んだ反対側で、多く発生する傾向にある。

【0033】

図 6 は、リング状の照明光の各区画の光が照射された被検査物の画像の例を示す図である。図 6 (a) ~ (h) は、図 3 (a) ~ (h) に対応して、図 3 (a) ~ (h) に示すリング状の照明光の各区画の光が照射されたとき、カメラ 40 により取得されて表示装置 70 に表示された被検査物 1 の画像を、模式的に示したものである。散乱光は、リング状の照明光の各区画からの光が被検査物 1 へ入射した位置の反対側で、多く発生する傾向にあるため、図 6 (a) ~ (h) の各画像は、図 3 (a) ~ (h) に示すリング状の照明光の各区画に対し、被検査物 1 の中心を挟んだ反対側でやや明るくなっている。

【0034】

図 7 は、本発明の一実施の形態による欠陥検査装置の動作の一例を示すフローチャートである。まず、制御装置 80 は、リング状の照明光全体を、フラットパネルディスプレイ装置 10 に表示させる（ステップ 101）。そして、制御装置 80 は、移動装置 20 により、フラットパネルディスプレイ装置 10 を上下に移動し、被検査物 1 の大きさや焦点距離に応じて、フラットパネルディスプレイ装置 10 と被検査物 1 との距離を調節する（ステップ 102）。

【0035】

次に、制御装置 80 は、リング状の照明光の 1 つの区画を、フラットパネルディスプレイ装置 10 に表示させる（ステップ 103）。カメラ 40 は、被検査物 1 の画像を取得して、画像信号を出力する（ステップ 104）。続いて、制御装置 80 は、リング状の照明光の全ての区画を、フラットパネルディスプレイ装置 10 に表示させ終わったか否かを判断し（ステップ 105）、終わっていない場合は、区画を変更して（ステップ 106）、ステップ 103 へ戻る。

【0036】

全ての区画の表示が終了した場合、画像処理装置 50 は、制御装置 80 の制御により、カメラ 40 から出力された各画像信号を処理して、被検査物 1 の複数の画像を合成する（ステップ 107）。このとき、画像処理装置 50 は、カメラ 40 から出力された各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方から m 番目（ $m - 2$ ）以降の各画像信号を加算して、被検査物 1 の複数の画像を合成する。

【0037】

10

20

30

40

50

図8は、画像の合成処理を説明する図である。リング状の照明光を、図3(a)~(h)に示す8つの区画に分割して、各区画の光を被検査物1へ順番に照射したとき、ある位置の画素の信号強度が、図8の $n = 1 \sim 8$ に示す値であったとする。画像処理装置50は、これらの値を大きさ順に並べ変えて、 m 番目($m \geq 2$)以降の各画像信号の値を加算する。例えば、 $m = 4$ の場合は、(A)の式の通りとなる。

【0038】

カメラ40が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方から m 番目($m \geq 2$)以降の各画像信号を加算して、被検査物1の複数の画像を合成するので、リング状の照明光のいずれかの区画の光の照射で、被検査物1から透過光又は反射光が発生し、信号強度の非常に大きい画素が発生しても、信号強度の非常に大きい画素の画像信号は加算されず、透過光又は反射光の影響が除去される。従って、別の照明装置を用いる必要なく、被検査物1の欠陥が検出される。

10

【0039】

なお、図8において、例えば、 $m = 4$ のとした理由は、リング状の照明光の分割したいずれかの区画の光の照射で透過光又は反射光が発生した場合、その区画に隣接する左右の区画の光の照射によっても、信号強度の大きい画素が発生する恐れがあるので、隣接する左右の区画を含む3つの区画の光を照射したときの画像の画素の画像信号を、除外するためである。しかしながら、 m は、2、3、又は5以上であってもよい。

【0040】

また、カメラ40から出力された各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、小さい方から所定数の画像信号も加算しない様にとすると、カメラ40の各画像信号に発生するノイズの影響を除去することができる。従って、被検査物1の欠陥をさらに高精度に検出することができる。

