

(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2017-156132

(P2017-156132A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/84 (2006.01)	GO 1 N 21/84 E	2 G O 5 1
GO 1 N 21/956 (2006.01)	GO 1 N 21/956 B	3 K O 1 4
F 2 1 V 33/00 (2006.01)	F 2 1 V 33/00 3 O O	
F 2 1 Y 107/10 (2016.01)	F 2 1 Y 107:10	
F 2 1 Y 115/00 (2016.01)	F 2 1 Y 115:00	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)		

(21) 出願番号 特願2016-37456 (P2016-37456)
 (22) 出願日 平成28年2月29日 (2016.2.29)

(71) 出願人 000207551
 株式会社 S C R E E Nホールディングス
 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天神北町1番地の1
 (74) 代理人 100088672
 弁理士 吉竹 英俊
 (74) 代理人 100088845
 弁理士 有田 貴弘
 (72) 発明者 茂野 幸英
 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1-1 株式会社 S C R E E Nホールディングス内
 Fターム(参考) 2G051 AA65 AB14 BA01 BB01 CA03
 CA06 CB01 CB05 CC09
 3K014 AA01 PD00

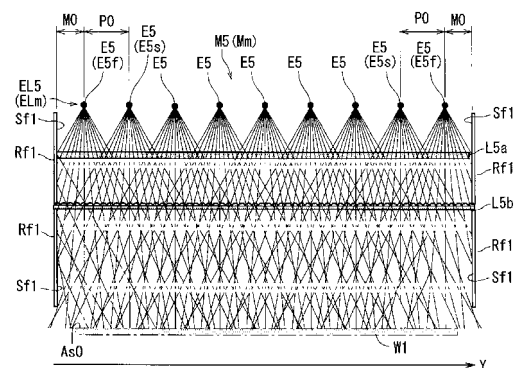
(54) 【発明の名称】 照明装置、および検査装置

(57) 【要約】

【課題】対象物における単位面積当たりの光の照射強度を容易に向上させる。

【解決手段】照明装置が、出射部列と反射部とを備えている。ここで、出射部列は、予め設定された配列方向に沿って配列されており且つ予め設定された出射方向にそれぞれ光を出射する複数の出射部を有している。反射部は、配列方向と交差する交差方向に平面視して、配列方向に直交するように配置されており且つ光を反射可能な反射面を有している。また、複数の出射部が、同種の光を出射する2以上の出射部を含み、2以上の出射部が、反射面から近い方から順に配列された第1番目の出射部と第2番目の出射部とを含んでいる。そして、交差方向に平面視して、反射面と第1番目の出射部との第1間隔が、第1番目の出射部と第2番目の出射部との第2間隔の半分以下である。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

予め設定された配列方向に沿って配列されており且つ予め設定された出射方向にそれぞれ光を出射する複数の出射部を有する出射部列と、

前記配列方向と交差する交差方向に平面視して、前記配列方向に直交するように配置されており且つ光を反射可能な反射面を有する反射部と、を備え、

前記複数の出射部が、同種の光を出射する 2 以上の出射部を含み、

前記 2 以上の出射部が、前記反射面から近い方から順に配列された第 1 番目の出射部と第 2 番目の出射部とを含み、

前記交差方向に平面視して、前記反射面と前記第 1 番目の出射部との第 1 間隔が、前記第 1 番目の出射部と前記第 2 番目の出射部との第 2 間隔の半分以下である、照明装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の照明装置であって、

前記複数の出射部が、第 1 種類の光を出射する 2 以上の第 1 出射部と、第 2 種類の光を出射する 2 以上の第 2 出射部とを含み、

前記 2 以上の第 1 出射部が、前記反射面から近い方から順に配列された第 1 番目の第 1 出射部と第 2 番目の第 1 出射部とを含み、

前記 2 以上の第 2 出射部が、前記反射面から近い方から順に配列された第 1 番目の第 2 出射部と第 2 番目の第 2 出射部とを含み、

前記交差方向に平面視して、前記反射面と前記第 1 番目の第 1 出射部との第 3 間隔が、前記第 1 番目の第 1 出射部と前記第 2 番目の第 1 出射部との第 4 間隔の半分以下であり、

