

(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2016-200420

(P2016-200420A)

(43) 公開日 平成28年12月1日(2016.12.1)

(51) Int.Cl.
G 0 1 N 21/88 (2006.01)F 1
G 0 1 N 21/88テーマコード (参考)
2 G 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-78676 (P2015-78676)
(22) 出願日 平成27年4月7日(2015.4.7)(71) 出願人 000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号(74) 代理人 100121083
弁理士 青木 宏義(74) 代理人 100138391
弁理士 天田 昌行(74) 代理人 100132067
弁理士 岡田 喜雅(74) 代理人 100150304
弁理士 溝口 勉(72) 発明者 露木 正年
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内Fターム(参考) 2G051 AB07 BA02 BB03 CA04 CA12
CB01 CC11 DA06 DA08 EB01

(54) 【発明の名称】 撮像装置及び検査装置

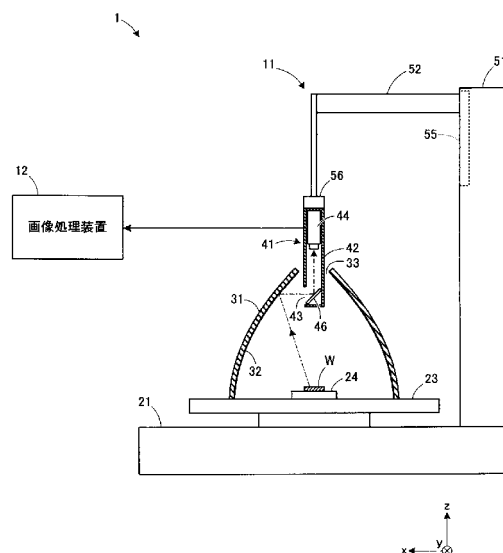
(57) 【要約】

【課題】 装置全体を大型化することなく、安価かつ簡易な構成で撮像対象を適切に撮像すること。

【解決手段】 撮像装置(11)は、撮像対象(W)が設置されるステージ(23)と、放物面状の鏡面(32)によってステージ上の撮像対象を覆うミラー部材(31)と、ミラー部材の鏡面を用いてステージ上の撮像対象を撮像する光学系(41)と、ステージの撮像対象と光学系とを相対的に離間又は接近させる移動機構(55)とを備え、離間又は接近方向を軸方向とし、当該軸方向に垂直な方向からミラー部材の鏡面に入射した光の焦点に撮像対象が位置付けられる構成にした。

【選択図】 図1

第1の実施の形態



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像対象が設置されるステージと、
放物面状の鏡面によって前記ステージ上の前記撮像対象を覆うミラー部材と、
前記ミラー部材の鏡面を用いて前記ステージ上の前記撮像対象を撮像する光学系と、
前記ステージの前記撮像対象と前記光学系とを相対的に離間又は接近させる移動機構とを備え、

前記離間又は接近方向を軸方向とし、当該軸方向に垂直な方向から前記ミラー部材の鏡面に入射した光の焦点に前記撮像対象が位置付けられていることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記ミラー部材の鏡面は、前記軸方向を z 軸方向とする x y z 座標空間で、f を任意の定数としたときに、式 (1) で示される回転放物面状に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

式 (1)

$$z^4 - 16f^2x^2 - 16f^2y^2 - 8f^2z^2 + 16f^4 = 0$$

【請求項 3】

前記光学系は、前記軸方向に垂直な方向から前記ミラー部材の鏡面を撮像する撮像部を有し、

前記移動機構は、前記ステージの前記撮像対象と前記撮像部とを相対的に離間又は接近させることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記軸方向を回転軸として、前記ステージの前記撮像対象と前記光学系とを相対的に回転させる回転機構を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記ステージに前記撮像対象が設置される設置台が設けられ、

前記回転機構は前記設置台を前記光学系に対して回転させることを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記ミラー部材の鏡面が放物面の一部からなる部分放物面状に形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記光学系は、前記撮像対象を前記軸方向から撮像する撮像部と、当該軸方向に垂直な方向から前記ミラー部材の鏡面を照明する照明部とを有し、

前記移動機構は、前記ステージの前記撮像対象と前記照明部とを相対的に離間又は接近させることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記照明部が、前記ミラー部材の鏡面を全周に亘って照明する円盤型照明であることを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記軸方向を回転軸として、前記ステージに設けられた設置台上の撮像対象と前記照明部とを相対的に回転させる回転機構を備え、

前記照明部が、前記ミラー部材の鏡面を部分的に照明するスポット照明であることを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記ミラー部材の鏡面が放物面の一部からなる部分放物面状に形成されていることを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 のいずれかに記載の撮像装置と、

前記撮像装置で撮像された撮像画像の画像処理により前記撮像対象を検査する画像処理装置とを備えたことを特徴とする検査装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像画像に基づいて撮像対象の傷や異物等の検出に用いる撮像装置及び検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、撮像対象の外観検査は、撮像対象の検査部位に応じて事前に複数のカメラを固定配置して、複数の方向から撮像対象を撮像して検査している。この外観検査は、撮像対象に対する撮像方向が固定され、撮像対象に想定外の傷や異物等が生じている場合にはカメラの配置構成を変更して検査しなければならない。そこで、この種の外観検査に用いる検査装置として、複数のカメラや照明を撮像対象に対して相対的に移動可能に配置して、複数のカメラで撮像対象を様々な方向から撮像して検査するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-130438号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の検査装置は、複数のカメラに加えて、各カメラを個別に移動させるための移動機構を設けなければならないため、装置全体が大型化すると共に部品点数が増加してコストが増大するという問題があった。さらに、撮像対象の撮像部位に応じて各カメラを適切に移動制御しなければならず、装置構成及び制御構成が複雑になっていた。

【0005】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、装置全体を大型化することなく、安価かつ簡易な構成で撮像対象を適切に撮像することができる撮像装置及び検査装置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】

【0006】

本発明の撮像装置は、撮像対象が設置されるステージと、放物面状の鏡面によって前記ステージ上の前記撮像対象を覆うミラー部材と、前記ミラー部材の鏡面を用いて前記ステージ上の前記撮像対象を撮像する光学系と、前記ステージの前記撮像対象と前記光学系とを相対的に離間又は接近させる移動機構とを備え、前記離間又は接近方向を軸方向とし、当該軸方向に垂直な方向から前記ミラー部材の鏡面に入射した光の焦点に前記撮像対象が位置付けられていることを特徴とする。

【0007】

この構成によれば、軸方向に垂直な方向からの光は放物面状の鏡面のどの位置でも焦点に位置付けられた撮像対象に向けて反射され、焦点に位置付けられた撮像対象からの光は放物面状の鏡面のどの位置でも軸方向に垂直な方向に反射される。このため、撮像対象に対して光学系が離間又は接近することによって、撮像対象に対する光の当たり方や、撮像対象の見え方を調整することができる。よって、装置全体を大型化することなく、安価かつ簡易な構成で撮像対象を適切に撮像することができる。なお、焦点に撮像対象が位置付けられるとは、撮像対象の中心が焦点に位置付けられる構成に限定されず、撮像対象の一部が焦点に重なる位置や、鏡面と焦点を結ぶ光路を撮像対象が遮るような略焦点に位置付けられる構成も含む。

