

(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2009-63383

(P2009-63383A)

(43) 公開日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/95 (2006.01)	GO 1 N 21/95 A	2 F 0 6 5
G 1 1 B 7/26 (2006.01)	G 1 1 B 7/26	2 G 0 5 1
GO 1 B 11/30 (2006.01)	GO 1 B 11/30 A	5 D 1 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2007-230696 (P2007-230696)
 (22) 出願日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100084250
 弁理士 丸山 隆夫
 (72) 発明者 崎田 隆二
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 Fターム(参考) 2F065 AA49 BB03 BB08 BB25 CC03
 DD04 DD06 FF01 FF49 GG24
 JJ03 JJ26 LL00 LL08 LL22
 LL30 LL32 LL37 LL59 QQ42

最終頁に続く

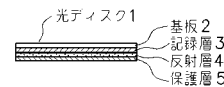
(54) 【発明の名称】 検査装置及び検査方法

(57) 【要約】

【課題】テレセントリック光学系を用いた検査光学系において、うねりや微妙な凹凸や異物、傷のような欠陥と同時に、色むら欠陥も同時に感度良く検出できる検査装置及び検査方法を提供する。

【解決手段】白色点光源からの照射光を検査対象物に導き、検査対象物表面から戻って来た反射光を集束するための光学素子と、光学素子の後像空間焦平面位置に配設される開口絞りと、開口絞りを通過した反射光の像を検出する像検出手段と、を備えた検査装置において、開口絞りは、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成であり、像検出手段は、複数のカラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光し、像検出手段によって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出する欠陥検出手段を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

白色点光源からの照射光を検査対象物に導き、該検査対象物表面から戻って来た反射光を集束するための光学素子と、該光学素子の後像空間焦平面位置に配設される開口絞りと、該開口絞りを通過した前記反射光の像を検出する像検出手段と、を備えた検査装置において、

前記開口絞りは、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成であり、

前記像検出手段は、前記複数のカラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光し、

前記像検出手段によって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出する欠陥検出手段を有することを特徴とする検査装置。

10

【請求項 2】

白色点光源からの照射光を検査対象物に導き、該検査対象物表面から戻って来た反射光を集束するための光学素子と、該光学素子の後像空間焦平面位置に配設される第 1 の開口絞りと、該第 1 の開口絞りを通過した前記反射光の像を検出する像検出手段と、を備えた検査装置において、

前記第 1 の開口絞りと共に役関係にある点光源位置に、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成の第 2 の開口絞りを置き、

前記像検出手段は、前記複数のカラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光し、

20

前記像検出手段によって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出する欠陥検出手段を有することを特徴とする検査装置。

【請求項 3】

前記複数のカラーフィルターは、R 色のみを通すカラーフィルターと、G 色のみを通すカラーフィルターと、B 色のみを通すカラーフィルターと、から構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の検査装置。

【請求項 4】

前記欠陥検出手段は、

最初に、前記像検出手段で検出された G 画像のみを用いて欠陥検出を行い、

30

次に、前記像検出手段で検出された B 画像と、前記 G 画像とを足し合わせた G + B 画像を生成し、該 G + B 画像を用いて欠陥検出を行い、

次に、前記像検出手段で検出された R 画像と、前記 G + B 画像とを足し合わせた G + B + R 画像を生成し、該 G + B + R 画像を用いて欠陥検出を行うことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 5】

前記欠陥検出手段で検出された欠陥の種類を識別する識別手段を有することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 6】

前記欠陥検出手段による検出結果を表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

40

【請求項 7】

前記像検出手段は、単板式カラー CCD または 3 CCD カラーカメラのいずれかであることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 8】

光源からの照射光を検査対象物に導き、該検査対象物表面から戻って来た反射光を集束するための光学素子と、該光学素子の後像空間焦平面位置に配設される開口絞りと、該開口絞りを通過した前記反射光の像を検出する像検出手段と、を備えた検査装置において、束光の光路を偏光状態により分岐する光路分岐手段を有し、

前記開口絞りは、複数の偏光状態の異なる偏光フィルターを同心円状に配置した構成で

50

あり、

前記検出手段は、前記光路分岐手段により分岐された光をそれぞれ受光し、

前記像検出手段によって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出する欠陥検出手段を有することを特徴とする検査装置。

【請求項 9】

前記複数の偏光フィルターは、前記光源の第 1 の直線偏光を透過させる第 1 の偏光フィルターと、前記光源の第 2 の直線偏光を透過させる第 2 の偏光フィルターと、から構成されていることを特徴とする請求項 8 記載の検査装置。

【請求項 10】

前記欠陥検出手段は、

最初に、前記像検出手段で検出された第 1 の偏光画像のみを用いて欠陥検出を行い、

次に、前記像検出手段で検出された第 2 の偏光画像と、前記第 1 の偏光画像とを足し合わせた第 1 + 第 2 の偏光画像を生成し、該第 1 + 第 2 の偏光画像を用いて欠陥検出を行うことを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の検査装置。

【請求項 11】

前記欠陥検出手段で検出された欠陥の種類を識別する識別手段を有することを特徴とする請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 12】

前記欠陥検出手段による検出結果を表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 13】

白色点光源からの照射光を検査対象物に導き、該検査対象物表面から戻って来た反射光を集束させ、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成を持ち、後像空間焦平面の位置に設置された開口絞りを透過させ、

前記複数のカラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光し、前記複数のカラーフィルターによって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出することを特徴とする検査方法。

【請求項 14】

白色点光源からの照射光を、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した絞りを通して検査対象物に導き、前記検査対象物表面から戻って来た反射光を集束させ、後像空間焦平面の位置に設置された開口絞りを通し、前記複数のカラーフィルターから照射された光を分離した状態で受光し、前記複数のカラーフィルターによって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出することを特徴とする検査方法。

