

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年6月22日(22.06.2017)



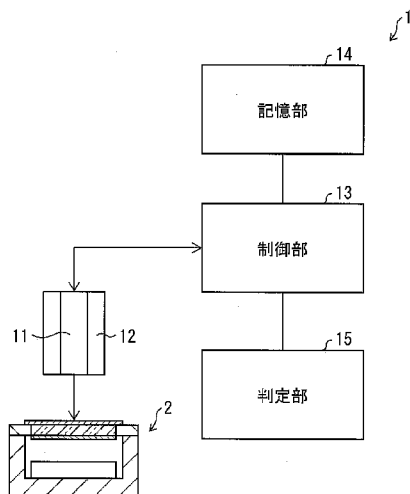
(10) 国際公開番号
WO 2017/104201 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/88 (2006.01) *G01N 21/90* (2006.01)
G01J 1/00 (2006.01) *G02B 1/11* (2015.01)
G01J 1/04 (2006.01) *H01L 31/0232* (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/077655
- (22) 国際出願日: 2016年9月20日(20.09.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-247606 2015年12月18日(18.12.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (FUJIKURA LTD.)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場1丁目5番
1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岩田 幸一郎 (IWATA, Koichiro); 〒
2858550 千葉県佐倉市六崎1-4-0番地 株式
会社フジクラ佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人HARAKENZO W
ORLD PATENT & TRADEMA
RK (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-
MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁
目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL DEVICE, DEVICE FOR INSPECTING OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL DEVICE, AND METHOD OF INSPECTING OPTICAL ELEMENT AND OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 光学素子および光学装置、光学素子および光学装置の検査装置、並びに光学素子および光学装置の検査方法

図 1



13 Control unit
14 Storage unit
15 Determining unit

(57) Abstract: The invention facilitates detection of the presence and location of a foreign body. An optical device (2) is provided, on an optical window (23a) of a lid portion (23) which occludes an opening portion of an enclosure portion (22), with first and second reflection-preventing films (24, 25) which: allow passage of signal light employed by an optical element (21); have a reflection coefficient with respect to inspecting light that is higher than the reflection coefficient with respect to the signal light, where the wavelength of the inspecting light is different from that of the signal light; and have a reflection coefficient with respect to second inspecting light that is lower than the reflection coefficient with respect to first inspecting light.

(57) 要約: 異物の存在および異物の位置の検出を容易にする。光学装置(2)は、筐体部(22)の開開口部を塞ぐ蓋部(23)の光学窓(23a)に、光学素子(21)が使用する信号光を透過させ、信号光とは波長が異なる検査光に対する反射率が信号光に対する反射率よりも高く、第2の検査光に対する反射率が第1の検査光に対する反射率よりも低い第1および第2の反射防止膜(24, 25)が設けられている。

明 細 書

発明の名称：

光学素子および光学装置、光学素子および光学装置の検査装置、並びに光学素子および光学装置の検査方法

技術分野

[0001] 本発明は、信号光を使用する光学素子および光学素子を備える光学装置、光学素子および光学装置の検査装置、並びに光学素子および光学装置の検査方法に関する。

背景技術

[0002] 図6は従来の光学装置の構成を示す縦断面図である。図7は、図6に示した光学装置における入射光の波長と反射率との関係を示すグラフである。

[0003] 従来、図6に示すように、内部に光学素子111を備え、光学窓から光学素子111に信号光を入射させる光学装置101が知られている。光学装置101は、方形の容器状の筐体部112の底部に光学素子111が固定され、筐体部112の上に接合された蓋部113により、筐体部112が封止されている。光学素子111へは、蓋部113に形成された光学窓113aから信号光が入射する。このような光学装置101は、例えば特許文献1に示されている。

[0004] 光学装置101の光学窓113aには、使用する信号光の反射を抑制する反射防止膜115、116が設けられることがある。反射防止膜115、116では、図7に示すように、設計上、可視光領域の波長の光への対応については考慮されていない。

[0005] 光学装置101では、筐体部112に蓋部113を接合した状態にて、光学装置101の内部に残留している異物の有無が検査される。この検査には観察用光学系を有する検査装置を使用し、検査装置は、観察用光学系の合焦位置にて異物の有無を判定する。

[0006] 観察用光学系は、光学倍率や開口数（NA）、撮像素子の仕様から定まる

被写界深度を有し、物体が被写界深度に収まった場合、物体をはっきりとらえる。一方、物体が被写界深度から外れるほど、ピントがぼけて物体が見えなくなる。

[0007] 検査装置では、従来、観察用光学系の被写界深度を浅くし、例えば光学窓 1 1 3 a の厚さよりも薄い範囲にしか焦点が合わないよう調整する。この場合、観察用光学系は、光学窓 1 1 3 a の外面（外側の表面）と蓋部 1 1 3 の内部とに同時に合焦させることができない。したがって、観察用光学系を光学窓 1 1 3 a の外面に合焦させたときに観察された異物は、光学窓 1 1 3 a の外側に存在すると判断できる。一方、観察用光学系を光学窓 1 1 3 a の内面（内側の表面）に合焦させたときに観察された異物は、光学窓 1 1 3 a の内側に存在していると判断できる。さらに、観察用光学系を光学素子 1 1 1 の外面に合焦させたときに観察された異物は、光学素子 1 1 1 の外面に存在すると判断できる。このように、従来の検査装置では、観察用光学系の合焦位置を移動させていくことにより、光学装置 1 0 1 における異物の有無および異物の位置を検出するようにしている。

[0008] また、特許文献 2 には、透明板の第 1 の表面、第 2 の表面および透明板の媒質中の欠陥の位置を検知する方法が開示されている。この方法では、透明板の媒質中の欠陥に対し、直接内部照明により透明板の側面から光を照射し、かつ外部照明により透明板の法線方向に対して所定の角度から光を照射し、第 1 の焦点はずれ位置、および第 2 の焦点はずれ位置に焦点を合わせて、それぞれ画像を撮影している。さらに、これら画像に示される欠陥の信号レベルを比較することにより、透明板における欠陥の高さ位置（透明板の法線方向における欠陥の位置）を算出するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献 1：日本国公開特許公報「特開 2 0 0 6－1 2 8 5 1 4 号公報（2 0 0 6 年 5 月 1 8 日公開）」

特許文献 2：日本国公表特許公報「特表 2 0 0 1－5 1 9 8 9 0 号公報（2 0

01年10月23日公開)」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 上記従来の検査装置では、観察用光学系の被写界深度を浅くし、観察用光学系を光学窓113aの外面に合焦させたときに観察された異物は、光学窓113aの外側に存在していると判定する。また、観察用光学系を光学窓113aの内面に合焦させたときに観察された異物は、光学窓113aの内側に存在している判定する。さらに、観察用光学系を光学素子111の外面に合焦させたときに観察された異物は、光学素子111の外面に存在すると判定している。

[0011] したがって、筐体部112に蓋部113を接合した後で、上記各部の異物の有無を検査する場合、各観察対象面に対して観察用光学系を正確に合焦させる必要がある。また、観察対象面が変わるたびに、観察用光学系の合焦位置の調整に伴い、検査装置や観察対象面の高さを調整する必要がある。このため、これらの作業が非常に面倒である。特に、観察対象が透明な光学窓113aである場合、光学窓113a自体に焦点を合わせることは容易ではない。

[0012] また、観察用光学系の被写界深度の理論式は、被写界深度＝許容散乱円径／（NA×光学倍率）であり、一般に、被写界深度の浅い光学系は、倍率の高い光学系とする方が構成し易い。このため、観察用光学系により広い範囲を観察する必要がある場合には、観察対象である光学装置101を水平面内で移動させながら繰り返し観察する必要がある、観察に長時間を要することになる。

[0013] 一方、特許文献2に記載の構成では、2枚の画像から異物の高さ位置を測定できるという利点がある。しかしながら、特許文献2に記載の構成では、2種類の照明をそれぞれ異なる状態に配置する必要があり、特に、直接内部照明については、検査対象に細工を施して取り付け必要がある。このため、光学装置101に対しては容易に適用し難いという問題点を有している。