【0008】

また本発明の上記撮像装置において、前記ミラー部材の鏡面は、前記軸方向をz軸方向

10

20

30

40

50

とする $x y z$ 座標空間で、 f を任意の定数としたときに、式 (1) で示される回転放物面状に形成されている。

式 (1)

$$z^4 - 16f^2x^2 - 16f^2y^2 - 8f^2z^2 + 16f^4 = 0$$

この構成によれば、 $x y z$ 座標空間の原点が焦点になり、原点に撮像対象を位置付けて撮像することができる。

【0009】

また本発明の上記撮像装置において、前記光学系は、前記軸方向に垂直な方向から前記ミラー部材の鏡面を撮像する撮像部を有し、前記移動機構は、前記ステージの前記撮像対象と前記撮像部とを相対的に離間又は接近させる。この構成によれば、焦点に位置付けられた撮像対象から放物面状の鏡面に入射された光は、放物面状の鏡面のどの位置でも、軸方向に垂直な方向に反射される。よって、撮像部が鏡面から鏡像を取り込む位置を軸方向で変えることで、撮像対象の見え方を調整することができる。

10

【0010】

また本発明の上記撮像装置において、前記軸方向を回転軸として、前記ステージの前記撮像対象と前記光学系とを相対的に回転させる回転機構を備える。この構成によれば、光学系が鏡面から鏡像を取り込む位置を回転方向で変えることで、撮像対象を適切な向きから撮像することができる。

【0011】

また本発明の上記撮像装置において、前記ステージに前記撮像対象が設置される設置台が設けられ、前記回転機構は前記設置台を前記光学系に対して回転させる。この構成によれば、撮像部に対して撮像対象の向きが回転するため、光学系が鏡面から鏡像を取り込む位置を回転方向で固定させた状態で、撮像対象を適切な向きから撮像することができる。

20

【0012】

また本発明の上記撮像装置において、前記ミラー部材の鏡面が放物面の一部からなる部分放物面状に形成されている。この構成によれば、撮像部が鏡面から鏡像を取り込む位置が回転方向で固定されているため、鏡面が部分放物面で形成されていても撮像対象を撮像することができる。

【0013】

また本発明の上記撮像装置において、前記光学系は、前記撮像対象を前記軸方向から撮像する撮像部と、当該軸方向に垂直な方向から前記ミラー部材の鏡面を照明する照明部とを有し、前記移動機構は、前記ステージの前記撮像対象と前記照明部とを相対的に離間又は接近させる。この構成によれば、照明部から放物面状の鏡面に入射された光は、放物面状の鏡面のどの位置でも、焦点に位置付けられた撮像対象に向けて反射される。よって、照明部が鏡面を照明する位置を軸方向で変えることで、撮像対象に対する光の当たり方を調整することができる。

30

【0014】

また本発明の上記撮像装置において、前記照明部が、前記ミラー部材の鏡面を全周に亘って照明する円盤型照明である。この構成によれば、円盤型照明から出射された光により、撮像対象の撮像部位を周囲から照明することができる。

40

【0015】

また本発明の上記撮像装置において、前記軸方向を回転軸として、前記ステージに設けられた設置台上の撮像対象と前記照明部とを相対的に回転させる回転機構を備え、前記照明部が、前記ミラー部材の鏡面を部分的に照明するスポット照明である。この構成によれば、スポット照明から出射されたスポット光により、撮像対象の撮像部位を部分的に照明することができる。

【0016】

また本発明の上記撮像装置において、前記ミラー部材の鏡面が放物面の一部からなる部分放物面状に形成されている。この構成によれば、スポット光によって鏡面を照射する位置が回転方向で固定されているため、鏡面が部分放物面で形成されていても撮像対象を部

50

分的に照明することができる。

【0017】

本発明の検査装置は、上記の撮像装置と、前記撮像装置で撮像された撮像画像の画像処理により前記撮像対象を検査する画像処理装置とを備えたことを特徴とする。この構成によれば、装置全体を大型化することなく、安価かつ簡易な構成で撮像対象を撮像し、撮像画像に基づいて撮像対象に生じた傷や異物を検査することができる。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、撮像対象に対して光学系が離間又は接近されることで、光学系に取り込まれる撮像対象の見え方や撮像対象に対する光の当たり方が可変されるので、装置全体を大型化することなく、安価かつ簡易な構成で撮像対象を適切に照明して撮像することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第1の実施の形態に係る検査装置の模式図である。

【図2】第1の実施の形態に係るミラー部材の説明図である。

【図3】第1の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図4】第2の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図5】第3の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図6】第4の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図7】第5の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図8】第5の実施の形態に係るミラー部材の説明図である。

【図9】第6の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図10】第7の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図11】第8の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【図12】第9の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、添付図面を参照して、本実施の形態に係る検査装置について説明する。なお、本実施の形態に係る検査装置は、放物面状の内面を鏡面にしたミラー部材を用いて撮像する撮像装置を備えた構成であれば、どのように構成されていてもよい。また、以下の説明では、z軸方向で撮像対象と光学系の離間又は接近する構成を例示して説明するが、撮像対象と光学系の離間又は接近方向は特に限定されない。また、以下の各実施の形態では、説明の便宜上、同一の構成には同一の符号を付して説明する。図1は、第1の実施の形態に係る検査装置の模式図である。図2は、第1の実施の形態に係るミラー部材の説明図である。

【0021】

図1に示すように、検査装置1は、撮像装置11で撮像された撮像画像を、画像処理装置12において画像処理することで撮像対象Wを検査するように構成されている。この検査装置1では、事前に想定した撮像部位の不良の検査だけでなく、事前に想定していない撮像部位の不良の検査も求められている。このため、固定された方向からだけではなく、様々な方向から撮像対象Wを撮像する必要があるが、複数の撮像部（カメラ）や複雑な移動機構を用いなければならない。そこで、本実施の形態に係る撮像装置11は、ドーム状のミラー部材31を用いて撮像対象Wに対する撮像方向を可変させている。

【0022】

図2Aに示すように、ミラー部材31の鏡面32の断面形状は、x-z座標系で次式（2）に示される放物線になっている。ここで、 $p \leq x \leq 1$ であって、pは0と1の間の値を持つ定数であり、fは任意の定数である。この式（2）で示される放物線は原点が焦点になっている。

式（2）

10

20

30

40

50

$$y^2 = -4f(x - f)$$

この放物線では、焦点（原点）から出射されて放物線で反射された光は全て z 軸と垂直な方向に進むため、 z 軸と垂直な方向から放物線に視点を向けた位置に応じて、焦点を異なる方向から見た像を得ることが可能になっている。