【請求項 15】

光源からの照射光を検査対象物に導き、該検査対象物表面から戻って来た反射光を集束させ、偏光状態の異なる複数の偏光フィルターを同心円状に配置した構成を持ち、後像空間焦平面の位置に設置された開口絞りを透過させ、偏光状態の違いにより光路を分離した後受光し、各偏光フィルターによって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出することを特徴とする検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物表面の凹凸や異物、傷、あるいは濃淡むら等を検出する検査装置及び検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

〔従来技術の概要〕

図 15 を参照して、特許文献 1 に開示されている従来技術について説明する。

光源装置 60 は、ハロゲンランプ 61 を発光源としている。このハロゲンランプ 61 からの出射光は、ダイクロイックミラーからなる楕円リフレクタ 62 で反射された後、熱線

10

20

30

40

50

吸収フィルター 63 を透過し、直径 2 mm のピンホール 64 に集光される。このピンホール 64 は、試料表面 74 a を照明するため照射光の点光源となる。ピンホール 64 の前方には、複数の干渉フィルターを備えるターレット状の波長選択フィルター 65 が設けられており、試料表面を照明する照射光の波長を適宜変更することを可能にする。この波長選択フィルター 65 は検査装置の光学系部分の感度調節に用いられ、試料表面 74 a の凹凸のピークツバレーが小さい場合には波長の短い領域が選択される。光源装置 60 からの照射光は、ハーフミラー 75 で反射された後コリメートレンズ 73 に入射する。このコリメートレンズ 73 は、特殊低分散ガラスを用いた直径 6 インチ (F 7.1) のアポクロマトレンズであり、光源装置 50 のピンホール 64 から拡散する照射光を平行光束に変換して試料表面 74 a に入射させる。すなわち、このコリメートレンズ 73 は、その前像空間焦平面の位置にピンホール 64 が位置するように設置されている。コリメートレンズ 73 からの平行光束が入射する試料 74 は、チルトステージ 77 上に載置されている。このチルトステージ 77 は、照射光の平行光束が試料表面 74 a に垂直に入射するように、試料 74 の傾きを微調整する。試料表面 74 a からの反射光は、再度コリメートレンズ 73 に入射してビーム径を絞られる。コリメートレンズ 73 でビーム径を絞られた反射光は、ハーフミラー 75 を透過して、入射光の光路から分岐される。ハーフミラー 75 は、平板ビームスプリッターであるが、その 2 平面間に所定の微小角が設けられたウェッジ付きのハーフミラーである。したがって、その上側の透過面での反射に起因して発生する不要なゴースト光は、反射光の光路、すなわちコリメートレンズ 73 の光軸から外れる。この結果、ゴースト光は検出装置 70 で検出されなくなる。ハーフミラー 75 に設けられる微小角は、例えばゴースト光が検出装置 70 に入射しないように (ゴースト光が検出装置 70 のカメラレンズ 72 の入射瞳によって遮られるように) 設定する。ハーフミラー 75 で照射光の光路から分岐された必要な反射光は、検出装置 7 に設けられたズームタイプのカメラレンズ 72 に入射する。カメラレンズ 72 内部の集光位置には、開口絞り 76 が配置されている。すなわち、開口絞り 76 はコリメートレンズ 73 の後像空間焦平面に対応する位置に配置されていることになる。したがって、試料表面 74 a で散乱された散乱光のほとんどがこの開口絞り 76 で遮断される。この開口絞り 76 は 10 枚羽根からなるアイリス絞りで、可動調節部を動かすことによりその円形開口の直径を連続的に変化できるようになっている。この円形開口の直径を変化させることにより、検査の種別 (うねりの検査、デンプルの検査、傷の検査など) に適した光像が得られる。カメラレンズ 72 を通過した試料表面 74 a からの反射光は、1/2 インチタイプの CCD カメラ 71 の検出面 71 a 上に投影される。CCD カメラ 71 からの画像信号は、一旦電気信号に変換され、適当な信号処理装置で処理された後、再構成された画像としてモニタ (図示せず) に逐次表示される。この場合、CCD カメラ 71 の検出面 71 a 上に投影される画像は、試料表面 74 a の状態に対応する 2 次元的な明暗パターンとなっている。詳細に説明すると、CCD カメラ 71 の検出面 71 a 上に投影される画像の明暗パターンは、試料表面 74 a からの反射光のうち、開口絞り 76 を通過したもののみによって構成される。すなわち、試料表面 74 a でその法線方向に反射されなかった散乱光のほとんどは、開口絞り 76 によって遮断され、試料表面 74 a でその法線方向に反射された戻り光は、この開口絞り 76 を通過する。しかも、かかる戻り光によって構成される明暗パターン中の各位置に投影される光は、試料表面 74 a の各位置に 1 対 1 で対応したものとなっている。したがって、CCD カメラ 71 の検出面 71 a 上に投影される画像の明暗パターンは試料表面 74 a の凹凸等の微小な変化を反映したものとなっており、CCD カメラ 71 の画像出力を観察することにより、試料表面 74 a の状態の微小な変化の 2 次元的分布を正確に観測することができる。

【0003】

〔従来技術の問題点〕

以上のようなテレセントリック光学系を用いた従来光学系では、検出したい欠陥種が多くなると、開口絞りの大きさを変えて複数回の撮像を行う必要が生じてくる。例えば、光ディスク検査を考えてみる。従来、反射型の光ディスクの層構造を図 1 に示す。図 1 に