[0014] したがって、本発明は、異物の存在および異物の位置の検出が容易である光学素子および光学装置、光学素子および光学装置の検査装置、並びに光学素子および光学装置の検査方法の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の光学装置は、筐体部と、前記筐体部に収納された光学素子と、光学窓を有し、前記筐体部の開口部を塞ぐ蓋部とを備えている光学装置において、前記光学窓には、前記光学素子を使用する信号光を透過させ、前記信号光とは波長が異なる検査光に対する反射率が前記信号光に対する反射率よりも高く、前記検査光としての第2の検査光に対する反射率が前記検査光としての第1の検査光に対する反射率よりも低い第1の反射防止膜が設けられていることを特徴としている。

発明の効果

[0016] 本発明の構成によれば、光学装置や光学素子における異物の存在および異物の位置の検出が容易である。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態の検査装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図2の(a)は、図1に示した光学装置の縦断面図である。図2の(b)は、図2の(a)に示した光学装置の上面から赤色光を照射した場合に図1に示したカメラにて撮影される異物を示す説明図である。図2の(c)は、図2の(a)に示した光学装置の上面から青色光を照射した場合に図1に示したカメラにて撮影される異物を示す説明図である。

[図3]図2の(a)に示した光学装置における入射光の波長と反射率との関係を示すグラフである。

[図4]本発明の他の実施形態の光学装置の縦断面図である。

[図5]図4に示した光学装置における入射光の波長と反射率との関係を示すグラフである。

[図6]従来の光学装置の構成を示す縦断面図である。

[図7]図6に示した光学装置における入射光の波長と反射率との関係を示すグ

ラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 〔実施形態１〕

本発明の実施形態を図面に基づいて以下に説明する。

[0019] （検査装置１の構成）

図１は、本実施形態の検査装置の構成を示すブロック図である。図１に示すように、検査装置１は、カメラ（撮影部）１１、照明装置（照明部）１２、制御部１３、記憶部１４および判定部１５を備えている。

[0020] カメラ１１は、従来周知の撮像装置であり、例えばＣＣＤカメラからである。カメラ１１は、光学装置２を上側から撮影し、光学装置２の画像（画像データ）を取得する。取得した画像は記憶部１４へ格納する。この場合、カメラ１１は、照明装置１２が照射する複数の複数の色ごとに光学装置２の画像を取得する。

[0021] 照明装置１２は、例えば、カメラ１１の周囲にリング状に設けられたものである。照明装置１２は、複数の色のＬＥＤ照明を備え、カメラ１１が撮影するときに、被写体である光学装置２に照射する照明の色をその都度選択できるようにになっている。本実施形態において、照明装置１２は、赤色光（第１の可視光（第１の検査光））および青色光（第２の可視光（第２の検査光））を照射できるようにになっている。

[0022] 制御部１３は、検査装置１の各部の動作を制御し、カメラ１１が取得した光学装置２の画像を記憶部１４に記憶させる。記憶部１４は、例えば半導体メモリからなる記憶装置である。

[0023] 判定部１５は、記憶部１４が記憶している光学装置２の複数の画像を比較し、光学装置２における異物の有無、異物が存在する場合の異物の位置（光学装置２のどこに異物が存在するか）、並びに異物のサイズおよび形状を求める。

[0024] （光学装置２の構成）

図２の（ａ）は、図１に示した光学装置２の縦断面図である。図２の（ｂ

）は、光学装置 2 の上面から赤色光を照射した場合に図 1 に示したカメラ 1 1 にて撮影される異物を示す説明図である。図 2 の（c）は、光学装置 2 の上面から青色光を照射した場合に図 1 に示したカメラ 1 1 にて撮影される異物を示す説明図である。図 3 は、光学装置 2 における入射光の波長と反射率との関係を示すグラフである。

[0025] 図 2 の（a）に示すように、光学装置 2 は、例えば方形の容器状の筐体部 2 2 の底部に光学素子 2 1 が固定されている。筐体部 2 2 の上には蓋部 2 3 が接合され、これにより光学装置 2 の内部が封止されている。蓋部 2 3 には、光学素子 2 1 への入射光を透過する光学窓 2 3 a が形成されている。

[0026] 光学窓 2 3 a の上面には、窓部反射防止膜（第 1 の反射防止膜）2 4 が設けられ、光学窓 2 3 a の下面には、窓部反射防止膜（第 1 の反射防止膜）2 5 が設けられている。窓部反射防止膜 2 4, 2 5 は、光学装置 2 が使用する信号光（第 1 の波長の光）については、反射率が低くなっており、可視光（検査光）に対しては、反射率が高くなっている。

[0027] 本実施形態において、信号光は、波長が例えば 1 5 5 0 n m 付近の光である。可視光については、第 1 の可視光（第 1 の検査光）と第 2 の可視光（第 2 の検査光）とを使用する。第 1 の可視光は、波長が 7 7 0 n m 付近の赤色光である。第 2 の可視光は、波長が 4 5 0 n m 付近の青色光である。したがって、光学装置 2 が備える窓部反射防止膜 2 4, 2 5 の波長特性をまとめると次のようになる。

[0028] 信号光：（例）波長 1 5 5 0 n m 付近の光、反射率が低、窓部反射防止膜 2 4, 2 5 を透過（光学装置 3 の内部へ入射）

赤色光：第 1 の可視光（第 1 の検査光）、（例）波長 7 7 0 n m 付近の光、窓部第反射防止膜 2 4, 2 5 にて反射

青色光：第 2 の可視光（第 2 の検査光）、（例）波長 4 5 0 n m 付近の光、窓部反射防止膜 2 4, 2 5 を透過

なお、窓部反射防止膜 2 4, 2 5 の具体的な反射率は、例えば、信号光に対する反射率が 1 % 以下であり、赤色光（第 1 の検査光）に対する反射率が

80%以上であり、青色光（第2の検査光）に対する反射率が40%以下である。

[0029] また、ここでは窓部反射防止膜24、25を同じ特性のものとしているが、窓部反射防止膜24は、窓部反射防止膜25よりも可視光の反射率が高くなっていてもよい。また、信号光の波長は、1550nmに限らず、光学装置2において実際に使用される信号光の波長であればよい。また、窓部反射防止膜24、25は、いずれも必要であるものの、赤色光（第1の検査光）および青色光（第2の検査光）に対する反射特性は、いずれか一方のみが有していればよい。

[0030] 上記の構成において、検査装置1による光学装置2の検査工程（異物検出工程）を含む光学装置2の製造工程について以下に説明する。

[0031] （光学装置2の製造工程）

光学装置2の製造工程では、筐体部22の底部に光学素子21を固定した状態とする。この状態において、筐体部22の上に蓋部23を配置し、蓋部23を筐体部22に接合して光学装置2を封止する前に、検査装置1により光学装置2の内部における異物の有無を検査する。

[0032] 検査装置1による検査の結果、光学装置2の内部に異物が存在しなければ、蓋部23を筐体部22に接合して、光学装置2を封止する。一方、光学装置2の内部に異物が存在すれば、筐体部22から蓋部23を取り外し、光学装置2の内部を清掃して異物を除去した後、蓋部23を筐体部22に接合して光学装置2を封止する。なお、光学装置2の内部の清掃後、蓋部23を筐体部22に接合する前に、検査装置1による検査を再度行ってもよい。

[0033] また、蓋部23の上に載っている異物は後から除去が可能なため、ここでは問題とならない。すなわち、光学窓23aの内面や光学素子21の上面すなわち入射面に付着している異物のみを検出すればよい。

[0034] （光学装置2の検査工程）

検査装置1の光学系すなわちカメラ11は、被写界深度が深く設定され、光学窓23aの外側から光学素子21の入射面までを合焦状態にして撮影

が可能なものである。カメラ 11 による撮影範囲は、光学窓 23a の全域を含むことが望ましいが、光学窓 23a よりも狭い範囲しか撮影できない場合は、カメラ 11 あるいは光学装置 2 を移動させて、光学装置 2 の撮影を繰り返すことにより光学窓 23a の全域を撮影する。

[0035] 検査においては、カメラ 11 と光学装置 2 との位置関係を調整した後、まず、照明装置 12 から赤色光（第 1 の検査光）を光学装置 2 に照射し、カメラ 11 にて光学装置 2 を撮影して第 1 の画像を取得する。制御部 13 は、第 1 の画像を記憶部 14 に格納する。