20

前記交差方向に平面視して、前記反射面と前記第 1 番目の第 2 出射部との第 5 間隔が、前記第 1 番目の第 2 出射部と前記第 2 番目の第 2 出射部との第 6 間隔の半分以下であり、

前記第 5 間隔が、前記第 3 間隔よりも短く、

前記第 6 間隔が、前記第 4 間隔よりも短い、照明装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の照明装置であって、

前記第 1 種類の光が、赤色の光を含み、

前記第 2 種類の光が、青色の光を含む、照明装置。

【請求項 4】

30

請求項 2 または請求項 3 に記載の照明装置であって、

前記 2 以上の第 1 出射部からそれぞれ前記第 1 種類の光が出射されている第 1 種出射状態と、前記 2 以上の第 2 出射部からそれぞれ前記第 2 種類の光が出射されている第 2 種出射状態とを含む 2 種以上の出射状態のうちの 1 種の出射状態に、選択的に設定可能な制御部、を備えた、照明装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 つの照明装置であって、

複数の前記出射部列、を備え、

該複数の出射部列が、

前記配列方向に沿って配列されており且つ第 1 出射方向にそれぞれ光を出射する第 1 の複数の出射部を有する第 1 出射部列と、

40

前記配列方向に沿って配列されており且つ第 2 出射方向にそれぞれ光を出射する第 2 の複数の出射部を有する第 2 出射部列と、を有しており、

前記配列方向に平面視して、前記第 1 出射方向と前記第 2 出射方向とが交差し、

前記第 1 の複数の出射部から光が出射されている第 1 点灯状態と、前記第 2 の複数の出射部から光が出射されている第 2 点灯状態とを含む 2 以上の点灯状態のうちの 1 つの点灯状態に、選択的に設定可能な制御部、を備えた、照明装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 つの請求項に記載の照明装置と、

前記複数の出射部から前記出射方向に仮想的に延伸させた直線上に位置する検査対象領

50

域からの光を受光して、該検査対象領域からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号を取得可能な受光センサと、を備えた、検査装置。

【請求項 7】

請求項 2 から請求項 4 の何れか 1 つの請求項に記載の照明装置と、

前記複数の出射部から前記出射方向に仮想的に延伸させた直線上に位置する検査対象領域からの光を受光して、該検査対象領域からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号を取得可能な受光センサと、を備え、

該受光センサが、

前記配列方向に対応する方向に沿って配列されており且つ受光する光の強度に応じた信号をそれぞれ取得可能な複数のダイオードを含む、検査装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置、および該照明装置を備えた検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プリント基板等の各種基板の外観を検査する技術が知られている（例えば、特許文献 1 ～ 5 等）。この技術では、例えば、はんだ付け部および金属の配線パターン等といった各種構造が形成された基板について、撮像センサ等による撮像で画像が得られ、該画像が対象とされた画像処理によって、自動で各種構造の状態および欠陥等が検出され得る。

20

【0003】

ところで、一般的なプリント基板等では、金属の配線パターンの表面に圧延痕等の凸凹が多数存在する場合がある。この場合、例えば、検査の対象領域（検査対象領域とも言う）に対して正面から光を照射する落射照明（直接照明）が採用されると、例えば、表面の凹凸が過度に強いコントラストを有する部分として撮像されてしまうことがある。このとき、画像処理だけでは、過度に強いコントラストを有する部分と、それ以外の部分とを切り分けることが難しく、画像から欠陥等を適切に検出することは容易でない。

【0004】

そこで、光源からの光を半球状のドームの内面で反射させて検査対象領域に照射することで、検査対象領域に照射される光の角度範囲（照射角度範囲とも照射立体角とも言う）が広げられた、いわゆる拡散照明を用いる技術が提案されている（例えば、特許文献 1 等）。これにより、画像において凹凸が過度に強いコントラストを有する部分として撮像される不具合が抑制され得る。

30

【0005】

一方、検査対象領域が、圧延痕等の凹凸が少ない鏡面状であれば、拡散照明によって光が照射されると、検査対象領域が非常に暗い領域として撮像され得る。このため、例えば、半球状のドームを用いた拡散照明に、落射照明が組み合わされた照明が考えられる（例えば、特許文献 2 等）。例えば、ハーフミラーによって、撮像センサに対して設けられた撮像レンズの光軸を中心軸とした光束を有する光を検査対象領域に照射する照明（同軸落射照明とも言う）が採用され得る。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2004 - 125644 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 84258 号公報