10

20

30

40

50

において、光ディスク 1 は、円形状の基板 2 と、この基板 2 の下面に形成された記録層 3 と、記録層 3 の表面に例えば金を蒸着して形成された反射層 4 とから構成され、基板 2 の素材としては主としてガラス或いはポリカーボネイト等の透光性部材が使用されている。また、記録層 3 は、有機色素がスピンコート法によって基板 2 上に塗布されて形成される。さらに、記録層 3 の表面に保護膜 5、或いはその他の機能を有する膜を形成する場合もある。このような光ディスクの検査においては、基板 2 の表面や、反射層 4 の表面の凹凸や傷、混入した異物といった欠陥を検出する必要がある。このような検査に従来技術を適用した場合、開口絞りを小さく絞ることのより、凹凸や傷、異物に対して検出感度を上げることが可能である。しかし一方で、記録層 3 は色素から形成されており、濃さの違いによるムラ状の欠陥が存在する。このような色彩情報（色の濃さ）は通常、拡散光を受光することにより得られる。つまり、開口絞りを大きく開けた方が、拡散光を受光し易くなるので、色彩の変化に敏感になる。よって、対象物表面の凹凸欠陥と色彩の違いを同時に検査したい場合には、開口絞りの大きさを変えて、複数回撮像しなければならない。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

次に感光体 (Organic Photo Conductor) ドラム 17 の構造を図 7 に示す。円筒状のアルミ素管 18 上にアンダーコート層 (UC層:Under Coat Layer) 19 が塗装され、さらに電荷発生層 (CG層:Charge carrier Generation Layer) 20、電荷輸送層 (CT層:Charge carrier Transfer Layer) 21 が塗膜された 3 層構造が一般的である。発生する欠陥の種類は、図 8 に示すように、3 層構造の内部に発生した異物 27、塗布むらによる濃淡色むら 28、ドラム表面層での接触による傷 26 や付着した異物、CT層 21 の厚みが正常部と異なる場合に発生する膜厚むら 25 等である。このような感光体ドラム 17 の検査に従来技術を適用した場合も、膜厚むら 25、傷 26、異物 27 は、開口絞りを小さくする程、検出感度を上げることができる反面、濃淡色むら 28 に対しては逆に感度が低下してしまう。

【 特許文献 1 】 特許第 3 3 8 5 4 3 2 号 公 報**【 発 明 の 開 示 】****【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】****【 0 0 0 5 】**

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、テレセントリック光学系を用いた検査光学系において、うねりや微妙な凹凸や異物、傷のような欠陥と同時に、色むら欠陥も同時に感度良く検出できる検査装置及び検査方法を提供することを目的とする。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】**【 0 0 0 6 】**

かかる目的を達成するために、本発明の第 1 の検査装置は、白色点光源からの照射光を検査対象物に導き、検査対象物表面から戻って来た反射光を集束するための光学素子と、光学素子の後像空間焦平面位置に配設される開口絞りと、開口絞りを通過した反射光の像を検出する像検出手段と、を備えた検査装置において、開口絞りは、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成であり、像検出手段は、複数のカラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光し、像検出手段によって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出する欠陥検出手段を有することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明の第 2 の検査装置は、本発明の第 1 の検査装置において、白色点光源からの照射光を検査対象物に導き、検査対象物表面から戻って来た反射光を集束するための光学素子と、光学素子の後像空間焦平面位置に配設される第 1 の開口絞りと、第 1 の開口絞りを通過した反射光の像を検出する像検出手段と、を備えた検査装置において、第 1 の開口絞りとは共役関係にある点光源位置に、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成の第 2 の開口絞りを置き、像検出手段は、複数のカラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光し、像検出手段によって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出する欠陥検出手段を有することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明の第3の検査装置は、本発明の第1又は第2の検査装置において、複数のカラーフィルターは、R色のみを通すカラーフィルターと、G色のみを通すカラーフィルターと、B色のみを通すカラーフィルターと、から構成されていることを特徴とする。

【0009】

本発明の第4の検査装置は、本発明の第1から第3のいずれか1つの検査装置において、欠陥検出手段は、最初に、像検出手段で検出されたG画像のみを用いて欠陥検出を行い、次に、像検出手段で検出されたB画像と、G画像とを足し合わせたG+B画像を生成し、G+B画像を用いて欠陥検出を行い、次に、像検出手段で検出されたR画像と、G+B画像とを足し合わせたG+B+R画像を生成し、G+B+R画像を用いて欠陥検出を行うことを特徴とする。

10

【0010】

本発明の第5の検査装置は、本発明の第1から第4のいずれか1つの検査装置において、欠陥検出手段で検出された欠陥の種類を識別する識別手段を有することを特徴とする。

【0011】

本発明の第6の検査装置は、本発明の第1から第5のいずれか1つの検査装置において、欠陥検出手段による検出結果を表示する表示手段を有することを特徴とする。

【0012】

本発明の第7の検査装置は、本発明の第1から第6のいずれか1つの検査装置において、像検出手段は、単板式カラーCCDまたは3CCDカラーカメラのいずれかであることを特徴とする。

20

【0013】

本発明の第8の検査装置は、光源からの照射光を検査対象物に導き、検査対象物表面から戻って来た反射光を集束するための光学素子と、光学素子の後像空間焦平面位置に配設される開口絞りと、開口絞りを通過した反射光の像を検出する像検出手段と、を備えた検査装置において、束光の光路を偏光状態により分岐する光路分岐手段を有し、開口絞りは、複数の偏光状態の異なる偏光フィルターを同心円状に配置した構成であり、検出手段は、光路分岐手段により分岐された光をそれぞれ受光し、像検出手段によって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出する欠陥検出手段を有することを特徴とする。

【0014】

本発明の第9の検査装置は、本発明の第8の検査装置において、複数の偏光フィルターは、光源の第1の直線偏光を透過させる第1の偏光フィルターと、光源の第2の直線偏光を透過させる第2の偏光フィルターと、から構成されていることを特徴とする。

30

【0015】

本発明の第10の検査装置は、本発明の第8又は第9の検査装置において、欠陥検出手段は、最初に、像検出手段で検出された第1の偏光画像のみを用いて欠陥検出を行い、次に、像検出手段で検出された第2の偏光画像と、第1の偏光画像とを足し合わせた第1+第2の偏光画像を生成し、第1+第2の偏光画像を用いて欠陥検出を行うことを特徴とする。