【0023】

図2Bに示すように、放物線を z 軸回りに回転させてできるミラー部材31の鏡面32は、 xyz 座標空間で式(3)に示される回転放物面になっている。

式(3)

$$z^4 - 16f^2x^2 - 16f^2y^2 - 8f^2z^2 + 16f^4 = 0$$

このように、撮像装置11では、ミラー部材31の放物面状の鏡面32の性質を利用することで撮像対象Wに対する撮像方向を可変させることが可能になっている。

10

【0024】

図1に戻り、撮像装置11の基台21には、撮像対象Wの設置台24を有するステージ23が設けられている。ステージ23上には、放物面状の鏡面32によって設置台24上の撮像対象Wを覆うドーム状のミラー部材31が設けられている。設置台24上の撮像対象Wは、ステージ23上で z 軸方向（軸方向）に垂直な方向からミラー部材31の鏡面32に入射した光の焦点（原点）に位置付けられている。ミラー部材31の内面は、回転放物面状の鏡面32になっており、焦点に設置された撮像対象Wからの光を z 軸方向に垂直な方向に反射させている。また、ミラー部材31の頂点部分には、ミラー部材31の内外を連ねる開口33が形成されている。

20

【0025】

ミラー部材31の開口33には、ミラー部材31の鏡面32を介してステージ23上の撮像対象Wを撮像する光学系41が差し込まれている。光学系41のケース42は筒状に形成されており、ケース42の下端側の側面にミラー部材31の鏡面32に向けた開口43が形成されている。ケース42の上端側には撮像面を下方に向けた撮像部44が設置され、ケース42の下端側には開口43から入射した光を撮像部44の撮像面に向けて反射するミラー46が設置されている。撮像対象Wからの光はミラー部材31の放物面状の鏡面32で側方に向けて反射された後、ミラー46で上方に向けて反射されることで撮像部44に取り込まれる。

【0026】

30

また、基台21上には支柱部51が立設されており、支柱部51にはステージ23上の撮像対象Wに対して光学系41を離間又は接近させる移動機構55が設けられている。移動機構55は、アーム52に支持された光学系41を z 軸方向に移動させることで、ミラー部材31に対する光学系41の高さを調整している。アーム52には、 z 軸を回転軸としてステージ23の撮像対象Wに対して光学系41を回転させる回転機構56が設けられている。回転機構56は、光学系41全体を z 軸回りに回転させることで、ミラー部材31の鏡面32に対する光学系41の向きを水平方向で調整している。

【0027】

焦点に位置付けられた撮像対象Wからの光は、放物面状の鏡面32のどの位置でも z 軸方向に垂直な方向に反射される。このため、鏡面32に対して光学系41を z 軸方向に動かすことで、撮像対象Wからの斜め方向の光を光学系41に取り込むことができ、撮像対象Wの斜め上方からの見え方が変更される。さらに、鏡面32に対して光学系41を z 軸回りに回転させることで、撮像対象Wの見える向きが変更される。このように、移動機構55及び回転機構56によってミラー部材31の鏡面32に対する光学系41の視点を動かすことで、撮像対象Wを様々な方向から見た像を取得している。

40

【0028】

なお、第1の実施の形態においては、撮像対象Wを照らす照明部が光学系41に設けられていてもよいし、ミラー部材31の内側に設けられていてもよい。また、撮像装置11に照明部が設けられずに、ミラー部材31の開口33と光学系41のケース42との隙間から外部の光がミラー部材31の内側に取り込まれてもよい。

50

【0029】

画像処理装置12は、撮像装置11に撮像された撮像画像に対して画像処理を施すことで、撮像対象Wの不良を検出している。画像処理装置12による画像処理は特に限定されないが、例えば、撮像画像と事前に用意した基準画像とを比較する方法や、正規化相関係数に基づくテンプレートマッチング等の方法により撮像対象の不良を検出してもよい。また、第1の実施の形態では、画像処理装置12によって撮像対象Wの不良を検出する構成にしたが、オペレータの目視によって撮像画像から撮像対象Wの不良を確認するようにしてもよい。

【0030】

図3を参照して、撮像装置による撮像動作について説明する。図3は、第1の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。ここでは、光学系に照明部が設けられて、ミラー部材の鏡面を介して撮像対象が照射されているものとする。

【0031】

図3に示すように、移動機構55によって光学系41が上方位置に位置付けられ、回転機構56によって光学系41の向きが所定の向きにむけられると、撮像対象Wから真上に近い斜め方向に進む光が、ミラー部材31の鏡面32の反射位置P1でz軸と垂直な方向に反射されて光学系41に取り込まれる。光学系41に取り込まれた光はミラー46によって真上に位置する撮像部44に向けて反射される。これにより、鏡面32の反射位置P1における撮像対象Wの鏡像が撮像部44によって撮像され、真上に近い方向から撮像対象Wを見たときの撮像画像が取得される。

【0032】

そして、移動機構55によって光学系41が下方位置に位置付けられると、撮像対象Wから水平に近い斜め方向に進む光が、ミラー部材31の鏡面32の反射位置P2でz軸と垂直な方向に反射されて光学系41に取り込まれる。光学系41に取り込まれた光はミラー46によって真上に位置する撮像部44に向けて反射される。これにより、鏡面32の反射位置P2における撮像対象Wの鏡像が撮像部44によって撮像され、水平に近い方向から撮像対象Wを見たときの撮像画像が取得される。このように、鏡面32から鏡像を取り込む位置を変えることで、撮像対象Wを様々な方向から見た像を得ることが可能になっている。

【0033】

以上のように、第1の実施の形態に係る撮像装置11は、撮像対象Wに対する撮像部44のz軸方向の移動及びz軸回りの回転によって、鏡面32から鏡像を取り込む位置を変えることで、撮像対象Wの見え方を調整することができる。よって、撮像対象Wの撮像部位を様々な方向から撮像して撮像画像を得ることができ、検査装置1を大型化することなく、安価かつ簡易な構成で撮像対象を適切に撮像して検査することができる。

【0034】

なお、第1の実施の形態では、光学系41（撮像部44）がz軸方向に移動可能でz軸回りに回転可能な構成にしたが、この構成に限定されない。光学系41とステージ23上の撮像対象Wとがz軸方向に相対的に離間又は接近されると共に、光学系41とステージ23上の撮像対象Wとがz軸回りに相対的に回転される構成であればよい。例えば、図4に示すように、光学系41の代わりにステージ23がz軸方向に移動可能でz軸回りに回転可能な構成にしてもよい。

【0035】

図4を参照して、第2の実施の形態に係る検査装置について説明する。第2の実施の形態に係る検査装置は、撮像装置のステージがz軸方向に移動及びz軸回りに回転する点で第1の実施の形態に係る検査装置と相違している。なお、第2の実施の形態においては、第1の実施の形態と同一の構成については説明を省略する。図4は、第2の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。ここでは、光学系に照明部が設けられて、ミラー部材の鏡面を介して撮像対象が照射されているものとする。