20

【0041】

図7において、次に、画像処理装置50は、合成した画像から、被検査物1の欠陥を検出する(ステップ108)。制御装置80は、画像処理装置50の検出結果を、表示装置に表示する(ステップ109)。

【0042】

図9は、合成した画像の一例を示す図である。図9は、図6(a)~(h)に示した被検査物1の各画像を合成した画像を、図6と同様に模式的に示したものである。なお、図9では、被検査物1の丸い形が白っぽく表示されているが、実際の暗視野の画像では、黒色の背景に対して、少し明度の高い灰色(グレー)として観察される。そして、図9には、被検査物1の欠陥が表示されていないが、被検査物1の表面又は内部に傷、異物等の欠陥が存在すると、欠陥の存在する位置で散乱光の強度が他の部分より強くなり、その位置の画素の輝度が高くなる。画像処理装置50は、合成した画像の画像信号から、信号強度が所定のしきい値以上である画像信号を検出することにより、被検査物1の欠陥の位置、大きさ、形状等を検出する。

30

【0043】

リング状の照明光を複数の区画に分割し、分割した各区画を、フラットパネルディスプレイ装置10に順番に表示して、各区画の光を、被検査物1へ順番に照射し、カメラ40により、リング状の照明光の分割した各区画の光を照射した、被検査物1の画像を取得して、画像信号を出力するので、被検査物1の種類に応じて照明光を切り替える必要はない。そして、カメラ40が出力した各画像信号を処理して、被検査物1の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物1の欠陥を検出するので、リング状の照明光を用い、被検査物1の欠陥が高精度に検出される。

40

【0044】

また、リング状の照明光の分割した各区画をフラットパネルディスプレイ装置10に表示するので、リング状に配置したLED群と拡散板とを用いる第2の実施の形態に比べ、分解能が高くなり、かつ、拡散板から漏れた光が画像の合成の際に重複して加算されるのが防止され、被検査物1の欠陥がより高精度に検出される。

50

【0045】

図10は、本発明の一実施の形態による欠陥検査装置の動作の他の例を示すフローチャートである。まず、制御装置80は、移動装置20により、フラットパネルディスプレイ装置10を上下に移動し、被検査物1の大きさや焦点距離に応じて、フラットパネルディスプレイ装置10と被検査物1との距離を調節する(ステップ201)。次に制御装置80は、リング状の照明光の内径を設定する(ステップ202-1)。このとき、制御装置80は、リング状の照明光の内径を、被検査物1から透過光が発生する大きさに設定する。

【0046】

次に、制御装置80は、リング状の照明光全体を、フラットパネルディスプレイ装置10に表示させる(ステップ202-2)。画像処理装置50は、制御装置80の制御により、カメラ40から出力された画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、制御装置80は、画像処理装置50の検出結果から、信号強度が所定値以上である画素が存在したか否かを判断する(ステップ202-3)。

10

【0047】

信号強度が所定値以上である画素が存在した場合、制御装置80は、ステップ202-1で設定したリング状の照明光の内径を一定値だけ拡大して(ステップ202-4)、ステップ202-1へ戻る。そして、信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、ステップ202-1からステップ202-4を繰り返す。

【0048】

信号強度が所定値以上である画素が存在しなくなると、それ以降のステップ203~209の処理は、図7のステップ103~109の処理と同様である。

20

【0049】

リング状の照明光は、被検査物1から透過光が発生しない範囲で、被検査物1から散乱光がより多く発生する様に、被検査物1に近い位置に設けることが望ましい。リング状の照明光の内径を、被検査物1から透過光が発生する大きさに設定し、カメラ40が出力した各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、設定したリング状の照明光の内径を拡大するので、リング状の照明光が、被検査物1から透過光が発生しない範囲で、被検査物1に近い位置に設けられる。

30

【0050】

(第1の実施の形態の効果)