[0036] 次に、検査装置 1 の位置および光学装置 2 の位置等の一切の位置を変更することなく、照明装置 12 から青色光（第 2 の検査光）を光学装置 2 に照射し、カメラ 11 にて光学装置 2 を撮影して第 2 の画像を取得する。制御部 13 は、第 2 の画像を記憶部 14 に格納する。なお、赤色光を照射して取得する第 1 の画像と青色光を照射して取得する第 2 の画像との取得順序はどちらが先であってもよい。

[0037] 次に、判定部 15 は、記憶部 14 に格納されている第 1 の画像と第 2 の画像とを比較して、光学装置 2 内における異物の有無、並びに光学装置 2 内に異物が存在する場合に、異物のサイズおよび形状を求める。

[0038] この場合、赤色光は、窓部反射防止膜 24 にて反射される。一方、青色光は、窓部反射防止膜 24 および窓部反射防止膜 25 を透過して、光学素子 21 の表面に照射される。したがって、図 2 の（a）に示すように、光学装置 2 の内部に異物 31 および 33 が存在し、光学窓 23a の外面（光学装置 2 の上面）に異物 32 が存在する場合、赤色光を照射して撮影された第 1 の画像には、図 2 の（b）に示すように、異物 32 のみが含まれる。一方、青色光を照射して撮影された第 2 の画像には、図 2 の（b）に示すように、異物 31 ～ 33 が含まれる。

[0039] そこで、判定部 15 は、第 2 の画像（第 2 の画像データ）から第 1 の画像（第 1 の画像データ）を差し引く演算を行って差分画像（差分画像データ）を取得する。図 2 の（a）～（c）の例では、差分画像に異物 31, 33 が

含まれるので、判定部 15 は、光学装置 2 の内部に異物が存在すると判定する。一方、差分画像に異物が含まれていない場合、判定部 15 は、光学装置 2 の内部に異物が存在しないと判定する。また、判定部 15 は、光学装置 2 の内部に異物が存在する場合、異物の座標から異物のサイズおよび形状を求める。検査装置 1 は、判定部 15 による判定結果を異物の検出結果として出力する。

[0040] (検査装置 1 の利点)

本実施形態の検査装置 1 では、検査対象の光学装置 2 に合わせてカメラ 11 の焦点位置を変更することなく、光学装置 2 の光学窓 23a の外面から光学素子 21 の入射面までの間における異物の有無を検査することができる。これにより、検査装置 1 は、光学装置 2 内部の異物の有無の検査のための構成が単純になり、かつこの検査に要する時間を短縮することができる。

[0041] 光学装置 2 の光学窓 23a の外面から光学素子 21 の入射面までの間における異物の有無について、カメラ 11 により異物に合焦した状態にて異物を観察することができるので、カメラ 11 が取得した光学装置 2 の画像から、異物のサイズおよび形状を高精度に検出することができる。

[0042] ここで、異物を検出した場合であっても、実際には、異物のサイズや形状によって、異物の存在が問題にならない場合と、異物の存在が問題になり、異物の除去が必要な場合とがある。例えば、異物の長辺（長い方の辺）の長さは、所定の閾値以上（A mm 以上）を不可、所定の閾値未満（A mm 未満）を可とするような場合である。したがって、被写界深度の深い光学系により、異物のサイズおよび形状を検出することは、このような事情に対応することができる。

[0043] なお、検査装置 1 では、照明装置 12 が光学装置 2 へ照射する光は、赤色光（第 1 の可視光（第 1 の検査光））、および青色光（第 2 の可視光（第 2 の検査光））とし、窓部反射防止膜 24、25 は、可視光の反射率が高く、青色光の反射率が赤色光の反射率よりも低い構成とした。しかしながら、照明装置 12 が光学装置 2 へ照射する検査光（第 1 の検査光および第 2 の検査

光)は、赤色光および青色光に限定されない。すなわち、検査光(第1の検査光および第2の検査光)は、信号光の波長以外の波長の光であって、第1の検査光が窓部反射防止膜24、25での反射率が高く、第2の検査光が窓部反射防止膜24、25での反射率が低いものであればよい。この場合、窓部反射防止膜24、25の反射率を第1および第2の検査光に合わせて設定してもよい。

[0044] また、カメラ11が撮影する画像には、照明装置12の映り込みが起こり易くなるため、照明装置12の光を拡散板を介して光学装置2へ照射するようにしてもよい。

[0045] [実施形態2]

本発明の他の実施形態を図面に基づいて以下に説明する。

[0046] (検査装置1の構成)

本実施形態において、照明装置12は、複数の色のLED照明を備え、赤色光(第1の可視光(第1の検査光))および青色光(第2の可視光(第2の検査光))に加えて、緑色光(第3の可視光(第3の検査光))を光学装置2に照射する。緑色光は、波長が530nm付近の光である。

[0047] 第1から第3の検査光に対応し、カメラ11は、赤色光による第1の画像、および青色光による第2の画像に加えて、緑色光による第3の画像を取得する。また、判定部15は、記憶部14が記憶している光学装置2の第1の画像、第2の画像および第3の画像を比較し、光学装置3における異物の有無、異物が存在する場合の異物の位置(光学装置3のどこに異物が存在するか)、並びに異物のサイズおよび形状を求める。

[0048] (光学装置3の構成)

図4は、本実施形態の光学装置3の縦断面図である。図5は、光学装置3における入射光の波長と反射率との関係を示すグラフである。

[0049] 光学装置3は、光学装置2が備える窓部反射防止膜24、25に加えて、素子部反射防止膜(第2の反射防止膜)26を備えている。素子部反射防止膜26は、光学素子21の入射面に設けられている。このように、光学素子

21が例えばフォトディテクタ（PD）や液晶光スイッチ素子（LCOS（Liquid crystal on silicon））である場合には、光学素子21の入射面に反射防止膜が設けられることがある。光学装置3の他の構成は、光学装置2と同様である。

[0050] 素子部反射防止膜26は、赤色光（第1の可視光（第1の検査光））および青色光（第2の可視光（第2の検査光））を反射する一方、信号光および緑色光（第3の可視光（第3の検査光））を透過する。したがって、光学装置3が備える窓部反射防止膜24、25および素子部反射防止膜26の波長特性は次のようになる。

[0051] 信号光：（例）波長1550nm付近の光、反射率が低、窓部反射防止膜24、25および素子部反射防止膜26を透過（光学装置3の内部へ入射）

赤色光：第1の可視光（第1の検査光）、（例）波長770nm付近の光、窓部反射防止膜24、25にて反射

青色光：第2の可視光（第2の検査光）、（例）波長450nm付近の光、窓部反射防止膜24、25を透過、素子部反射防止膜26にて反射

緑色光：第3の可視光（第3の検査光）、（例）波長530nm付近の光、窓部反射防止膜24、25および素子部反射防止膜26を透過（光学素子21の内部へ入射）

なお、窓部反射防止膜24、25の具体的な反射率は、例えば、信号光に対する反射率が1%以下であり、赤色光（第1の検査光）に対する反射率が80%以上であり、青色光（第2の検査光）に対する反射率が40%以下である。また、素子部反射防止膜26の具体的な反射率は、例えば、青色光に対する反射率が80%以上であり、緑色光に対する反射率が40%以下である。

[0052] （光学装置3の検査工程）

上記の構成において、検査装置1による光学装置3の検査工程（異物検出工程）について以下に説明する。

[0053] 検査装置1では、光学装置2の場合と同様にして、光学装置3内における

異物の有無、並びに光学装置 2 内に異物が存在する場合に、異物のサイズおよび形状を求める。

[0054] また、青色光（第 2 の検査光）は、光学素子 2 1 の入射面の素子部反射防止膜 2 6 にて反射されるので青色光を照射した状態での光学装置 3 の撮影では、光学素子 2 1 の内部を観察できない。そこで、本実施形態において、検査装置 1 は、緑色光（第 3 の検査光）を照射し、カメラ 1 1 にて光学装置 3 を撮影して光学装置 3 の第 3 の画像（光学素子 2 1 の内部の画像）を取得する。制御部 1 3 は、第 3 の画像を記憶部 1 4 に格納する。

[0055] 次に、判定部 1 5 は、記憶部 1 4 に格納されている第 2 の画像と第 3 の画像とを比較して、光学素子 2 1 内における異物の有無を求める。