【0036】

図4に示すように、第2の実施の形態に係る撮像装置11は、ステージ23から下方に支持部25が延びており、この支持部25に光学系41に対してステージ23上の撮像対象Wを離間又は接近させる移動機構55が設けられている。移動機構55は、ステージ23上のミラー部材31をz軸方向に移動させることで、光学系41に対するミラー部材31の高さを調整している。支持部25の下部には、z軸を回転軸として光学系41に対してステージ23上の撮像対象Wを回転させる回転機構56が設けられている。回転機構56は、ステージ23全体をz軸回りに回転させることで、光学系41に対する撮像対象Wの向きを水平方向で調整している。

【0037】

このように構成された撮像装置11では、移動機構55によってステージ23が上方位置に位置付けられ、回転機構56によってステージ23が所定の向きに向けられると、撮像対象Wから水平に近い斜め方向に進む光が、ミラー部材31の鏡面32の反射位置P3でz軸と垂直な方向に反射されて光学系41に取り込まれる。光学系41に取り込まれた光はミラー46によって真上に位置する撮像部44に向けて反射される。これにより、鏡面32の反射位置P3における撮像対象Wの鏡像が撮像部44によって撮像され、水平に近い方向から撮像対象Wを見たときの撮像画像が取得される。

【0038】

そして、移動機構55によってステージ23が下方位置に位置付けられると、撮像対象Wから真上に近い斜め方向に進む光が、ミラー部材31の鏡面32の反射位置P4でz軸と垂直な方向に反射されて光学系41に取り込まれる。光学系41に取り込まれた光はミラー46によって真上に位置する撮像部44に向けて反射される。これにより、鏡面32の反射位置P4における撮像対象Wの鏡像が撮像部44によって撮像され、真上に近い方向から撮像対象Wを見たときの撮像画像が取得される。

【0039】

以上のように、第2の実施の形態に係る撮像装置11においても、ステージ23のz軸方向の移動及びz軸回りの回転によって鏡面32から鏡像を取り込む位置を変えることで、撮像対象Wの見え方を調整することができる。よって、撮像対象Wの撮像部位を様々な方向から撮像して検査することができる。

【0040】

また、第1、第2の実施の形態の他にも、光学系41がz軸方向に移動可能でステージ23がz軸回りに回転可能な構成でもよいし、光学系41がz軸回りに回転可能でステージ23がz軸方向に移動可能でも良い。さらに、図5に示すように、光学系41がz軸方向に移動可能でステージ23上の設置台24がz軸回りに回転可能な構成にしてもよい。

【0041】

図5を参照して、第3の実施の形態に係る検査装置について説明する。第3の実施の形態に係る検査装置は、撮像装置のステージ上の設置台がz軸回りに回転する点で第1の実施の形態に係る検査装置と相違している。なお、第3の実施の形態においては、第1の実施の形態と同一の構成については説明を省略する。図5は、第3の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。ここでは、光学系に照明部が設けられて、ミラー部材の鏡面を介して撮像対象が照射されているものとする。

【0042】

図5に示すように、第3の実施の形態に係る撮像装置11は、設置台24から下方に回転軸26が延びており、この回転軸26の下部に光学系41に対して設置台24上の撮像対象Wを回転させる回転機構56が設けられている。回転機構56は、設置台24をz軸回りに回転させることで、光学系41に対する撮像対象Wの向きを水平方向で調整している。なお、第3の実施の形態に係る撮像装置11は、第1の実施の形態と同様に、基台21上の支柱部51に、ステージ23上の撮像対象Wに対して光学系41を離間又は接近させる移動機構55が設けられている。

【0043】

このように構成された撮像装置11では、移動機構55によって光学系41が上方位置

10

20

30

40

50

に位置付けられ、回転機構 5 6 によって設置台 2 4 が所定の向きに向けられると、撮像対象 W から真上に近い斜め方向に進む光が、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 の反射位置 P 5 で z 軸と垂直な方向に反射されて光学系 4 1 に取り込まれる。光学系 4 1 に取り込まれた光はミラー 4 6 によって真上に位置する撮像部 4 4 に向けて反射される。これにより、鏡面 3 2 の反射位置 P 5 における撮像対象 W の鏡像が撮像部 4 4 によって撮像され、真上に近い方向から撮像対象 W を見たときの撮像画像が取得される。

【0044】

そして、移動機構 5 5 によって光学系 4 1 が下方位置に位置付けられると、撮像対象 W から水平に近い斜め方向に進む光が、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 の反射位置 P 6 で z 軸と垂直な方向に反射されて光学系 4 1 に取り込まれる。光学系 4 1 に取り込まれた光はミラー 4 6 によって真上に位置する撮像部 4 4 に向けて反射される。これにより、鏡面 3 2 の反射位置 P 6 における撮像対象 W の鏡像が撮像部 4 4 によって撮像され、水平に近い方向から撮像対象 W を見たときの撮像画像が取得される。

【0045】

以上のように、第 3 の実施の形態に係る撮像装置 1 1 においても、光学系 4 1 の z 軸方向の移動によって鏡面 3 2 から鏡像を取り込む位置を変えることで、鏡面 3 2 から鏡像を取り込む位置を回転方向で固定させた状態で、撮像対象を適切な向きから撮像することができる。よって、撮像対象 W の撮像部位を様々な方向から撮像して検査することができる。

【0046】

上記の第 3 の実施の形態に係る撮像装置 1 1 では、光学系 4 1 の向きを変えることなく、光学系 4 1 がミラー部材 3 1 の一部分を用いて撮像対象 W の鏡像を取り込むため、ミラー部材 3 1 がドーム状に形成されている必要がない。このため、図 6 に示す第 4 の実施の形態のように、ドーム形状を切り欠いたミラー部材 3 1 を用いてもよい。この場合、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 が放物面の一部分からなる部分放物面状に形成されている。鏡面 3 2 から鏡像を取り込む位置が回転方向で固定されているため、鏡面 3 2 が部分放物面で形成されていても撮像対象 W を撮像することができる。

【0047】

上記した第 1 - 第 4 の実施の形態では、撮像部 4 4 によってミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 に映る鏡像を撮像する構成にしたが、この構成に限定されない。ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 を用いてステージ 2 3 上の撮像対象 W を撮像する構成であればよく、図 7 に示すように、照明部 4 7 によってミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 を介して撮像対象 W を照明して、撮像部 4 4 によって真上から撮像対象 W を撮像する構成にしてもよい。この場合、図 8 に示すように、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 の断面形状は、上記式 (2) で示される放物線であり、放物線に z 軸に垂直な方向から入射された光は全て焦点に向かって進むため、放物線に対する入射位置に応じて撮像対象を様々な方向から照らすことが可能になっている。