【0016】

本発明の第11の検査装置は、本発明の第8から第10のいずれか1つの検査装置において、欠陥検出手段で検出された欠陥の種類を識別する識別手段を有することを特徴とする。

40

【0017】

本発明の第12の検査装置は、本発明の第8から第13のいずれか1つの検査装置において、欠陥検出手段による検出結果を表示する表示手段を有することを特徴とする。

【0018】

本発明の第1の検査方法は、白色点光源からの照射光を検査対象物に導き、検査対象物表面から戻って来た反射光を集束させ、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成を持ち、後像空間焦平面の位置に設置された開口絞りを透過させ

50

、複数のカラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光し、複数のカラーフィルターによって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出することを特徴とする。

【0019】

本発明の第2の検査方法は、白色点光源からの照射光を、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した絞りを通して検査対象物に導き、検査対象物表面から戻って来た反射光を集束させ、後像空間焦平面の位置に設置された開口絞りを通し、複数のカラーフィルターから照射された光を分離した状態で受光し、複数のカラーフィルターによって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出することを特徴とする。

10

【0020】

本発明の第3の検査方法は、光源からの照射光を検査対象物に導き、検査対象物表面から戻って来た反射光を集束させ、偏光状態の異なる複数の偏光フィルターを同心円状に配置した構成を持ち、後像空間焦平面の位置に設置された開口絞りを透過させ、偏光状態の違いにより光路を分離した後受光し、各偏光フィルターによって得られた単独の画像及び組み合わせた画像から欠陥を検出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、後像空間焦平面位置に透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成の開口絞りを配置し、各カラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光しているため、複数の大きさの開口による撮像を同時に行うことができ、つまりは種類の異なる欠陥を1度の撮像で同時に行うことが可能となる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明を実施するための最良の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

【実施例1】

【0023】

本発明の実施例1として、光ディスクの欠陥等を検出するための検査装置及び検査方法について説明する。

30

図2において、白色光源6からの光はコンデンサレンズ7により照明光絞り8に集光され、ハーフミラー9で反射される。照明光絞り8は、コリメートレンズ10の焦点に配置されるので、コリメートレンズ10で平行光束にされて光ディスク1に照射される。光ディスク1からの反射光は、コリメートレンズ10、ハーフミラー9を通過してカラーフィルター開口絞り11を通り、単板式カラーCCD12の素子面上に結像される。図2に示したように、カラーフィルター開口絞り11は、コリメートレンズ10の後側焦点位置に配置され、撮像光学系が光ディスク1側でテレセントリックになっている。単板式カラーCCD12で撮像された光ディスク1の画像は画像入力部13に取り込まれ、画像処理部14で画像処理される。画像処理部14で得られた検査結果は、モニタ15上に表示される。

40

【0024】

単板式カラーCCD12では、図4に示すようなカラーフィルターが用いられている。輝度信号の寄与する割合の大きいGを市松上に配置し、残りの箇所にR、Bを更に市松上に配置したベイア配列になっている。このようなベイア配列等のカラーフィルターを被せたCCDから信号が出力された時点では、画素毎にRGBの色成分の中で1色分の情報しか得られていない。そこで通常の撮像では、画像処理部において各画素に残り2色分の情報を周辺画素の色信号値から推定することにより、残りの色情報を得る補間処理が行われる。

【0025】

カラーフィルター開口絞り11は図3のような構成になっている。つまり、同心円状に

50

、中心からGのみを通すカラーフィルター11(a)、Bのみを通すカラーフィルター11(b)、Rのみを通すカラーフィルター11(c)によって、構成されている。

【0026】

以上のようなカラーフィルター開口絞り11と単板式カラーCCD12によって得られた画像から、欠陥部を検出する方法に関して図6を用いて説明する。画像入力部13で得られたR、G、Bの各画像29、30、31を画像処理部14に送る。画像処理部14では、まず、G画像29のみを使用して欠陥検出処理を行う。すなわち、光ディスク1上に何も欠陥部がなければ、その反射光はカラーフィルター開口絞り11(a)を通過できる。しかし表面にうねり等による凹凸があると反射光が法線方向からずれるため、カラーフィルター開口絞り11(a)を通過できない。また、異物や傷によって光が散乱された場合も、その散乱光はカラーフィルター開口絞り11(a)を通過できない。その結果、単板式カラーCCD12によって得られるG画像29の明暗パターンは、光ディスク1の凹凸等の微小な変化を反映したものとなっている。欠陥検出処理1(34)では、例えば、G画像29に含まれる映像信号(原映像信号)を微分する、矩形領域に区切って平均や標準偏差を算出する、ヒストグラムを解析する等の処理によって欠陥部を検出できる。G画像29は最も開口が小さい状態で得られた画像である為、凹凸に対する検出感度が最も高い。

10

【0027】

次に、画像入力部14で得られたG画像29とB画像30を足し合わせG+B画像32を生成する。そのG+B画像32は、図3のカラーフィルター開口絞り11(a)と11(b)を通過できた反射光と通過できなかった反射光による明暗パターンを表している。欠陥検出処理部2(35)では欠陥検出処理部1(34)と同様の方法で欠陥部を検出する。この場合、開口部は11(a)と(b)を合わせた大きさになるため、G画像29単独の時よりは凹凸に対する検出感度は低くなる。さらに、このG+B画像32に画像入力部14で得られたR画像31を足し合わせG+B+R画像33を生成する。このG+B+R画像33から、欠陥検出処理部3(36)により、欠陥検出処理部1(34)と同様の方法で欠陥部を検出する。ここで、カラーフィルター開口絞り11(c)の大きさは、光ディスク1の記録層3による散乱光が十分受光できるレベルの大きさに設定しておく。ここでは、凹凸に対する検出感度を低め、記録層3の濃淡むらを感度良く検出できる。