[0056] この場合、図 4 に示すように、光学素子 2 1 の入射面に異物 3 5, 3 6 が存在すれば、青色光を照射して撮影された第 2 の画像には、異物 3 5, 3 6 が含まれる。また、光学素子 2 1 の内部に異物 3 4 が存在すれば、緑色光を照射して撮影された第 3 の画像には、異物 3 4 ~ 3 6 が含まれる。

[0057] そこで、判定部 1 5 は、第 3 の画像（第 3 の画像データ）から第 2 の画像（第 2 の画像データ）を差し引く演算を行って第 2 の差分画像（差分画像データ）を取得する。図 4 の例では、第 2 の差分画像に異物 3 4 が含まれるので、判定部 1 5 は、光学素子 2 1 の内部に異物が存在すると判定する。一方、第 2 の差分画像に異物が含まれていない場合、判定部 1 5 は、光学素子 2 1 の内部に異物が存在しないと判定する。また、判定部 1 5 は、光学素子 2 1 の内部に異物が存在する場合、異物の座標から異物のサイズおよび形状を求める。検査装置 1 は、判定部 1 5 による判定結果を異物の検出結果として出力する。

[0058] （検査装置 1 の利点）

本実施形態の検査装置 1 では、光学装置 3 の内部における異物の有無に加えて、光学素子 2 1 の内部における異物の有無を検査することができる。光学装置 3 の他の利点は、光学装置 2 と同様である。

[0059] なお本実施形態では、光学素子 2 1 を光学装置 2 の内部に収納した状態に

て光学素子 2 1 の内部における異物の有無を検査した。しかしながら、光学素子 2 1 を光学装置 2 に収納する前の状態にて、照明装置 1 2 から光学素子 2 1 に対して直接に青色光（ここでは第 1 の検査光）を照射して光学素子 2 1 を撮影することにより、光学素子 2 1 の画像（ここでは第 1 の画像）を取得し、照明装置 1 2 から光学素子 2 1 に対して直接に緑色光（ここでは第 2 の検査光）を照射して光学素子 2 1 を撮影することにより、光学素子 2 1 の画像（ここでは第 2 の画像）を取得し、これら第 1 の画像および第 2 の画像から光学素子 2 1 内部における異物の有無を判定してもよい。この場合の検査方法は、光学装置 2, 3 に対して行ったものと同様である。また、ここでは画像の比較から光学素子 2 1 内部の異物を検知する方法について述べているが、光学素子 2 1 内部に正常品と比較して異常がないかを検査したい場合は、第 3 の検査光を照射して撮影された第 3 の画像単体を利用することができる。

[0060] 〔まとめ〕

本発明の光学装置は、筐体部と、前記筐体部に収納された光学素子と、光学窓を有し、前記筐体部の開口部を塞ぐ蓋部とを備えている光学装置において、前記光学窓には、前記光学素子を使用する信号光を透過させ、前記信号光とは波長が異なる検査光に対する反射率が前記信号光に対する反射率よりも高く、前記検査光としての第 2 の検査光に対する反射率が前記検査光としての第 1 の検査光に対する反射率よりも低い第 1 の反射防止膜が設けられている構成である。

[0061] 上記の構成によれば、光学窓に設けられている第 1 の反射防止膜は、光学素子を使用する信号光を透過させ、信号光とは波長が異なる第 1 および第 2 の検査光に対する反射率が信号光に対する反射率よりも高く、第 2 の検査光に対する反射率が第 1 の検査光に対する反射率よりも低くなっている。

[0062] したがって、第 1 および第 2 の検査光を照射して光学装置を観察することにより、光学装置の内部における異物の有無を検査することができる。

[0063] すなわち、第 1 の検査光は、例えば第 1 の反射防止膜にてほぼ反射される

波長に設定し、第2の検査光は、例えば第1の反射防止膜をほぼ透過する波長に設定すれば、光学装置の外部（光学窓の上面または光学窓の上方）および光学装置の内部に異物が存在する場合、第1の検査光を照射して撮影される光学装置の第1の画像には、光学装置の外部に存在する異物が含まれ、光学装置の内部に存在する異物は含まれない。一方、第2の検査光を照射して撮影される光学装置の第2の画像には、光学装置の外部および内部に存在する異物が含まれる。

[0064] そこで、第2の画像から第1の画像を差し引いた第1の差分画像を取得すれば、第1の差分画像には光学装置の内部に存在する異物のみが含まれる。これにより、光学装置の内部における異物の有無を検査することができる。

[0065] 上記の光学装置において、前記第1の反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記第1の検査光に対する反射率が80%以上であり、前記第2の検査光に対する反射率が40%以下である構成としてもよい。

[0066] 上記の構成によれば、第1の反射防止膜の反射率は、信号光に対する反射率、並びに第1および第2の検査光に対する反射率が、信号光に基づいて光学素子が動作する上、並びに第1および第2の検査光に基づいて光学装置の内部における異物の有無を検査する上において、適切となっている。

[0067] 上記の光学装置において、前記光学素子の前記信号光の入射面には、前記検査光としての第3の検査光に対する反射率が前記第2の検査光に対する反射率よりも低い第2の反射防止膜が設けられている構成としてもよい。

[0068] 上記の構成によれば、光学素子の信号光の入射面に設けられている第2の反射防止膜は、第3の検査光に対する反射率が第2の検査光に対する反射率よりも低くなっている。したがって、第2および第3の検査光を照射して光学装置を観察することにより、光学装置の内部に収納された光学素子の内部における異物の有無を検査することができる。

[0069] すなわち、第2の検査光は、例えば第1の反射防止膜をほぼ透過し、かつ第2の反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定し、第3の検査光は、例え

ば第3の反射防止膜をほぼ透過する波長に設定すれば、光学素子の外部（光学素子の入射面の上面または入射面の上方）および光学素子の内部に異物が存在する場合、第2の検査光を照射して撮影される光学装置の第2の画像には、光学装置の外部、および光学装置の内部（光学素子の外部）に存在する異物が含まれ、光学素子の内部に存在する異物は含まれない。一方、第2の検査光を照射して撮影される光学装置の第3の画像には、光学装置の外部、光学装置の内部（光学素子の外部）および光学素子の内部に存在する異物が含まれる。

[0070] そこで、第3の画像から第2の画像を差し引いた第2の差分画像を取得すれば、第2の差分画像には光学素子の内部に存在する異物のみが含まれる。これにより、さらに光学素子の内部における異物の有無を検査することができる。

[0071] 上記の光学装置において、前記第1の反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記第1の検査光に対する反射率が80%以上であり、前記第2および第3の検査光に対する反射率が40%以下であり、前記第2の反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記第2の検査光に対する反射率が80%以上であり、前記第3の検査光に対する反射率が40%以下である構成としてもよい。

[0072] 上記の構成によれば、第1および第2の反射防止膜の反射率は、信号光に対する反射率、および第1から第3の検査光に対する反射率が、信号光に基づいて光学素子が動作する上、第1および第2の検査光に基づいて光学装置の内部における異物の有無を検査する上、並びに第2および第3の検査光に基づいて光学素子の内部における異物の有無を検査する上において、適切となっている。

[0073] 本発明の光学素子は、信号光の入射面を有する光学素子において、前記入射面には、前記信号光を透過させ、前記信号光とは波長が異なる検査光に対する反射率が前記信号光に対する反射率よりも高く、前記検査光としての第2の検査光に対する反射率が前記検査光としての第1の検査光に対する反射

率よりも低い反射防止膜が設けられている構成である。

[0074] 上記の構成によれば、入射面に設けられている反射防止膜は、信号光を透過させ、信号光とは波長が異なる第1および第2の検査光に対する反射率が信号光に対する反射率よりも高く、第2の検査光に対する反射率が第1の検査光に対する反射率よりも低くなっている。

[0075] したがって、第1および第2の検査光を照射して光学素子を観察することにより、光学素子の内部における異物の有無を検査することができる。

[0076] すなわち、第1の検査光は、例えば第1の反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定し、第2の検査光は、例えば第1の反射防止膜をほぼ透過する波長に設定すれば、光学素子の外部（入射面の上面または入射面の上方）および光学素子の内部に異物が存在する場合、第1の検査光を照射して撮影される光学素子の第1の画像には、光学素子の外部に存在する異物が含まれ、光学素子の内部に存在する異物は含まれない。一方、第2の検査光を照射して撮影される光学素子の第2の画像には、光学素子の外部および内部に存在する異物が含まれる。