以上説明した第1の実施の形態によれば、次の効果を奏する。

(1) リング状の照明光を用い、被検査物1の種類に応じて照明光を切り替える必要なく、被検査物1の欠陥を高精度に検出することができる。

【0051】

(2) さらに、リング状の照明光の分割した各区画をフラットパネルディスプレイ装置10に表示することにより、リング状に配置したLED群と拡散板とを用いる第2の実施の形態に比べ、分解能を高くすることができ、かつ、拡散板から漏れた光が画像の合成の際に重複して加算されるのを防止することができるので、被検査物1の欠陥をより高精度に検出することができる。

40

【0052】

(3) さらに、カメラ40が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方からm番目(m \geq 2)以降の各画像信号を加算して、被検査物1の複数の画像を合成することにより、リング状の照明光のいずれかの区画の光の照射で、被検査物1から透過光又は反射光が発生し、信号強度の非常に大きい画素が発生しても、信号強度の非常に大きい画素の画像信号を加算しないで、透過光又は反射光の影響を除去することができる。従って、別の照明装置を用いる必要なく、被検査物1の欠陥を検出することができる。

【0053】

50

(4) さらに、リング状の照明光の内径を、被検査物1から透過光が発生する大きさに設定し、カメラ40が出力した各画像信号から、信号強度が所定値以上である画素を検出し、信号強度が所定値以上である画素がなくなるまで、設定したリング状の照明光の内径を拡大することにより、リング状の照明光を、被検査物1から透過光が発生しない範囲で、被検査物1に近づけ、被検査物1から散乱光をより多く発生させて、被検査物1の欠陥をより高精度に検出することができる。

【0054】

(第2の実施の形態)

本発明の他の実施の形態として、図1のフラットパネルディスプレイ装置10の代わりに、リング状に配置したLED群と拡散板とを有する照明装置を用いてもよい。図11(a)は本発明の他の実施の形態による欠陥検査装置の照明装置の上面図、図11(b)は図11(a)のB-B部断面図である。照明装置90は、ケース91、複数のLED92群、及び拡散板93を含んで構成されている。

10

【0055】

図11(a)において、ケース91は、上方から見てリング形状であり、ケース91内には、破線で示す複数のLED92群が、リング状に配置されている。図11(b)において、ケース91の内壁には、複数のLED92群が発生する光を反射するために、ミラー加工が施されている。そして、ケース91の上面には、凹面93aを有する拡散板93が取り付けられている。拡散板93は、複数のLED92群が発生する光を拡散させ、これにより、被検査物1の表面に各LED92の形状が写り込むのが防止される。

20

【0056】

図1の制御装置80は、リング状に配置された複数のLED92群を複数の区画に分割し、分割した各区画のLED92を順番に点灯させる。図12は、分割された各区画のLEDの例を示す図である。本例は、図12(a)に破線で示したリング状に配置された複数のLED92群を、リングの周方向に、90a~90hの8つの区画に均等に分割した場合を示している。区画数は本例に限らず、リング状に配置された複数のLED92群を、7つ以下又は9つ以上に分割してもよい。また、分割の形態は、リング状に配置された複数のLED92群を、リングの周方向に分割する場合に限らず、各区画のLEDの光が、被検査物1に対して異なる方向から入射し、又は異なる角度で入射する様に分割すればよい。

30

【0057】

図13は、本発明の他の実施の形態による欠陥検査装置の動作を示すフローチャートである。まず、制御装置80は、リング状に配置されたLED92群全体を、点灯させる(ステップ301)。そして、制御装置80は、移動装置20により、照明装置90を上下に移動し、被検査物1の大きさや焦点距離に応じて、照明装置90と被検査物1との距離を調節する(ステップ302)。

【0058】

次に、制御装置80は、LED92群の分割した1つの区画のLED92を点灯させる(ステップ303)。カメラ40は、被検査物1の画像を取得して、画像信号を出力する(ステップ304)。続いて、制御装置80は、全ての区画のLED92を、点灯させ終わったか否かを判断し(ステップ305)、終わっていない場合は、区画を変更して(ステップ306)、ステップ303へ戻る。