【0048】

図 7 を参照して、第 5 の実施の形態に係る検査装置について説明する。なお、第 5 の実施の形態においては、第 1 の実施の形態と同一の構成については説明を省略する。図 7 は、第 5 の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【0049】

図 7 に示すように、撮像装置 1 1 の基台 2 1 には、撮像対象 W の設置台 2 4 を有するステージ 2 3 が設けられている。ステージ 2 3 上には、放物面状の鏡面 3 2 によって設置台 2 4 上の撮像対象 W を覆うドーム状のミラー部材 3 1 が設けられている。設置台 2 4 上の撮像対象 W は、ステージ 2 3 上で z 軸方向（軸方向）に垂直な方向からミラー部材 3 1 に入射した光の焦点（原点位置）に位置付けられている。ミラー部材 3 1 の内面は、回転放物面状の鏡面 3 2 になっており、z 軸に垂直な方向からの光を焦点に向かう方向に反射させている。また、ミラー部材 3 1 の頂点部分には、ミラー部材 3 1 の内外を連ねる開口 3 3 が形成されている。

【0050】

ミラー部材 3 1 の開口 3 3 の上方には、撮像対象 W を z 軸方向から撮像する撮像部 4 4 が位置付けられ、ミラー部材 3 1 の開口 3 3 の下方には、z 軸方向に垂直な方向からミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 を照明する照明部 4 7 が位置付けられている。第 5 の実施の形態では、この撮像部 4 4 と照明部 4 7 とを含んで光学系 4 1 が構成されている。撮像部 4 4 は、ステージ 2 3 に立設された支柱部 5 3 によって撮像面を真下に向けて支持されている。照明部 4 7 は、撮像部 4 4 の光軸を避けるようにリング状に形成されており、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 を全周（360°）に亘って照明する円盤型照明で構成されている。

【0051】

照明部 4 7 から周囲に放射された光は、ミラー部材 3 1 の放物面状の鏡面 3 2 で焦点に向けて反射されて、鏡面 3 2 からの反射光によって撮像対象 W が周囲から照明される。そして、照明部 4 7 によって照明された撮像対象 W が真上に位置する撮像部 4 4 によって撮像される。この場合、照明部 4 7 が撮像部 4 4 の光軸を避けてリング状に形成されているため、撮像部 4 4 による撮像が照明部 4 7 に妨害されることがない。なお、照明部 4 7 は、例えば、LED（Light Emitting Diode）をリング状に配置して構成されてもよいし、リング状の蛍光灯を配置して構成されてもよい。

【0052】

また、基台 2 1 上には支柱部 5 1 が立設されており、支柱部 5 1 にはステージ 2 3 上の撮像対象 W に対して照明部 4 7 を離間又は接近させる移動機構 5 5 が設けられている。移動機構 5 5 は、アーム 5 2 に支持された照明部 4 7 を z 軸方向に移動させることで、ミラー部材 3 1 に対する照明部 4 7 の高さを調整している。照明部 4 7 から z 軸方向に垂直な方向に進む光は、放物面状の鏡面 3 2 のどの位置でも焦点に位置付けられた撮像対象 W に向けて反射される。このため、鏡面 3 2 に対して照明部 4 7 を z 軸方向に動かすことで、撮像対象に対する光の当たり方を変えることができ、撮像画像の明るさが調整される。

【0053】

このように構成された撮像装置 1 1 では、移動機構 5 5 によって照明部 4 7 が上方位置に位置付けられると、照明部 4 7 から z 軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 の反射位置 P 9 で焦点に向けて反射されて撮像対象 W が周囲から照明される。これにより、撮像対象 W が真上に近い方向から照明されるため、真上に位置する撮像部 4 4 によって明るめの撮像画像が取得される。

【0054】

そして、移動機構 5 5 によって照明部 4 7 が下方位置に位置付けられると、照明部 4 7 から z 軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 の反射位置 P 10 で焦点に向けて反射されて撮像対象 W が周囲から照明される。これにより、撮像対象 W が水平に近い方向から照明されるため、撮像部 4 4 によって暗めの撮像画像が取得される。このように、ミラー部材 3 1 の鏡面 3 2 を照明する位置を変えることで、撮像対象 W を様々な方向から照明した像を得ることが可能になっている。

【0055】

以上のように、第 5 の実施の形態に係る撮像装置 1 1 は、照明部 4 7 の z 軸方向の移動によって鏡面 3 2 が照明される位置を変えることで、撮像対象 W に対する光の当たり方を調整することができる。よって、照明部 4 7 からの光により撮像対象 W の撮像部位を周囲から照明して撮像することができる。

【0056】

なお、第 5 の実施の形態では、照明部 4 7 が z 軸方向に移動可能な構成にしたが、この構成に限定されない。照明部 4 7 とステージ 2 3 上の撮像対象 W とが相対的に離間又は接近される構成であればよい。例えば、図 9 に示すように、照明部 4 7 の代わりにステージ 2 3 が z 軸方向に移動可能な構成にしてもよい。

【0057】

図 9 を参照して、第 6 の実施の形態に係る検査装置について説明する。第 6 の実施の形態に係る検査装置は、撮像装置のステージが z 軸方向に移動する点で第 5 の実施の形態に係る検査装置と相違している。なお、第 6 の実施の形態においては、第 5 の実施の形態と

10

20

30

40

50

同一の構成については説明を省略する。図 9 は、第 6 の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【0058】

図 9 に示すように、第 6 の実施の形態に係る撮像装置 11 は、ステージ 23 から下方に支持部 25 が延びており、この支持部 25 には照明部 47 に対してステージ 23 上の撮像対象 W を離間又は接近させる移動機構 55 が設けられている。移動機構 55 は、ステージ 23 上のミラー部材 31 を z 軸方向に移動させることで、照明部 47 に対するミラー部材 31 の高さを調整している。

【0059】

このように構成された撮像装置 11 では、移動機構 55 によってステージ 23 が上方位置に位置付けられると、照明部 47 から z 軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材 31 の鏡面 32 の反射位置 P11 で焦点に向けて反射されて撮像対象 W が周囲から照明される。これにより、撮像対象 W が水平に近い方向から照明されるため、真上に位置する撮像部 44 によって暗めの撮像画像が取得される。

【0060】

そして、移動機構 55 によって照明部 47 が下方位置に位置付けられると、照明部 47 から z 軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材 31 の鏡面 32 の反射位置 P12 で焦点に向けて反射されて撮像対象 W が周囲から照明される。これにより、撮像対象 W が真上に近い方向から照明されるため、真上に位置する撮像部 44 によって明めの撮像画像が取得される。

【0061】

以上のように、第 6 の実施の形態に係る撮像装置 11 においても、ステージ 23 の z 軸方向の移動によって鏡面 32 が照明される位置を変えることで、撮像対象 W に対する光の当たり方を調整することができる。よって、照明部 47 からの光により撮像対象 W の撮像部位を周囲から照明して撮像することができる。