20

【0028】

次に識別部37の動作に関して説明する。入射した光は散乱されずに、その反射方向が変化するだけのへこみ欠陥と、入射光が散乱されてしまう異物、傷を識別する場合を考える。開口絞りの大きさを広げて行ったとき、へこみ欠陥の方が先に検出できなくなる。入射光が散乱されてしまう異物、傷の場合、散乱されてしまった光は開口部を多少広げたとしても通過することはできないため暗いままである。そこで、開口部は11(a)の大きさを目標とするへこみ欠陥を検出できる限界の大きさに設定しておけば、G画像29と欠陥検出処理部1(34)でへこみ、異物、傷の検出、G+B画像32と欠陥検出処理部2(35)で異物、傷の検出を行うことができる。

30

【0029】

識別部37では、両方で検出されたものは異物や傷等の散乱性の欠陥であり、欠陥検出処理部1(34)だけで検出されたのはへこみのような欠陥であると判断することにより両者を識別して、判定結果を保存し、色分け等を施してモニタ15上に結果を表示する。同様に欠陥検出処理部3(36)のみで検出された欠陥は、濃淡むら欠陥であると判断することができる。以上の様に、へこみ、異物、傷、濃淡むら等の性質や発生原因の異なる欠陥種を識別することができる。

40

【実施例2】

【0030】

本発明の実施例2として、感光体ドラムの欠陥等を検出するための検査装置及び検査方法について説明する。

図9において、白色光源6から出射された光は、コンデンサレンズ7によって、照明光

50

絞り 8 の位置に集光して白色光源 6 の像を形成し、照明光絞り 8 を通過した光は実質的に点光源からのものとみなされる照明光となる。この照明光は照明用レンズ（シリンドリカルレンズ）22 を介してハーフミラー 9 に入射し、ハーフミラー 9 において反射した後、感光体ドラム 17 に向けて照射される。

【0031】

感光体ドラム 17 で反射された反射光はハーフミラー 9 を透過して結像レンズ 23 によって集光され、単板式カラー CCD 12 に結像する。ここで、円筒状である感光体ドラム 17 の中心 24 が、光軸上に存在するように感光体ドラム 17 を配置し、さらに、感光体ドラム 17 と光軸とが交わる点 38 と中心 24 との中心（球面の焦点）39 が照明光の感光体ドラム 17 がない場合の集光点とほぼ一致するように感光体ドラム 17 を配置する。

10

【0032】

このように感光体ドラム 17 を配置することにより、反射光はほぼ平行光となって光軸に沿って結像レンズ 23 に入射し、単板式カラー CCD 12 上に感光体ドラム 17 の像を形成する。カラーフィルター開口絞り 11 は結像レンズ 23 の後像空間焦点位置に配置される。感光体ドラム 17 上に微小な凹凸や傷、異物などが存在する場合、その微小な凹凸や傷、異物などに対応して、単板式カラー CCD 12 上に明暗の模様が現れる。

【0033】

カラーフィルター開口絞り 11 の構成は、上述した実施例 1 のもの（図 3 参照）と同じである。また、単板式カラー CCD 12 によって得られた R、G、B 画像から欠陥部を検出する処理方法に関しても、上記実施例 1 と同様である。

20

【実施例 3】

【0034】

実施例 1、2 では単板式カラー CCD 12 を用いたが、図 5 に示す 3 CCD カラーカメラを用いても良い。この場合、図 4 のようなカラーフィルターは無く、色分解プリズム 16 により R、G、B 画像に分割され、それぞれが CCD で受光されることになる。

【0035】

以上説明したように、上記実施例 1～3 によれば、後像空間焦平面位置に、透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成の開口絞りを配置し、各カラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光しているため、複数の大きさの開口による撮像を同時に行うことができ、つまりは種類の異なる欠陥を 1 度の撮像で同時に行うことが可能となる。

30

【実施例 4】

【0036】

本発明の実施例 4 として、照明側にカラーフィルター開口絞りを設置した構成の検査装置について説明する。

本実施例の検査装置は、図 11 に示すように、実施例 1（図 2 参照）の構成において、カラーフィルター開口絞り（第 2 の開口絞り）11 を照明光絞り 8 の位置に設置し、結像レンズ 23 の後像空間側焦点位置に開口絞り（第 1 の開口絞り）57 を設置した構成である。この構成では、カラーフィルター開口絞り 11 の大きさにより照明光の平行度が異なってくる。その照射光の平行度によっても検出感度が異なってくる。

40

【0037】

その理由について、図 10 を用いて説明する。図 10 (a) は、カラーフィルター開口絞り 11 の大きさが小さい場合で、光ディスク 1 の表面が正常面 42 の場合、入射光 40 は法線方向に入射し、反射光 41 も法線方向に反射していく。ここで、光ディスク 1 表面に凹凸欠陥が有り、傾斜面 43 のようになっていた場合（図 10 (b)）、入射光 40 は法線方向に入射するが、反射光 41 は図 10 (a) の方向とは異なり、開口絞り 57 を通過することはできなくなり、単板式カラーカメラ 12 で暗くなる画像が得られる。

【0038】

次に、カラーフィルター開口絞り 11 を大きくしていくと、入射光 40 の平行度が乱れ、図 10 (c)、(e) のように、法線方向以外から入射してくる光も混ざってくる。こ