【特許文献 3】特開平 8 - 29138 号公報

【特許文献 4】特開 2000 - 266681 号公報

【特許文献 5】特開 2011 - 69651 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 7 】

ところで、例えば、特許文献 1 の技術では、半球状のドームの内面で反射された光が円形の広い領域に略均一に照射される。このため、例えば、ラインセンサおよび矩形状のエリアセンサ等が用いられる場合、センサで撮像されていない領域にも光が照射され、光の利用効率の低下を招く。

【 0 0 0 8 】

また、例えば、特許文献 2 の技術では、同軸落射照明用のハーフミラーの存在によって、検査対象領域から撮像センサへ至る光の強度が低減され、光の利用効率が低下する。

【 0 0 0 9 】

また、例えば、特許文献 3 の技術では、半球面形状のフレームに青色 L E D が配置され、被検査物のあらゆる反射面に対して照射光が照射される。このため、例えば、青色 L E D を多数配置する必要がある、青色 L E D の配置数の増加によって、検査装置の製造に要する材料およびコストの増大、ならびに検査装置におけるエネルギー消費量の増大を招く。

10

【 0 0 1 0 】

また、例えば、特許文献 4 の技術では、光ガイドの光出射面が、被検査物の線状照射領域を囲む略半円筒面を形成している。このため、例えば、光源も含めた照明装置の過度な大型化を招く。特に、例えば、撮像素子が光源とともに走査されつつ、撮像を行う態様では、照明装置の大型化、および各種構成を走査するために要するエネルギー消費量の増大等の不具合が生じ得る。

20

【 0 0 1 1 】

また、例えば、特許文献 5 の技術では、拡散照明のみで落射照明が行われていない。このため、検査対象領域が圧延痕等の凹凸が少ない鏡面状であれば、検査対象領域を明るく撮像するために、発光量を増大させる必要がある、照明装置におけるエネルギー消費量の増大等といった不具合が生じ得る。

【 0 0 1 2 】

すなわち、上記特許文献 1 ~ 5 の検査技術では、例えば、消費エネルギーの増大を抑制しながら、簡易な構成で光の利用効率を改善する余地がある。このような課題は、検査装置だけに限られず、所望の領域に光を照射する技術一般に共通する。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、対象物における単位面積当たりの光の照射強度を容易に向上させることが可能な技術を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

上記課題を解決するために、第 1 の態様に係る照明装置は、予め設定された配列方向に沿って配列されており且つ予め設定された出射方向にそれぞれ光を出射する複数の出射部を有する出射部列と、前記配列方向と交差する交差方向に平面視して、前記配列方向に直交するように配置されており且つ光を反射可能な反射面を有する反射部とを備え、前記複数の出射部が、同種の光を出射する 2 以上の出射部を含み、前記 2 以上の出射部が、前記反射面から近い方から順に配列された第 1 番目の出射部と第 2 番目の出射部とを含み、前記交差方向に平面視して、前記反射面と前記第 1 番目の出射部との第 1 間隔が、前記第 1 番目の出射部と前記第 2 番目の出射部との第 2 間隔の半分以下である。

40

【 0 0 1 5 】

第 2 の態様に係る照明装置は、第 1 の態様に係る照明装置であって、前記複数の出射部が、第 1 種類の光を出射する 2 以上の第 1 出射部と、第 2 種類の光を出射する 2 以上の第 2 出射部とを含み、前記 2 以上の第 1 出射部が、前記反射面から近い方から順に配列された第 1 番目の第 1 出射部と第 2 番目の第 1 出射部とを含み、前記 2 以上の第 2 出射部が、前記反射面から近い方から順に配列された第 1 番目の第 2 出射部と第 2 番目の第 2 出射部とを含み、前記交差方向に平面視して、前記反射面と前記第 1 番目の第 1 出射部との第 3 間隔が、前記第 1 番目の第 1 出射部と前記第 2 番目の第 1 出射部との第 4 間隔の半分以下

50

であり、前記交差方向に平面視して、前記反射面と前記第 1 番目の第 2 出射部との第 5 間隔が、前記第 1 番目の第 2 出射部と前記第 2 番目の第 2 出射部との第 6 間隔の半分以上であり、前記第 5 間隔が、前記第 3 間隔よりも短く、前記第 6 間隔が、前記第 4 間隔よりも短い。