40

【0059】

全ての区画のLED92の点灯が終了した場合、画像処理装置50は、制御装置80の制御により、カメラ40から出力された各画像信号を処理して、被検査物1の複数の画像を合成する(ステップ307)。合成処理の方法は、図8を用いて説明した、第1の実施の形態と同様である。

【0060】

カメラ40が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方からm番目(m \geq 2)以降の各画像信号を加算して、被検査物

50

1の複数の画像を合成するので、リング状に配置したLED92群のいずれかの区画のLED92の光の照射で、被検査物1から透過光又は反射光が発生し、信号強度の非常に大きい画素が発生しても、信号強度の非常に大きい画素の画像信号は加算されず、透過光又は反射光の影響が除去される。従って、別の照明装置を用いる必要なく、被検査物1の欠陥が検出される。

【0061】

次に、画像処理装置50は、合成した画像から、被検査物1の欠陥を検出する(ステップ308)。制御装置80は、画像処理装置50の検出結果を、表示装置に表示する(ステップ309)。

【0062】

複数のLED92群をリング状に配置し、リング状に配置したLED92群を複数の区画に分割し、分割した各区画のLED92を順番に点灯させて、各区画のLED92の光を、拡散板93を通して、被検査物1へ順番に照射し、カメラ40により、分割した各区画のLED92の光を拡散板93を通して照射した、被検査物1の画像を取得して、画像信号を出力するので、被検査物1の種類に応じて照明光を切り替える必要はない。そして、カメラ40が出力した各画像信号を処理して、被検査物1の複数の画像を合成し、合成した画像から、被検査物1の欠陥を検出するので、リング状に配置されたLED92群によるリング状の照明光を用い、被検査物1の欠陥が高精度に検出される。

【0063】

(第2の実施の形態の効果)

以上説明した第2の実施の形態によれば、次の効果を奏する。

(1)リング状に配置されたLED92群によるリング状の照明光を用い、被検査物1の種類に応じて照明光を切り替える必要なく、被検査物1の欠陥を高精度に検出することができる。

【0064】

(2)さらに、カメラ40が出力した各画像信号について、同じ位置の画素毎に、各画像信号を大きさ順に並べたとき、大きい方からm番目(m-2)以降の各画像信号を加算して、被検査物1の複数の画像を合成することにより、リング状に配置したLED92群のいずれかの区画のLED92の光の照射で、被検査物1から透過光又は反射光が発生し、信号強度の非常に大きい画素が発生しても、信号強度の非常に大きい画素の画像信号を加算しないで、透過光又は反射光の影響を除去することができる。従って、別の照明装置を用いる必要なく、被検査物1の欠陥を検出することができる。

【0065】

本発明は、レンズ等の光学部品の欠陥検査に限らず、パイプやガラス等の、光を透過させる透明又は半透明な被検査物の欠陥検査にも適用することができる。

【符号の説明】

【0066】

- 1 被検査物
- 2 ホルダー
- 10 フラットパネルディスプレイ装置
- 11 リング状の照明光
- 20 移動装置
- 21 テーブル
- 22 ガイド
- 23 昇降機構
- 30 集光レンズ
- 40 カメラ
- 50 画像処理装置
- 60 メモリ
- 70 表示装置