【0062】

なお、第 6 の実施の形態では、照明部 47 がミラー部材 31 の鏡面 32 を全周（360°）に亘って照明する円盤型照明で構成されたが、この構成に限定されない。照明部 47 は、ミラー部材 31 の鏡面 32 を照明可能な構成であればよく、図 10 に示すように、ミラー部材 31 の鏡面 32 を部分的に照明するスポット照明で構成されてもよい。

【0063】

図 10 を参照して、第 7 の実施の形態に係る検査装置について説明する。第 7 の実施の形態に係る検査装置は、照明部が z 軸回りに回転可能なスポット照明である点で第 5 の実施の形態に係る検査装置と相違している。なお、第 7 の実施の形態においては、第 5 の実施の形態と同一の構成については説明を省略する。図 10 は、第 7 の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【0064】

図 10 に示すように、第 7 の実施の形態に係る撮像装置 11 は、移動機構 55 に連結されたアーム 52 に回転機構 56 を介して照明部 47 が支持されている。照明部 47 は、撮像部 44 の光軸を避けるようにリング状に形成されており、リング状の一方向からミラー部材 31 の鏡面 32 を部分的に照明するスポット照明で構成されている。この場合、照明部 47 が撮像部 44 の光軸を避けてリング状に形成されているため、撮像部 44 による撮像が照明部 47 に障害されることがない。なお、照明部 47 は、例えば、LED を配置して構成されてもよいし、光ファイバを用いて光源（不図示）から光を導いて構成されてもよい。なお、スポット照明はスポット径が可変可能に構成されてもよい。

【0065】

このように構成された撮像装置 11 では、移動機構 55 によって照明部 47 が上方位置に位置付けられ、回転機構 56 によって照明部 47 の向きが調整されると、照明部 47 から z 軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材 31 の鏡面 32 の反射位置 P13 で焦点に向けて反射されて撮像対象 W がスポット照明される。これにより、撮像対象 W が真上に

近い方向から照明されるため、真上に位置する撮像部４４によって明るめの撮像画像が取得される。

【００６６】

そして、移動機構５５によって照明部４７が下方位置に位置付けられると、照明部４７からｚ軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材３１の鏡面３２の反射位置Ｐ１４で焦点に向けて反射されて撮像対象Ｗがスポット照明される。これにより、撮像対象Ｗが水平に近い方向から照明されるため、真上に位置する撮像部４４によって暗めの撮像画像が取得される。

【００６７】

以上のように、第７の実施の形態に係る撮像装置１１においても、照明部４７のｚ軸方向の移動及びｚ軸回りの回転によって鏡面３２が照明される位置を変えることで、撮像対象Ｗに対する光の当たり方を調整することができる。よって、照明部４７からのスポット光により撮像対象Ｗの撮像部位を部分的に照明して撮像することができる。なお、第７の実施の形態においては、照明部４７をｚ軸方向に移動させる代わりに、ステージ２３をｚ軸方向に移動させてもよい。

【００６８】

なお、第７の実施の形態では、スポット照明である照明部４７が回転可能な構成にしたが、この構成に限定されない。例えば、図１１に示すように、照明部４７の代わりに設置台２４がｚ軸回りに回転可能な構成にしてもよい。

【００６９】

図１１を参照して、第８の実施の形態に係る検査装置について説明する。第８の実施の形態に係る検査装置は、設置台がｚ軸回りに回転可能である点で第７の実施の形態に係る検査装置と相違している。なお、第８の実施の形態においては、第７の実施の形態と同一の構成については説明を省略する。図１１は、第８の実施の形態に係る撮像装置による撮像動作の説明図である。

【００７０】

第８の実施の形態に係る撮像装置１１は、設置台２４から下方に回転軸２６が延びており、この回転軸２６の下部に照明部４７に対して設置台２４上の撮像対象Ｗを回転させる回転機構５６が設けられている。回転機構５６は、設置台２４をｚ軸回りに回転させることで、照明部４７に対する撮像対象Ｗの向きを水平方向で調整している。なお、第８の実施の形態に係る撮像装置１１は、第７の実施の形態と同様に、基台２１上の支柱部５１に、ステージ２３上の撮像対象Ｗに対して光学系４１を離間又は接近させる移動機構５５が設けられている。

【００７１】

このように構成された撮像装置１１では、移動機構５５によって照明部４７が上方位置に位置付けられ、回転機構５６によって設置台２４が所定の向きに向けられると、照明部４７からｚ軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材３１の鏡面３２の反射位置Ｐ１５で焦点に向けて反射されて撮像対象Ｗがスポット照明される。これにより、撮像対象Ｗが真上に近い方向から照明されるため、真上に位置する撮像部４４によって明るめの撮像画像が取得される。

【００７２】

そして、移動機構５５によって照明部４７が下方位置に位置付けられると、照明部４７からｚ軸方向に垂直な方向に進む光が、ミラー部材３１の鏡面３２の反射位置Ｐ１６で焦点に向けて反射されて撮像対象Ｗがスポット照明される。これにより、撮像対象Ｗが水平に近い方向から照明されるため、真上に位置する撮像部４４によって暗めの撮像画像が取得される。

【００７３】

以上のように、第８の実施の形態に係る撮像装置１１においても、照明部４７のｚ軸方向の移動及び設置台２４のｚ軸回りの回転によって鏡面３２が照明される位置を変えることで、撮像対象Ｗに対する光の当たり方を調整することができる。よって、照明部４７か

10

20

30

40

50

らのスポット光により撮像対象Wの撮像部位を部分的に照明して撮像することができる。
なお、第8の実施の形態においては、照明部47をz軸方向に移動させる代わりに、ステージ23をz軸方向に移動させてもよい。

【0074】

上記の第8の実施の形態に係る撮像装置11では、照明部47の向きを変えることなく、照明部47がミラー部材31の一部分を用いて撮像対象Wを照明するため、ミラー部材31がドーム状に形成されている必要がない。このため、図12に示す第9の実施の形態のように、ドーム形状を切り欠いたミラー部材31を用いてもよい。この場合、ミラー部材31の鏡面32が放物面の一部からなる部分放物面状に形成されている。スポット光によって鏡面32を照明する位置が回転方向で固定されているため、鏡面32が部分放物面で形成されていても撮像対象Wを部分的に照明することができる。

10

【0075】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。上記実施の形態において、添付図面に図示されている大きさや形状などについては、これに限定されず、本発明の効果を発揮する範囲内で適宜変更することが可能である。その他、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施することが可能である。

【0076】

例えば、上記各実施の形態において、ステージ23の設置台24に撮像対象Wが設置される構成にしたが、この構成に限定されない。ステージ23が設置台24を有さずに、ステージ23上に直に撮像対象Wが設置される構成にしてもよい。