【0016】

第 3 の態様に係る照明装置は、第 2 の態様に係る照明装置であって、前記第 1 種類の光が、赤色の光を含み、前記第 2 種類の光が、青色の光を含む。

【0017】

第 4 の態様に係る照明装置は、第 2 または第 3 の態様に係る照明装置であって、前記 2 以上の第 1 出射部からそれぞれ前記第 1 種類の光が出射されている第 1 種出射状態と、前記 2 以上の第 2 出射部からそれぞれ前記第 2 種類の光が出射されている第 2 種出射状態とを含む 2 種以上の出射状態のうちの 1 種の出射状態に、選択的に設定可能な制御部を備えている。

10

【0018】

第 5 の態様に係る照明装置は、第 1 から第 3 の何れか 1 つの態様に係る照明装置であって、複数の前記出射部列、を備え、該複数の出射部列が、前記配列方向に沿って配列されており且つ第 1 出射方向にそれぞれ光を出射する第 1 の複数の出射部を有する第 1 出射部列と、前記配列方向に沿って配列されており且つ第 2 出射方向にそれぞれ光を出射する第 2 の複数の出射部を有する第 2 出射部列とを有しており、前記配列方向に平面視して、前記第 1 出射方向と前記第 2 出射方向とが交差し、前記第 1 の複数の出射部から光が出射されている第 1 点灯状態と、前記第 2 の複数の出射部から光が出射されている第 2 点灯状態と、を含む 2 以上の点灯状態のうちの 1 つの点灯状態に、選択的に設定可能な制御部を備えている。

20

【0019】

第 6 の態様に係る検査装置は、第 1 から第 5 の何れか 1 つの態様に係る照明装置と、前記複数の出射部から前記出射方向に仮想的に延伸させた直線上に位置する検査対象領域からの光を受光して、該検査対象領域からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号を取得可能な受光センサとを備えている。

【0020】

第 7 の態様に係る検査装置は、第 2 から第 4 の何れか 1 つの態様に係る照明装置と、前記複数の出射部から前記出射方向に仮想的に延伸させた直線上に位置する検査対象領域からの光を受光して、該検査対象領域からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号を取得可能な受光センサとを備え、該受光センサが、前記配列方向に対応する方向に沿って配列されており且つ受光する光の強度に応じた信号をそれぞれ取得可能な複数のダイオードを含んでいる。

30

【発明の効果】

【0021】

第 1 から第 5 の何れの態様に係る照明装置によっても、例えば、反射面の存在によって、出射部列が擬似的に延伸されるため、対象物における単位面積当たりの光の照射強度が容易に向上され得る。

40

【0022】

第 2 から第 4 の何れの態様に係る照明装置によっても、例えば、受光センサにおける受光感度に応じた照明が可能となる。

【0023】

第 3 および第 4 の何れの態様に係る照明装置によっても、例えば、赤色よりも青色の感度が低い受光センサに応じた照明が可能となる。

【0024】

第 5 の態様に係る照明装置によれば、例えば、対象物の状態に応じて、光の照射角度を切り替えることが可能である。

【0025】

50

第6および第7の何れの態様に係る検査装置によっても、例えば、受光センサで得られる検査対象物からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号の強度が容易に高められ得る。したがって、例えば、検査の精度が高められ得る。

【0026】

第7の態様に係る検査装置によれば、例えば、受光センサにおける受光感度に応じた照明状態が実現されることで、検査の精度が高められ得る。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】検査装置の概略構成を例示する上面模式図である。