10

20

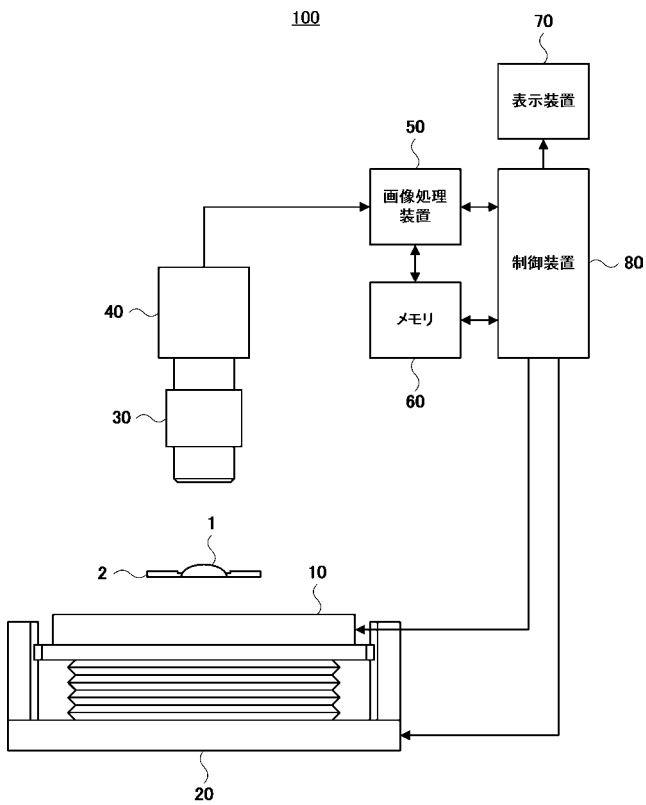
30

40

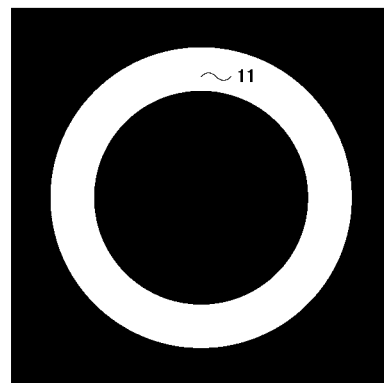
50

- 80 制御装置
- 90 照明装置
- 91 ケース
- 92 LED
- 93 拡散板
- 100 欠陥検査装置