[0077] そこで、第2の画像から第1の画像を差し引いた第1の差分画像を取得すれば、第1の差分画像には光学素子の内部に存在する異物のみが含まれる。これにより、光学素子の内部における異物の有無を検査することができる。

[0078] 上記の光学素子において、前記反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記検査光に対する反射率が80%以上であり、前記検査光に対する反射率が40%以下である構成としてもよい。

[0079] 上記の構成によれば、反射防止膜の反射率は、信号光に対する反射率、並びに第1および第2の検査光に対する反射率が、信号光に基づいて光学素子が動作する上、並びに第1および第2の検査光に基づいて光学素子の内部における異物の有無を検査する上において、適切となっている。

[0080] 本発明の光学装置の検査装置は、請求項1または2に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第1および第2の検査光を照射する照明部と、前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮

影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得する撮影部と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像を記憶する記憶部と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から、前記光学装置の内部での異物の有無を判定する判定部とを備えている構成である。

[0081] 上記の構成によれば、撮影部は、光学窓に対向する方向から光学装置を撮影し、第 1 の検査光が照射された状態にて光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得する。判定部は、第 1 の画像および第 2 の画像から、光学装置の内部での異物の有無を判定する。

[0082] すなわち、第 1 の検査光は、例えば第 1 の反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定し、第 2 の検査光は、例えば第 1 の反射防止膜をほぼ透過する波長に設定すれば、光学装置の外部（光学窓の上面または光学窓の上方）および光学装置の内部に異物が存在する場合、第 1 の検査光を照射して撮影される光学装置の第 1 の画像には、光学装置の外部に存在する異物が含まれ、光学装置の内部に存在する異物は含まれない。一方、第 2 の検査光を照射して撮影される光学装置の第 2 の画像には、光学装置の外部および内部に存在する異物が含まれる。

[0083] そこで、第 2 の画像から第 1 の画像を差し引いた第 1 の差分画像を取得すれば、第 1 の差分画像には光学装置の内部に存在する異物のみが含まれる。これにより、光学装置の内部における異物の有無を検査することができる。

[0084] 本発明の光学装置の検査装置は、請求項 3 または 4 に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第 1 および第 2 の検査光を照射する照明部と、前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得する撮影部と、前記第 1 および第 2 の画像を記憶する記憶部と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から前記光学装置の内部

での異物の有無を判定する判定部とを備えている構成である。

[0085] 上記の構成によれば、撮影部は、光学窓に対向する方向から光学装置を撮影し、第1の検査光が照射された状態にて光学装置を撮影して第1の画像を取得し、第2の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第2の画像を取得する。判定部は、第1の画像および第2の画像から光学装置の内部での異物の有無を判定する。

[0086] すなわち、第1の検査光は、例えば第1の反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定し、第2の検査光は、例えば第1の反射防止膜をほぼ透過し、かつ第2の反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定する。これにより、光学装置の外部（光学窓の上面または光学窓の上方）および光学装置の内部に異物が存在する場合、第1の検査光を照射して撮影される光学装置の第1の画像には、光学装置の外部に存在する異物が含まれ、光学装置の内部に存在する異物は含まれない。また、第2の検査光を照射して撮影される光学装置の第2の画像には、光学装置の外部および光学装置の内部（光学素子の外部）に存在する異物が含まれ、光学素子の内部に存在する異物は含まれない。

[0087] そこで、第2の画像から第1の画像を差し引いた第1の差分画像を取得すれば、第1の差分画像には光学装置の内部に存在する異物のみが含まれる。これにより、光学装置の内部における異物の有無をさらに高精度に検査することができる。

[0088] 本発明の光学装置の検査装置は、請求項3または4に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第1、第2および第3の検査光を照射する照明部と、前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第1の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第1の画像を取得し、前記第2の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第2の画像を取得し、前記第3の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第3の画像を取得する撮影部と、前記第1から第3の画像を記憶する記憶部と、前記第1の画像および前記第2の画像から前記光学装置の内部での異物の有無を判定し、前記第2の画像および前記第3の

画像から前記光学素子の内部での異物の有無を判定する判定部とを備えている構成である。

[0089] 上記の構成によれば、撮影部は、光学窓に対向する方向から光学装置を撮影し、第1の検査光が照射された状態にて光学装置を撮影して第1の画像を取得し、第2の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第2の画像を取得し、第3の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第3の画像を取得する。判定部は、第1の画像および第2の画像から光学装置の内部での異物の有無を判定し、第2の画像および第3の画像から光学素子の内部での異物の有無を判定する。

[0090] すなわち、第1の検査光は、例えば第1の反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定し、第2の検査光は、例えば第1の反射防止膜をほぼ透過し、かつ第2の反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定し、第3の検査光は、例えば第2の反射防止膜をほぼ透過する波長に設定する。これにより、光学装置の外部（光学窓の上面または光学窓の上方）および光学装置の内部に異物が存在する場合、第1の検査光を照射して撮影される光学装置の第1の画像には、光学装置の外部に存在する異物が含まれ、光学装置の内部に存在する異物は含まれない。また、光学素子の外部（光学素子の入射面の上面または入射面の上方）および光学素子の内部に異物が存在する場合、第2の検査光を照射して撮影される光学装置の第2の画像には、光学装置の外部および光学装置の内部（光学素子の外部）に存在する異物が含まれ、光学素子の内部に存在する異物は含まれない。また、第3の検査光を照射して撮影される光学装置の第3の画像には、光学装置の外部、光学装置の内部（光学素子の外部）および光学素子の内部に存在する異物が含まれる。

[0091] そこで、第2の画像から第1の画像を差し引いた第1の差分画像を取得すれば、第1の差分画像には光学装置の内部に存在する異物のみが含まれる。また、第3の画像から第2の画像を差し引いた第2の差分画像を取得すれば、第2の差分画像には光学素子の内部に存在する異物のみが含まれる。これにより、光学装置の内部における異物の有無、および光学素子の内部におけ

る異物の有無を検査することができる。

[0092] 上記の検査装置において、前記検査光は可視光である構成としてもよい。

[0093] 上記の構成によれば、検査光は可視光であるので、照明部は汎用の光源を使用して容易に構成することができる。

[0094] 本発明の光学装置の検査装置は、請求項 5 に記載の光学素子の前記入射面から前記光学素子の内部へ向かう方向へ、前記第 1 および第 2 の検査光を照射する照明部と、前記入射面に対向する方向から前記光学素子を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第 2 の画像を取得する撮影部と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像を記憶する記憶部と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から、前記光学素子の内部での異物の有無を判定する判定部とを備えている構成である。

[0095] 上記の構成によれば、撮影部は、入射面に対向する方向から光学素子を撮影し、第 1 の検査光が照射された状態にて光学素子を撮影して第 1 の画像を取得し、第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第 2 の画像を取得する。判定部は、第 1 の画像および第 2 の画像から、光学素子の内部での異物の有無を判定する。

[0096] すなわち、第 1 の検査光は、例えば反射防止膜にてほぼ反射される波長に設定し、第 2 の検査光は、例えば反射防止膜をほぼ透過する波長に設定すれば、光学素子の外部（光学窓の上面または光学窓の上方）および光学素子の内部に異物が存在する場合、第 1 の検査光を照射して撮影される光学素子の第 1 の画像には、光学素子の外部に存在する異物が含まれ、光学素子の内部に存在する異物は含まれない。一方、第 2 の検査光を照射して撮影される光学素子の第 2 の画像には、光学装素子の外部および内部に存在する異物が含まれる。

[0097] そこで、第 2 の画像から第 1 の画像を差し引いた第 1 の差分画像を取得すれば、第 1 の差分画像には光学素子の内部に存在する異物のみが含まれる。これにより、光学素子の内部における異物の有無を検査することができる。

[0098] 本発明の光学装置の検査方法は、請求項 1 または 2 に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第 1 および第 2 の検査光を照射する照明工程と、前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得する撮影工程と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から、前記光学装置の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えている構成である。