20

【0077】

また、上記各実施の形態において、ミラー部材31がドーム状に形成される構成にしたが、この構成に限定されない。ミラー部材31は、撮像対象Wを覆う放物面状の鏡面32を有する構成であれば、どのように形成されてもよい。また、ミラー部材31の内面全体が放物面状の鏡面32で形成されている必要がなく、ミラー部材31の内面の一部が放物面状の鏡面32で形成されていればよい。

【0078】

また、上記各実施の形態において、ミラー部材31の鏡面32が式(3)に示す回転放物面状に形成される構成にしたが、この構成に限定されない。ミラー部材31の鏡面32は、撮像対象Wと光学系41とが相対的に離間又は接近する方向を軸方向とし、この軸方向に対して垂直な方向から入射した光を焦点に向けて反射するような放物面状に形成されていればよい。

30

【0079】

また、第1-第4の実施の形態において、光学系41がz軸方向に垂直な方向からの光をミラー46で真上に反射して撮像部44で撮像する構成にしたが、この構成に限定されない。光学系41は、ミラー46を有していなくてもよく、撮像部44がz軸方向に垂直な方向からの光を直に撮像できるように、撮像部44の撮像面がz軸方向に垂直な方向に向けられていてもよい。

【0080】

40

なお、上記した各実施の形態において、焦点に撮像対象Wが位置付けられるとは、撮像対象Wの中心が焦点に位置付けられる構成に限定されず、撮像対象Wの一部が焦点に重なる位置や、鏡面32と焦点を結ぶ光路を撮像対象Wが遮るような略焦点に位置付けられる構成も含む。

【産業上の利用可能性】

【0081】

以上説明したように、本発明は、装置全体を大型化することなく、安価かつ簡易な構成で撮像対象を適切に撮像することができるという効果を有し、特に、撮像対象の傷や異物等の検出に用いる撮像装置及び検査装置に有用である。

【符号の説明】

50

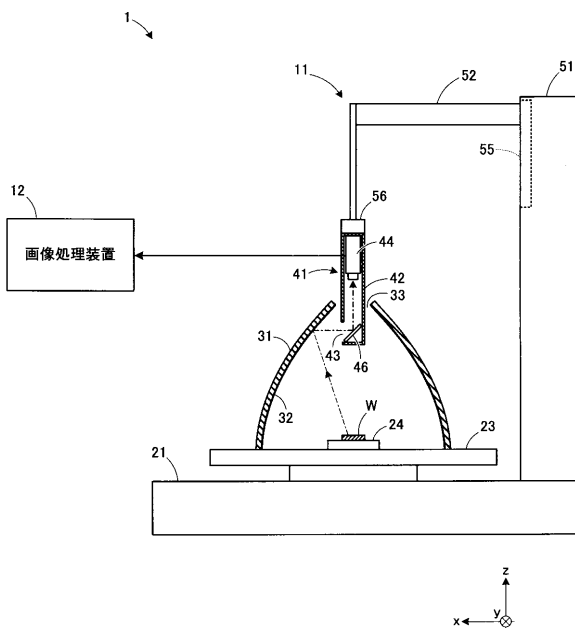
【 0 0 8 2 】

- 1 検査装置
- 1 1 撮像装置
- 1 2 画像処理装置
- 2 3 ステージ
- 2 4 設置台
- 3 1 ミラー部材
- 3 2 鏡面
- 4 1 光学系
- 4 4 撮像部
- 4 7 照明部
- 5 5 移動機構
- 5 6 回転機構
- W 撮像対象

10

【 図 1 】

第1の実施形態



【 図 2 】

図 2A

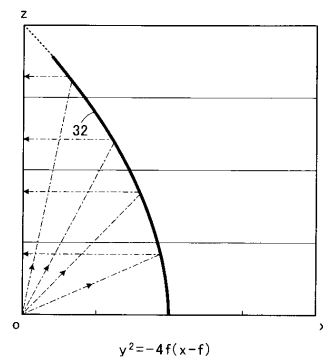
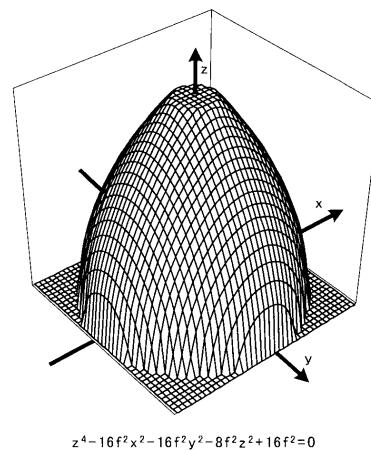
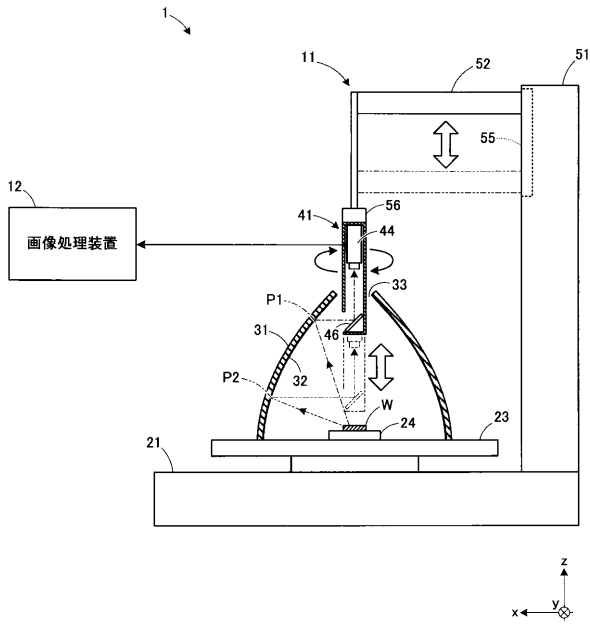