50

の状態、傾斜面 43 を照射すると、図 10 (f) のように、傾斜面 43 からの反射光 41 が法線方向に反射して行ってしまうため、開口絞り 44 を通過し、正常面 42 と同じような明るさになってしまう場合がある。つまり、カラーフィルター開口絞り 11 を大きくしていくと、凹凸に対する感度が低下し、一方で、検査対象物に色々な角度で照射し拡散した光を受光できるため、色彩情報を得ることができる。よって、実施例 1 と同じように、最も絞りの小さい G 画像 29 によりへこみのような欠陥と異物、傷等の散乱性欠陥を、G + B 画像 32 で異物、傷等の散乱性欠陥を、G + B + R 画像 33 で濃淡むら欠陥を検出することができる。

【 0 0 3 9 】

以上説明したように、上記実施例 4 によれば、開口絞りと共役関係にある点光源位置に透過波長帯域の異なる複数のカラーフィルターを同心円状に配置した構成の絞りを置き、各カラーフィルターを透過した光を分離した状態で受光しているため、平行度の異なる照射光を同時に照射し受光することができ、つまりは種類の異なる欠陥を 1 度の撮像で同時に行うことが可能となる。

【 実施例 5 】

【 0 0 4 0 】

本発明の実施例 5 の検査装置及び検査方法について説明する。

図 12 において、レーザ光源 44 からの光はコリメートレンズ 1 (45) とコリメートレンズ 2 (58) によって広げられまた平行光化されて光ディスク 1 に照射される。レーザ光源 44 はランダム偏光のものを使用し、偏光面が直行する 2 つの直線偏光 (直線偏光 1、直線偏光 2) が 1 : 1 の割合で混合しているものとする。光ディスク 1 からの反射光は、コリメートレンズ 2 (58)、ハーフミラー 9 を通過して偏光フィルター開口絞り 46 を通った後、偏光ビームスプリッター 47 で分割され、CCD 1 (48) と CCD 2 (49) にそれぞれに結像される。

【 0 0 4 1 】

ここで、偏光フィルター開口絞り 46 の構成に関して図 13 を参照して説明する。同心円状に中心からレーザ光源 44 の直線偏光 1 が透過するように偏光フィルター 1 (46 (a)) が、直線偏光 2 が透過するように偏光フィルター 2 (46 (b)) で開口絞りが形成されている。図 12 に示したように、偏光フィルター開口絞り 46 は、コリメートレンズ 2 (58) の後側焦点位置に配置されている。偏光フィルター 1 (46 (a)) を通過した直線偏光 1 は、偏光ビームスプリッター 47 を通り抜け CCD 1 上に結像する。一方、偏光フィルター 2 (46 (b)) を通過した直線偏光 2 は、偏光ビームスプリッター 47 で折り曲げられ CCD 2 に結像する。

【 0 0 4 2 】

図 14 に示すように、画像入力部 50 で得られた偏光 1 画像 52 と偏光 2 画像は画像処理部 51 に送られる。画像処理部 51 では、まず、偏光 1 画像 52 のみを使用して欠陥検出処理を行う。すなわち、光ディスク 1 上に何も欠陥部がなければ、その反射光は偏光フィルター開口絞り 46 (a) を通過できる。しかし表面にうねり等による凹凸があると反射光が法線方向からずれるため偏光フィルター開口絞り 46 (a) を通過できない。また、異物や傷によって光が散乱された場合も、その散乱光は偏光フィルター開口絞り 46 (a) を通過できない。その結果、偏光 1 画像 52 の明暗パターンは、光ディスク 1 の凹凸等の微小な変化を反映したものとなっている。

【 0 0 4 3 】

欠陥検出処理 4 (55) では、例えば、偏光 1 画像 52 に含まれる映像信号 (原映像信号) を微分する、矩形領域に区切って平均や標準偏差を算出する、ヒストグラムを解析する等の処理によって欠陥部を検出できる。偏光 1 画像 52 は開口が小さい状態で得られた画像である為、凹凸に対する検出感度が最も高い。次に、画像入力部 50 で得られた偏光 1 画像 52 と偏光 2 画像 53 を足し合わせ偏光 1 + 偏光 2 画像 54 を生成する。

【 0 0 4 4 】

その偏光 1 + 偏光 2 画像 54 は、偏光フィルター開口絞り 46 (a) と 46 (b) を通

過できた反射光と通過できなかった反射光による明暗パターンを表している。欠陥検出処理部 5 (5 6) では欠陥検出処理部 4 (5 5) と同様の方法で欠陥部を検出する。この場合、開口部は 4 6 (a) と 4 6 (b) を合わせた大きさになるため、偏光 1 画像 5 2 の時よりは凹凸に対する検出感度は低くなるが、光ディスク 1 の記録層 3 による散乱光が十分受光できるレベルの大きさに設定しておく。つまり、ここでは、凹凸に対する検出感度を低め、記録層 3 の濃淡むらを感度良く検出できる。

【 0 0 4 5 】

次に識別部 5 9 では、欠陥検出処理部 4 (5 5) のみで検出された欠陥はへこみ欠陥である、欠陥検出処理部 5 (5 6) のみで検出された欠陥は濃淡むらである、両方で検出された欠陥は異物、傷等の欠陥であるというように、欠陥種の識別を行い、その結果を保存し、色分け等を施してモニタ 1 5 上に結果を表示する。

【 0 0 4 6 】

以上説明したように、上記実施例 5 によれば、後像空間焦平面位置に偏光状態の異なる複数の偏光フィルターを同心円状に配置した構成の開口絞りを配置し、各偏光フィルターを透過した光を分離した状態で受光しているため、複数の大きさの開口による撮像を同時に行うことができ、つまりは種類の異なる欠陥を 1 度の撮像で同時に行うことが可能となる。

【 0 0 4 7 】

以上、本発明の各実施例について説明したが、上記各実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の変形が可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 8 】

本発明は、光ディスクや感光体ドラムの欠陥検査方法及び装置に適用できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 9 】

【 図 1 】 本発明の検査装置の検査対象となる光ディスクの構成を示す側断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施例 1 に係る検査装置の構成を示す図である。