[0099] 上記の構成によれば、上記の光学装置の検査装置と同様の作用効果を奏する。

[0100] 本発明の光学装置の検査方法は、請求項 3 または 4 に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第 1 および第 2 の検査光を照射する照明工程と、前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得する撮影工程と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から前記光学装置の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えている構成である。

[0101] 上記の構成によれば、上記の光学装置の検査装置と同様の作用効果を奏する。

[0102] 本発明の光学装置の検査方法は、請求項 3 または 4 に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第 1、第 2 および第 3 の検査光を照射する照明工程と、前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得し、前記第 3 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 3 の画像を取得する撮影工程と、前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から前記光学装置の内部での異物の有無を判定し、

前記第2の画像および前記第3の画像から前記光学素子の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えている構成である。

[0103] 上記の構成によれば、上記の光学装置の検査装置と同様の作用効果を奏する。

[0104] 本発明の光学装置の検査方法は、請求項5に記載の光学素子の前記入射面から前記光学素子の内部へ向かう方向へ、前記第1および第2の検査光を照射する照明工程と、前記入射面に対向する方向から前記光学素子を撮影し、前記第1の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第1の画像を取得し、前記第2の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第2の画像を取得する撮影工程と、前記第1の画像および前記第2の画像から、前記光学素子の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えている構成である。

[0105] 上記の構成によれば、上記の光学素子の検査装置と同様の作用効果を奏する。

[0106] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

符号の説明

- [0107]
- | | |
|-----|-----------|
| 1 | 検査装置 |
| 2 | 光学装置 |
| 3 | 光学装置 |
| 1 1 | カメラ（撮影部） |
| 1 2 | 照明装置（照明部） |
| 1 3 | 制御部 |
| 1 4 | 記憶部 |
| 1 5 | 判定部 |
| 2 1 | 光学素子 |

2 2	筐体部
2 3	蓋部
2 3 a	光学窓
2 4	窓部反射防止膜（第 1 の反射防止膜）
2 5	窓部反射防止膜（第 1 の反射防止膜）
2 6	素子部反射防止膜（第 2 の反射防止膜）
31～36	異物

請求の範囲

- [請求項1] 筐体部と、
前記筐体部に収納された光学素子と、
光学窓を有し、前記筐体部の開口部を塞ぐ蓋部とを備えている光学装置において、
前記光学窓には、前記光学素子を使用する信号光を透過させ、前記信号光とは波長が異なる検査光に対する反射率が前記信号光に対する反射率よりも高く、前記検査光としての第2の検査光に対する反射率が前記検査光としての第1の検査光に対する反射率よりも低い第1の反射防止膜が設けられていることを特徴とする光学装置。
- [請求項2] 前記第1の反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記第1の検査光に対する反射率が80%以上であり、前記第2の検査光に対する反射率が40%以下であることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。
- [請求項3] 前記光学素子の前記信号光の入射面には、前記検査光としての第3の検査光に対する反射率が前記第2の検査光に対する反射率よりも低い第2の反射防止膜が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の光学装置。
- [請求項4] 前記第1の反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記第1の検査光に対する反射率が80%以上であり、前記第2および第3の検査光に対する反射率が40%以下であり、
前記第2の反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記第2の検査光に対する反射率が80%以上であり、前記第3の検査光に対する反射率が40%以下であることを特徴とする請求項3に記載の光学装置。
- [請求項5] 信号光の入射面を有する光学素子において、
前記入射面には、前記信号光を透過させ、前記信号光とは波長が異なる検査光に対する反射率が前記信号光に対する反射率よりも高く、

前記検査光としての第2の検査光に対する反射率が前記検査光としての第1の検査光に対する反射率よりも低い反射防止膜が設けられていることを特徴とする光学素子。

[請求項6] 前記反射防止膜は、前記信号光に対する反射率が1%以下であり、前記第1の検査光に対する反射率が80%以上であり、前記第2の検査光に対する反射率が40%以下であることを特徴とする請求項5に記載の光学素子。

[請求項7] 請求項1または2に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第1および第2の検査光を照射する照明部と、

前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第1の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第1の画像を取得し、前記第2の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第2の画像を取得する撮影部と、

前記第1の画像および前記第2の画像を記憶する記憶部と、

前記第1の画像および前記第2の画像から、前記光学装置の内部での異物の有無を判定する判定部とを備えていることを特徴とする光学装置の検査装置。

[請求項8] 請求項3または4に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第1および第2の検査光を照射する照明部と、

前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第1の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第1の画像を取得し、前記第2の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第2の画像を取得する撮影部と、

前記第1および第2の画像を記憶する記憶部と、

前記第1の画像および前記第2の画像から前記光学装置の内部での異物の有無を判定する判定部とを備えていることを特徴とする光学装

置の検査装置。

[請求項9] 請求項3または4に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第1、第2および第3の検査光を照射する照明部と、

前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第1の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第1の画像を取得し、前記第2の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第2の画像を取得し、前記第3の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第3の画像を取得する撮影部と、

前記第1から第3の画像を記憶する記憶部と、

前記第1の画像および前記第2の画像から前記光学装置の内部での異物の有無を判定し、前記第2の画像および前記第3の画像から前記光学素子の内部での異物の有無を判定する判定部とを備えていることを特徴とする光学装置の検査装置。

[請求項10] 前記検査光は可視光であることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項に記載の光学装置の検査装置。

[請求項11] 請求項5に記載の光学素子の前記入射面から前記光学素子の内部へ向かう方向へ、前記第1および第2の検査光を照射する照明部と、

前記入射面に対向する方向から前記光学素子を撮影し、前記第1の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第1の画像を取得し、前記第2の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第2の画像を取得する撮影部と、

前記第1の画像および前記第2の画像を記憶する記憶部と、

前記第1の画像および前記第2の画像から、前記光学素子の内部での異物の有無を判定する判定部とを備えていることを特徴とする光学素子の検査装置。

[請求項12] 請求項1または2に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第1および第2の検査光を照射する照明

工程と、

前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得する撮影工程と、

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から、前記光学装置の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えていることを特徴とする光学装置の検査方法。

[請求項13]

請求項 3 または 4 に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第 1 および第 2 の検査光を照射する照明工程と、

前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得する撮影工程と、

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から前記光学装置の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えていることを特徴とする光学装置の検査方法。

[請求項14]

請求項 3 または 4 に記載の光学装置の前記光学窓から前記光学装置の内部へ向かう方向へ、前記第 1、第 2 および第 3 の検査光を照射する照明工程と、

前記光学窓に対向する方向から前記光学装置を撮影し、前記第 1 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 1 の画像を取得し、前記第 2 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 2 の画像を取得し、前記第 3 の検査光が照射された状態にて前記光学装置を撮影して第 3 の画像を取得する撮影工程と、

前記第 1 の画像および前記第 2 の画像から前記光学装置の内部での異物の有無を判定し、前記第 2 の画像および前記第 3 の画像から前記

光学素子の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えていることを特徴とする光学装置の検査方法。

[請求項15]

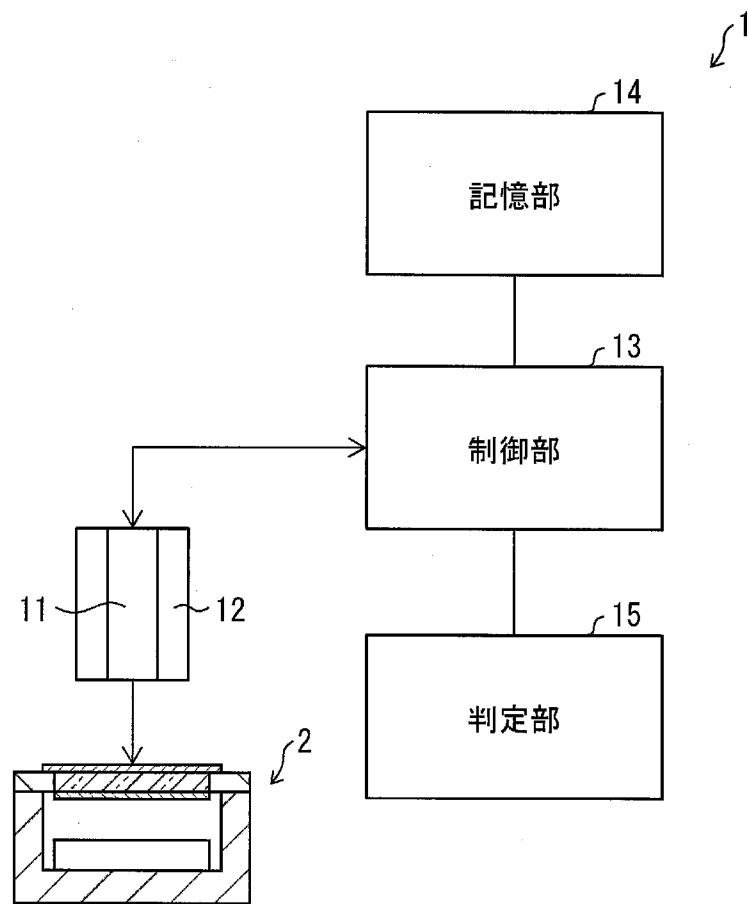
請求項5に記載の光学素子の前記入射面から前記光学素子の内部へ向かう方向へ、前記第1および第2の検査光を照射する照明工程と、