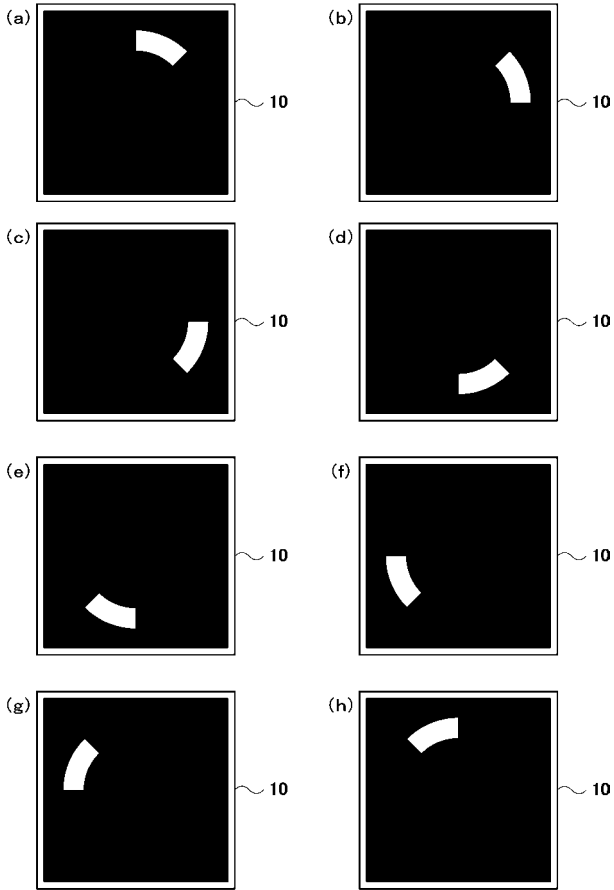
【 図 1 】



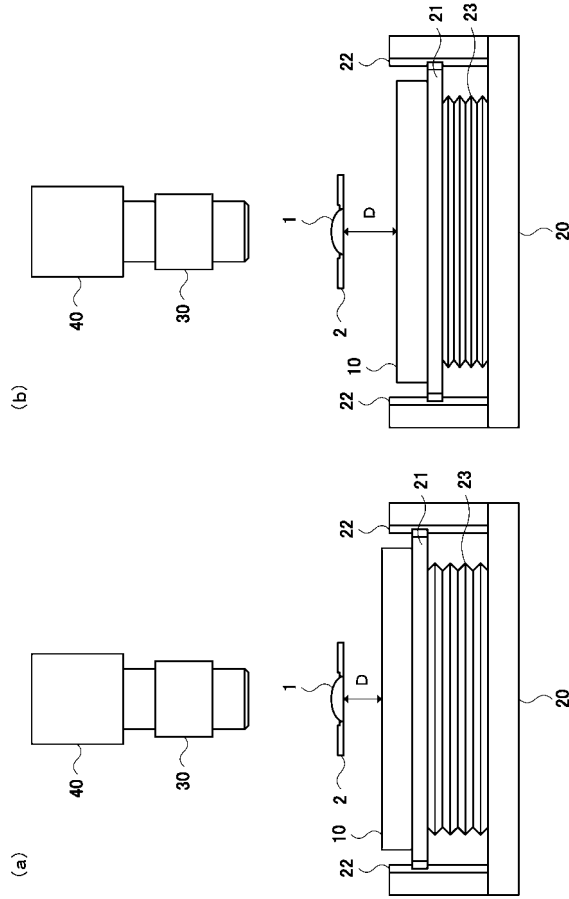
【 図 2 】



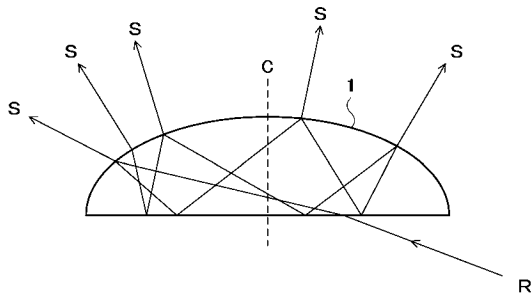
【 図 3 】



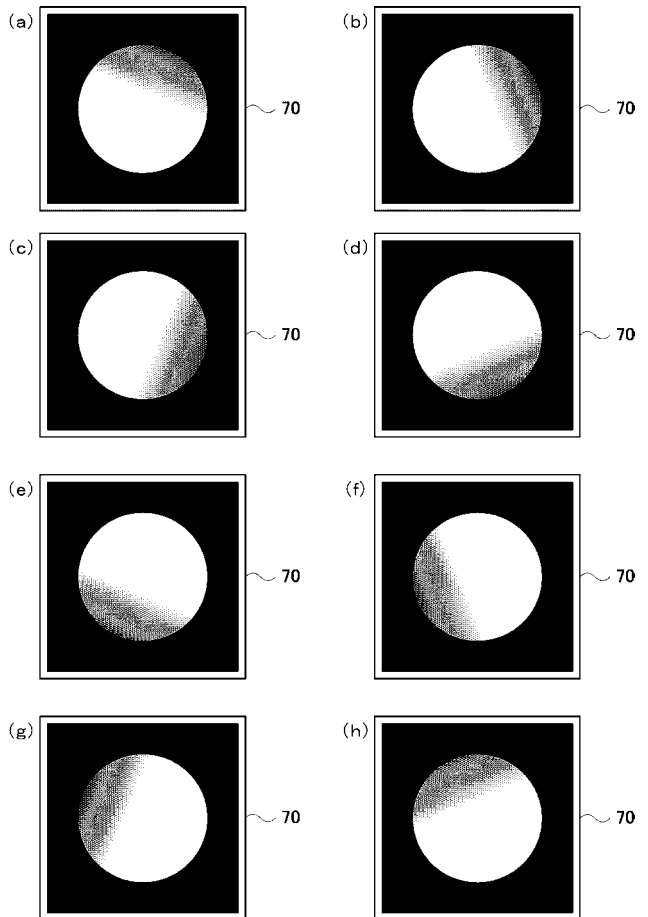