図 2B



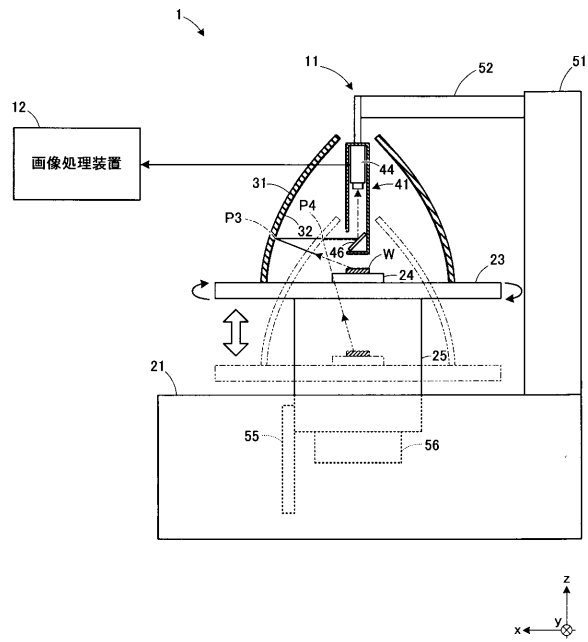
【図 3】

第1の実施の形態



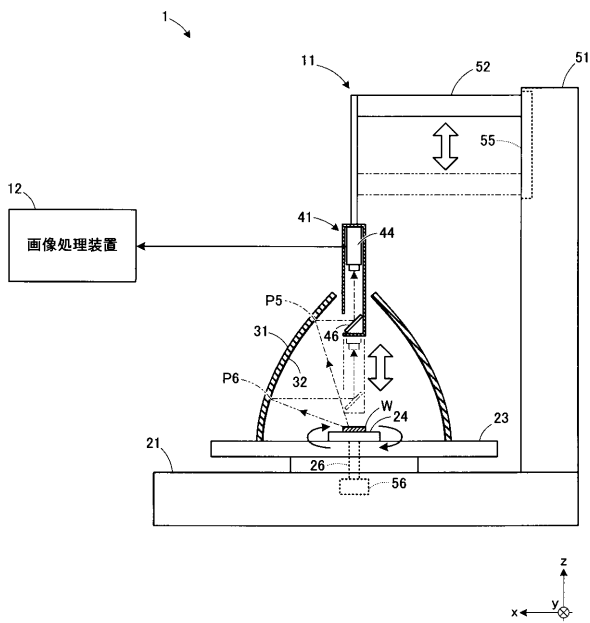
【図 4】

第2の実施の形態



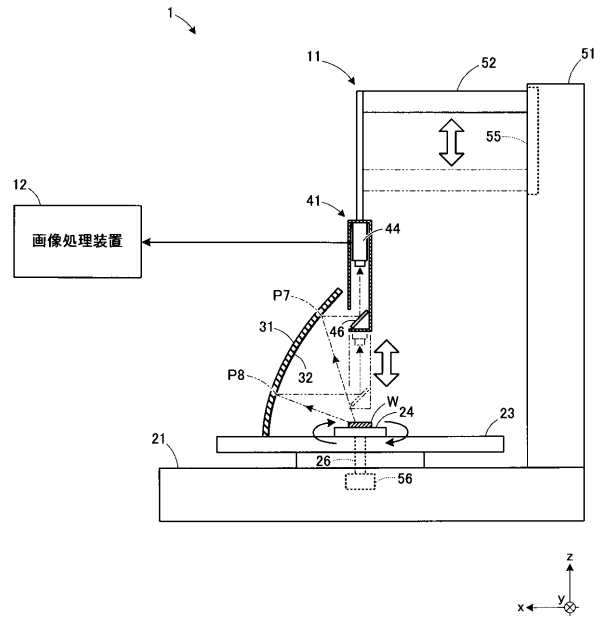
【図 5】

第3の実施の形態



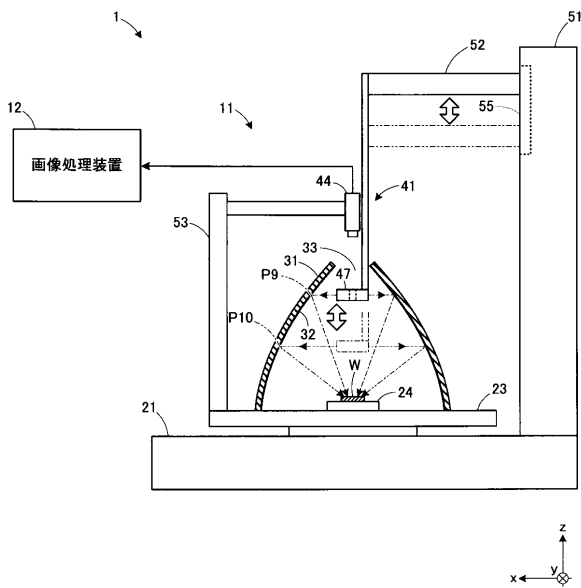
【図 6】

第4の実施の形態

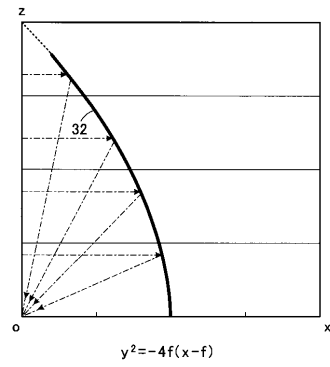


【図 7】

第5の実施の形態

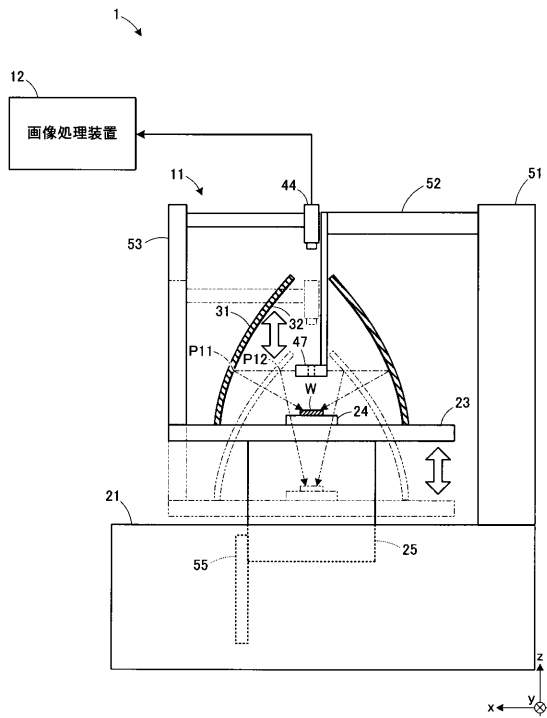


【図 8】



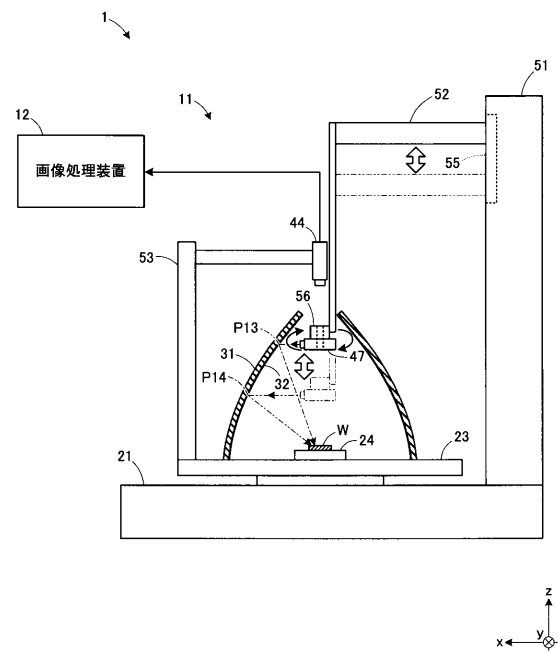
【図 9】

第6の実施の形態



【図 10】

第7の実施の形態



第9の実施の形態