前記入射面に対向する方向から前記光学素子を撮影し、前記第1の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第1の画像を取得し、前記第2の検査光が照射された状態にて前記光学素子を撮影して第2の画像を取得する撮影工程と、

前記第1の画像および前記第2の画像から、前記光学素子の内部での異物の有無を判定する判定工程とを備えていることを特徴とする光学素子の検査方法。

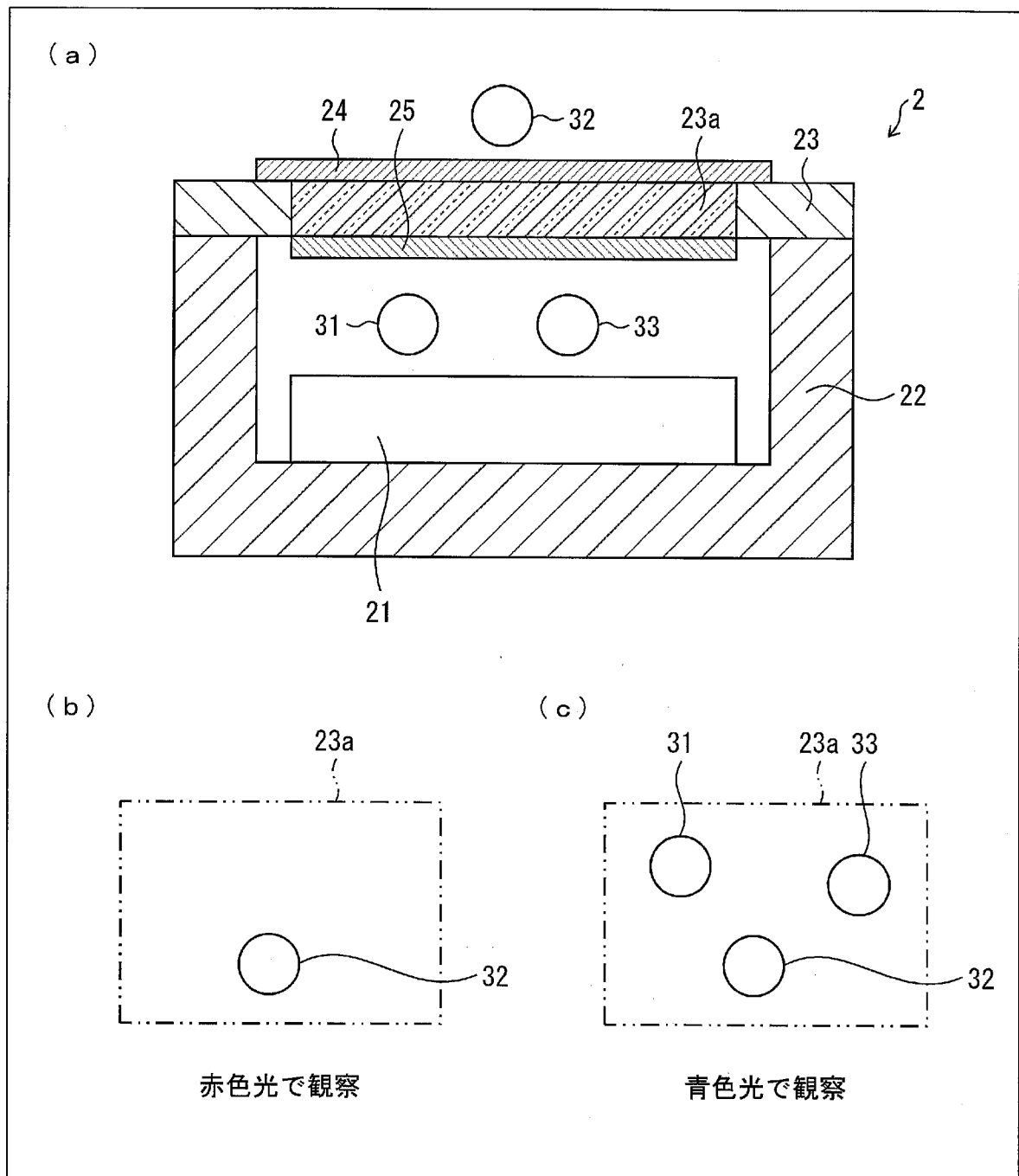
[図1]

図 1



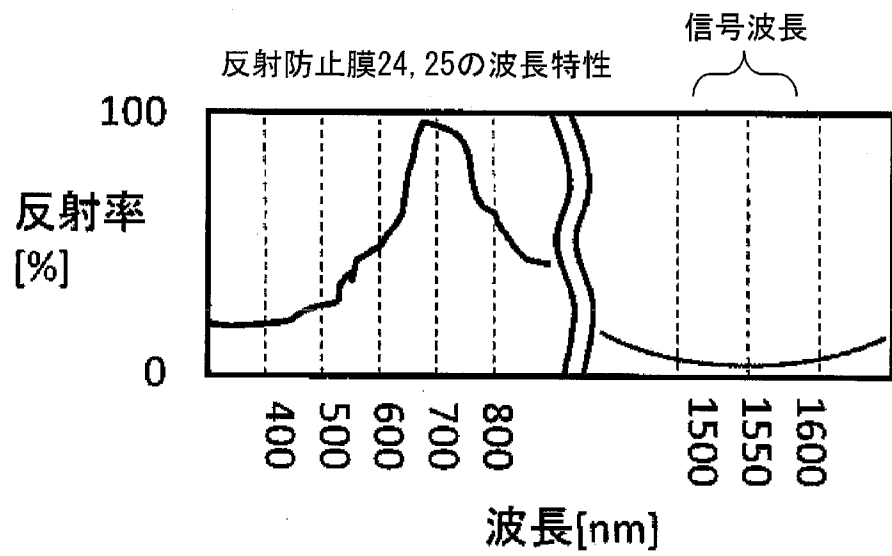
[図2]

図 2



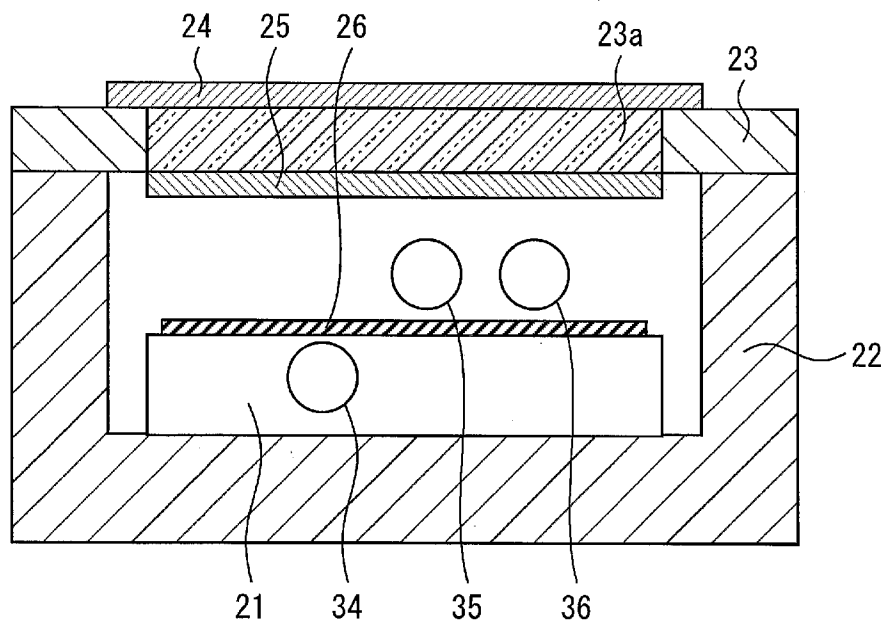
[図3]