【 図 4 】



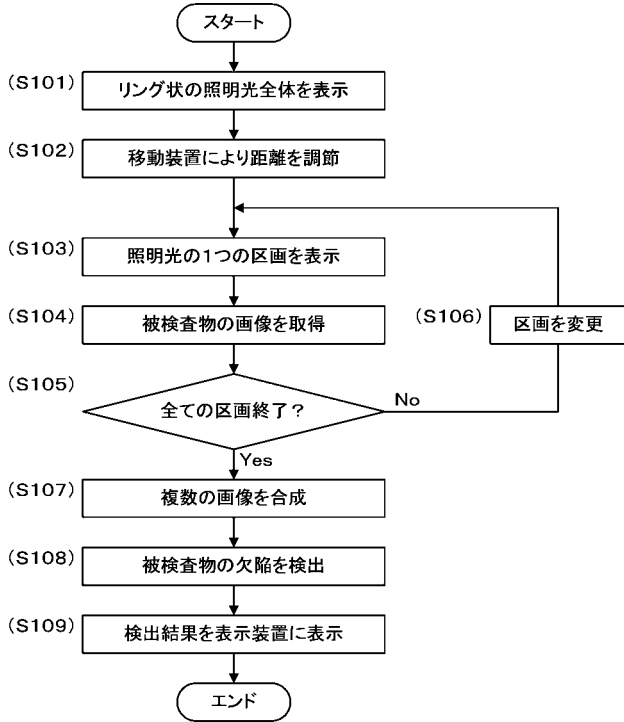
【 図 5 】



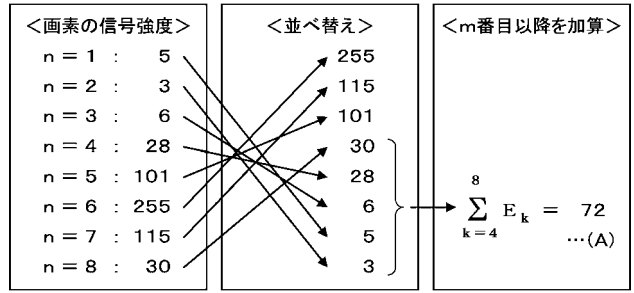
【 図 6 】



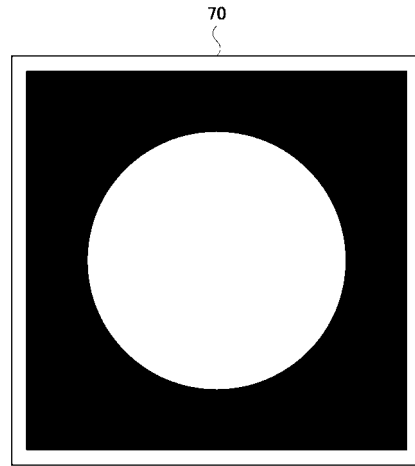
【 図 7 】