【 図 3 】 本発明の実施例 1 に係る検査装置のカラーフィルター開口絞りを示す図である。

【 図 4 】 本発明の実施例 1 に係る検査装置のベイア配列のカラーフィルターを示す図である。

【 図 5 】 3 C C D カラーカメラの一例を示す図である。

【 図 6 】 本発明の実施例 1 に係る検査装置の画像処理部の構成を示すブロック図である。

【 図 7 】 感光体 (Organic Photo Conductor) ドラム 1 7 の構造を示す図である。

【 図 8 】 感光体ドラムに発生する欠陥の種類を示す図である。

【 図 9 】 本発明の実施例 2 に係る検査装置の構成を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明の実施例 4 に係る検査装置の原理を説明するための図である。

【 図 1 1 】 本発明の実施例 4 に係る検査装置の構成を示す図である。

【 図 1 2 】 本発明の実施例 5 に係る検査装置の構成を示す図である。

【 図 1 3 】 本発明の実施例 5 に係る検査装置のカラーフィルター開口絞りを示す図である。

【 図 1 4 】 本発明の実施例 5 に係る検査装置の画像処理部の構成を示すブロック図である。

【 図 1 5 】 従来技術の構成を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

- 1 光ディスク (検査対象物)
- 2 基板
- 3 記録層
- 4 反射層
- 5 保護層

10

20

30

40

50

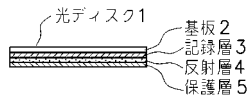
6	白色光源（白色点光源）	
7	コンデンサレンズ	
8	照明光絞り	
9	ハーフミラー	
10	コリメートレンズ	
11	カラーフィルター開口絞り	
11 (a)	Gのみを通すカラーフィルター	
11 (b)	Bのみを通すカラーフィルター	
11 (c)	Cのみを通すカラーフィルター	
12	単板式カラーCCD（像検出手段）	10
13	画像入力部	
14	画像処理部（欠陥検出手段）	
15	モニタ（表示手段）	
17	感光体ドラム（検査対象物）	
18	アルミ素管	
19	UC層	
20	CG層	
21	CT層	
22	照明用レンズ	
23	結像レンズ	20
24	感光体ドラム17の中心	
25	膜厚むら（欠陥の一例）	
26	傷（欠陥の一例）	
27	異物（欠陥の一例）	
28	濃淡色むら（欠陥の一例）	
29	G画像	
30	B画像	
31	R画像	
32	G + B画像	
33	G + B + R画像	30
34	欠陥検出処理1	
35	欠陥検出処理2	
36	欠陥検出処理3	
37	識別部（識別手段）	
38	感光体ドラム17と光軸とが交わる点	
39	感光体ドラム17の中心24との中点（球面の焦点）	
40	入射光	
41	反射光	
42	正常面	
43	傾斜面	40
44	レーザ光源	
45	コリメートレンズ1	
46	偏光フィルター開口絞り	
46 (a)	偏光フィルター1（第1の偏光フィルター）	
46 (b)	偏光フィルター2（第2の偏光フィルター）	
47	偏光ビームスプリッター（光路分岐手段手段）	
48	CCD1（像検出手段）	
49	CCD2（像検出手段）	
50	画像入力部	
51	画像処理部（欠陥検出手段）	50

- 5 2 偏光 1 画像 (第 1 の 偏 光 画 像)
- 5 3 偏光 2 画像 (第 2 の 偏 光 画 像)
- 5 4 偏光 1 + 偏光 2 画像 (第 1 + 第 2 の 偏 光 画 像)
- 5 5 欠陥検出処理 4
- 5 6 欠陥検出処理 5
- 5 7 開口絞り (第 1 の 開 口 絞 り)
- 5 8 コリメートレンズ 2
- 5 9 識別部 (識 別 手 段)
- 6 0 光源装置
- 6 1 ハロゲンランプ
- 6 2 楕円リフレクタ
- 6 3 熱線吸収フィルター
- 6 4 ピンホール
- 6 5 波長選択フィルター
- 7 0 検出装置
- 7 1 C C D カメラ
- 7 1 a C C D カメラ 7 1 の 検 出 面
- 7 2 カメラレンズ
- 7 3 コリメートレンズ
- 7 4 試料
- 7 4 a 試料表面
- 7 5 ハーフミラー
- 7 6 開口絞り
- 7 7 チルトステージ