図 3



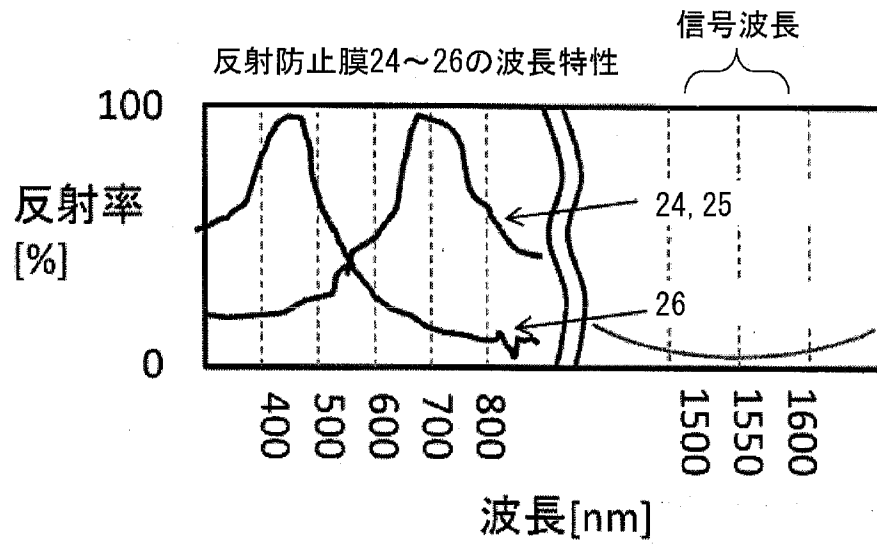
[図4]

図 4



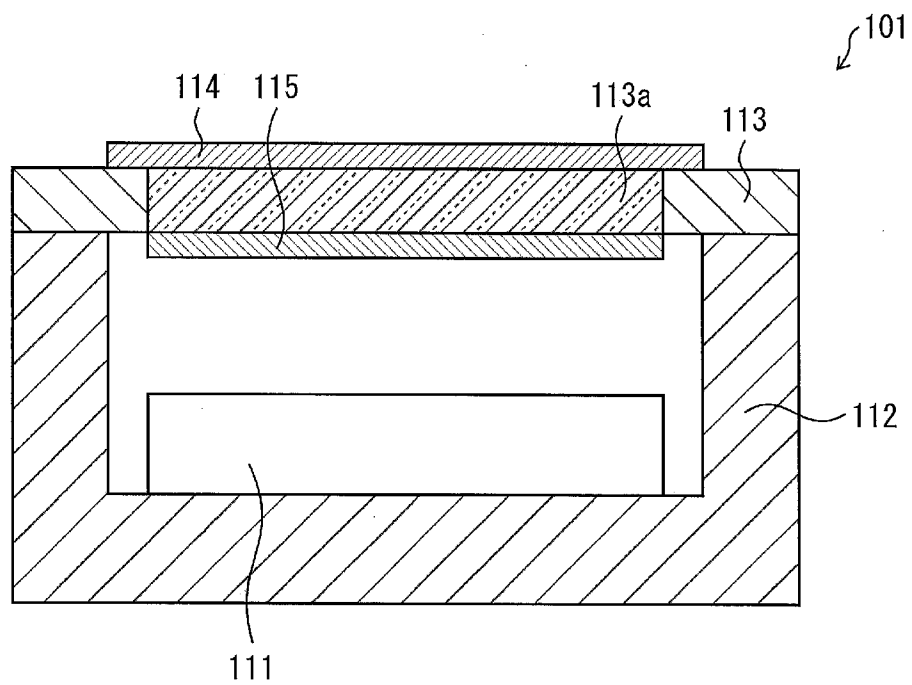
[図5]

図 5



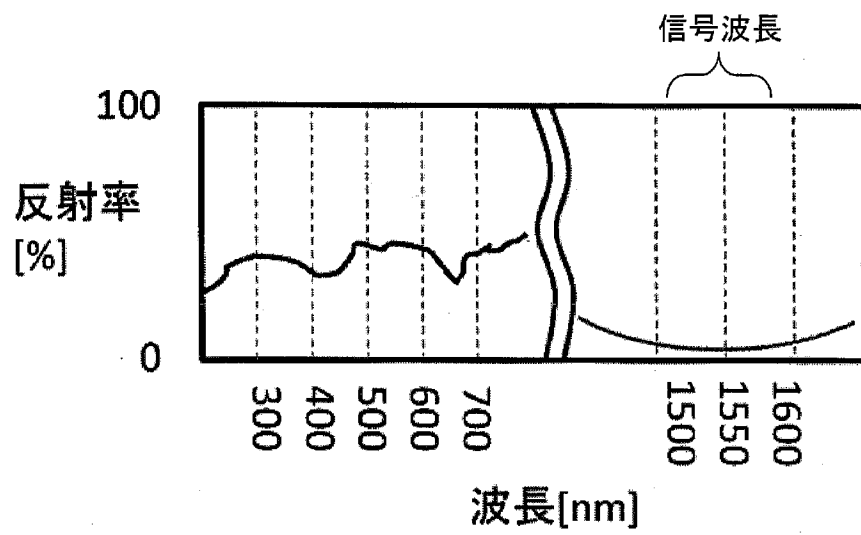
[図6]

図 6



[図7]

図 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077655

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/88(2006.01)i, G01J1/00(2006.01)i, G01J1/04(2006.01)i, G01N21/90(2006.01)i, G02B1/11(2015.01)i, H01L31/0232(2014.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/84-21/958, G01J1/00-1/40, 11/00, G02B1/10-1/18, H01L31/00-31/02, 31/08-31/10, 31/18, H01L21/54, 23/00-23/10, 23/16-23/26, H01L27/14, 29/76

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-156809 A (Takenaka System Co., Ltd.), 06 June 2000 (06.06.2000), paragraphs [0026] to [0032], [0059] to [0061]; fig. 1, 2, 8 (Family: none)	1, 2, 5, 6 3, 4, 7-15
A	JP 2010-539484 A (Cardiac Pacemakers, Inc.), 16 December 2010 (16.12.2010), & US 2009/0076353 A1 & WO 2009/038996 A1	1-15
A	JP 2001-249047 A (Hochiki Corp.), 14 September 2001 (14.09.2001), (Family: none)	1-15
A	JP 2010-152256 A (Nikon Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), (Family: none)	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 November 2016 (30.11.16)

Date of mailing of the international search report
13 December 2016 (13.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077655

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-72241 A (Lasertec Corp.), 16 April 2015 (16.04.2015), (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/88(2006.01)i, G01J1/00(2006.01)i, G01J1/04(2006.01)i, G01N21/90(2006.01)i, G02B1/11(2015.01)i, H01L31/0232(2014.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N21/84-21/958, G01J1/00-1/40, 11/00, G02B1/10-1/18, H01L31/00-31/02, 31/08-31/10, 31/18, H01L21/54, 23/00-23/10, 23/16-23/26, H01L27/14, 29/76

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2000-156809 A (竹中システム機器株式会社) 2000.06.06, [0026] - [0032], [0059] - [0061], 第1, 2, 8図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 6 3, 4, 7-15
A	JP 2010-539484 A (カーディアック ペースメイカーズ, インコーポレイテッド) 2010.12.16, & US 2009/0076353 A1 & WO 2009/038996 A1	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 1 1 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 3 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野寺 麻美子

2 W

9 5 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-249047 A (ホーチキ株式会社) 2001. 09. 14, (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2010-152256 A (株式会社ニコン) 2010. 07. 08, (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2015-72241 A (レーザーテック株式会社) 2015. 04. 16, (ファミリーなし)	1-15