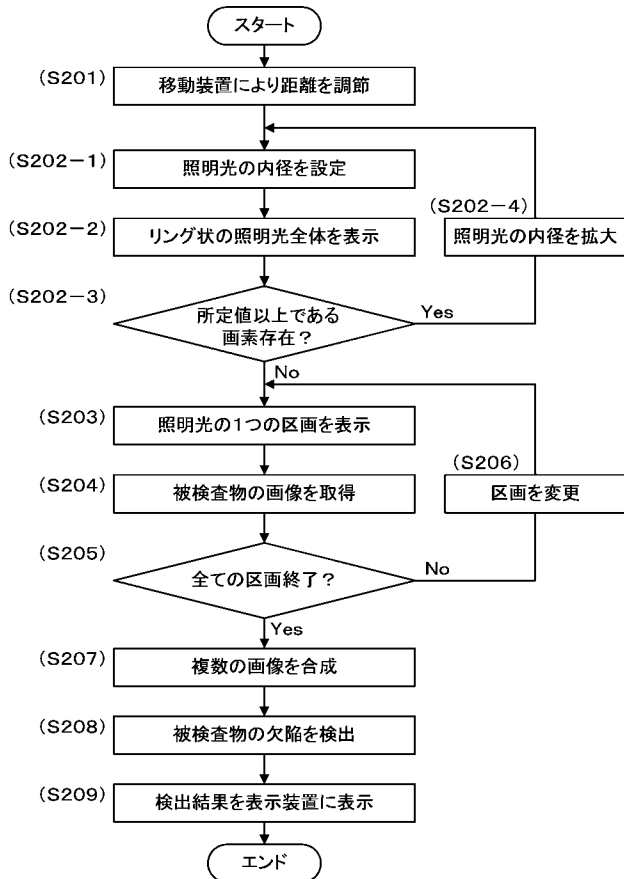
【 図 8 】



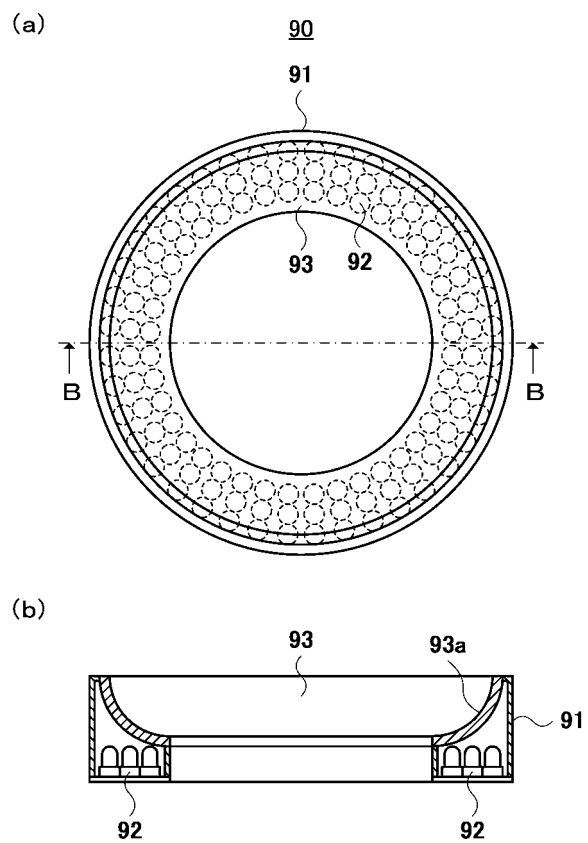
【 図 9 】



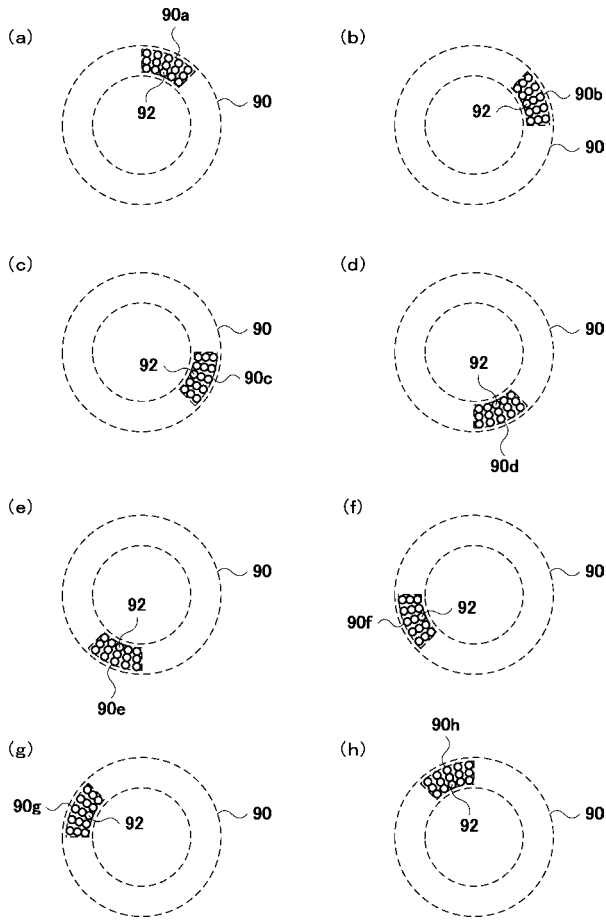
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