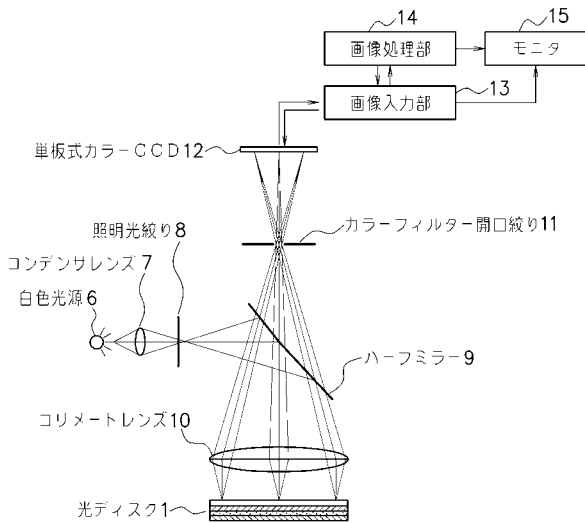
10

20

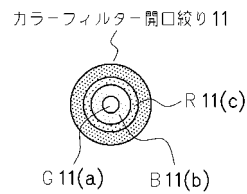
【 図 1 】



【 図 2 】



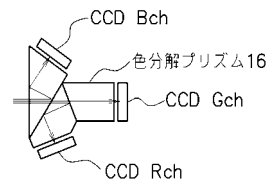
【 図 3 】



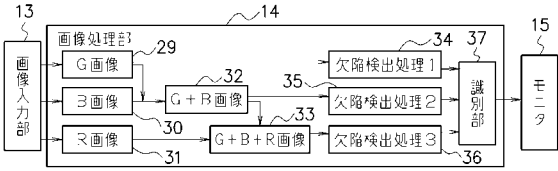
【 図 4 】



【 図 5 】



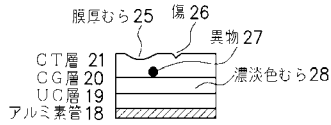
【図6】



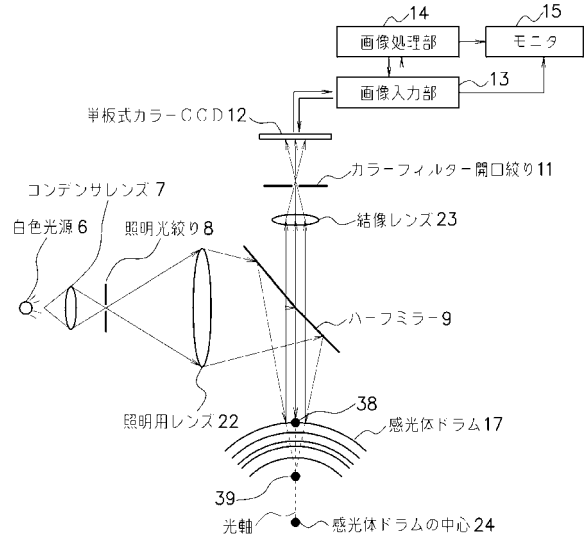
【図7】



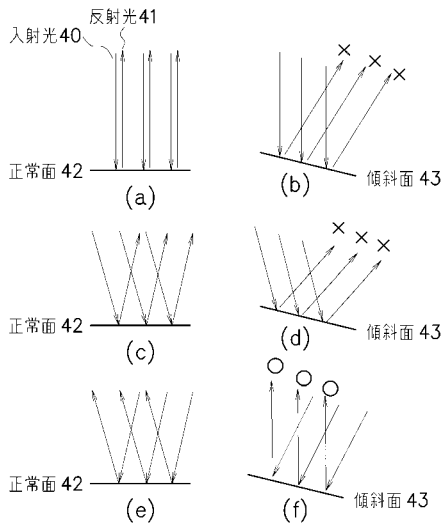
【図8】



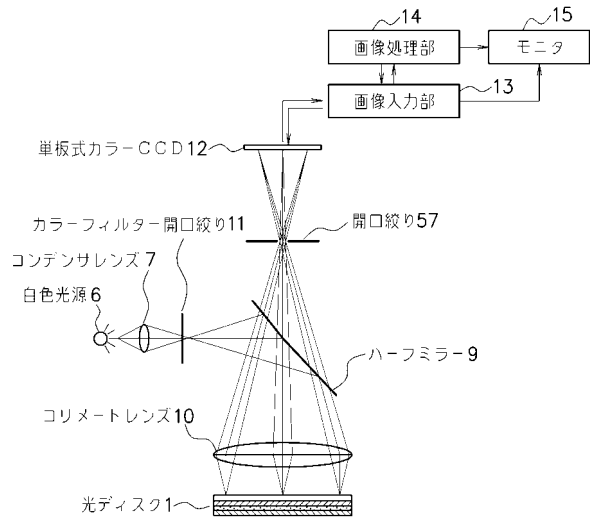
【図9】



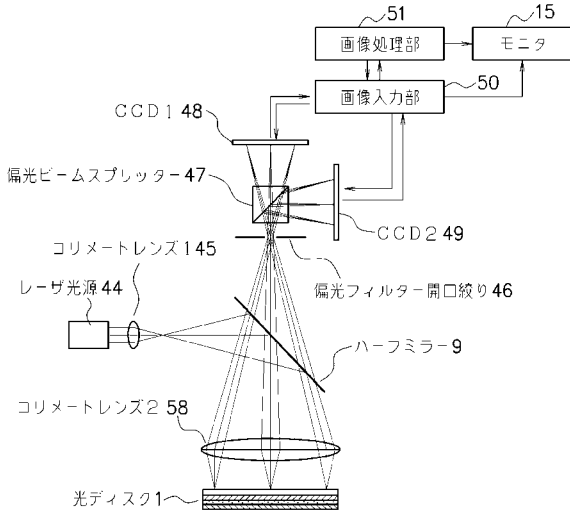
【図10】



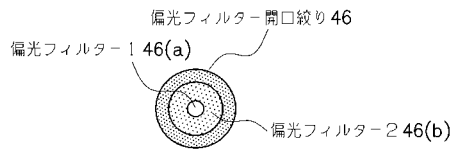
【図11】



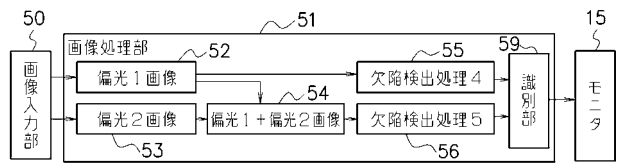
【図12】



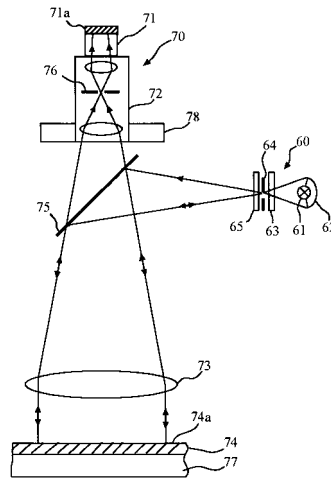
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA71 AA90 AB02 AB20 BA08 BB03 BB07 BB09 BB11 CA04
CA07 CB01 CC07 CC09 CC15 EA08 EA12 EA14 EA17 EC01
EC02 EC03
5D121 HH01 HH11 HH18