【図2】検査装置の概略構成を例示する正面模式図である。

10

【図3】スキャナー部の概略構成を例示する正面模式図である。

【図4】照明部におけるレンズの配列態様を例示する斜視図である。

【図5】検査対象物の具体例を模式的に示す図である。

【図6】検査対象物の具体例を模式的に示す図である。

【図7】照明モジュールの概略構成を例示する側面模式図である。

【図8】照明モジュールの概略構成を例示する正面模式図である。

【図9】レンチキュラーレンズの役割を説明するための参考図である。

【図10】レンチキュラーレンズの役割を説明するための図である。

【図11】反射部の配置条件を説明するための図である。

【図12】第1変形例に係る照明モジュールの概略構成を例示する側面模式図である。

20

【図13】第2変形例に係る照明モジュールの概略構成を例示する側面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明の一実施形態および各種変形例を図面に基づいて説明する。なお、図面においては同様な構成および機能を有する部分については同じ符号が付されており、下記説明では重複説明が省略される。また、図面は模式的に示されたものであり、各図における各種構造のサイズおよび位置関係等は適宜変更され得る。なお、図1から図6および図8には、測定部5の走査方向（図1の右方向）を+X方向とし、試料支持台3の移動方向（図1の上方向）を+Y方向とする右手系のXYZ座標系が付されている。また、図7、図9から図13には、上記XYZ座標系のうちのY方向を示す矢印が付されている。

30

【0029】

<(1)検査装置の概略>

図1は、一実施形態に係る検査装置1の概略構成を例示する上面模式図である。図2は、一実施形態に係る検査装置1の概略構成を例示する正面模式図である。検査装置1は、物体の状態を検査する装置である。ここで、物体には、例えば、各種基板等の各種工業製品等が含まれ得る。物体の状態には、例えば、プリント基板上に形成された配線パターン等の状態等といった各種の工業的に形成された構造の状態等が含まれ得る。そして、構造の状態には、例えば、配線パターンの欠けおよび断線等が含まれ得る。

【0030】

図1および図2で示されるように、検査装置1は、例えば、基台部2、試料支持台3、門型構造体4、測定部5、ケーブルベア6（登録商標）および制御部7を備えている。

40

【0031】

基台部2は、検査装置1のベースとなる部分である。該基台部2は、例えば、本体部21およびリニアガイド22L、22Rを有している。本体部21は、例えば、略平坦な上面21Uを有する厚板状の部分である。リニアガイド22L、22Rは、上面21U上に形成された相互に離間し且つ平行に延在する2本のレール部22Lr、22Rrと、スライダ部22Ls、22Rsとを有している。ここでは、例えば、2本のレール部22Lr、22Rrが、+Y方向に延在している。そして、リニアガイド22Lでは、スライダ部22Lsが、レール部22Lr上を該レール部22Lrの延在方向（ここでは、±Y方向）に沿って摺動自在に設けられている。また、リニアガイド22Rでは、スライダ部

50

部 2 2 R s が、レール部 2 2 R r 上を該レール部 2 2 R r の延在方向（ここでは、± Y 方向）に沿って摺動自在に設けられている。

【 0 0 3 2 】

試料支持台 3 は、例えば、略平坦な上面 3 U を有する厚板状の部分である。該試料支持台 3 は、スライダ部 2 2 L s , 2 2 R s 上に取り付けられている。つまり、試料支持台 3 は、基台部 2 に対して ± Y 方向に沿って摺動自在に設けられている。なお、試料支持台 3 は、図示を省略する駆動部によって駆動力が加えられることで、リニアガイド 2 2 L , 2 2 R に沿って摺動し得る。上面 3 U には、検査の対象物（検査対象物とも言う）W 1 が載置される。ここでは、検査対象物 W 1 が載置される領域が一点鎖線で描かれている。

【 0 0 3 3 】

門型構造体 4 は、基台部 2 上に門型に設けられた部分である。ここでは、門型構造体 4 は、基台部 2 に固定されている。また、門型構造体 4 と基台部 2 との間には、試料支持台 3 が通過可能な空間 S P 0 が形成されている。門型構造体 4 は、水平方向に延在する梁部 4 1 および該梁部 4 1 の上面に設けられたリニアガイド 4 2 を有している。リニアガイド 4 2 は、+ X 方向に延在するレール部 4 2 r と、該レール部 4 2 r に対して摺動自在に設けられたスライダ部 4 2 s とを有している。

【 0 0 3 4 】

測定部 5 は、例えば、筐体部 5 1 およびスキャナ部 5 2 を有している。筐体部 5 1 は、スライダ部 4 2 s に取り付けられている。つまり、筐体部 5 1 は、梁部 4 1 に対して ± X 方向に沿って摺動自在に設けられている。なお、筐体部 5 1 は、図示を省略する駆動部によって駆動力が加えられることで、リニアガイド 4 2 に沿って摺動し得る。スキャナ部 5 2 は、例えば、筐体部 5 1 内に設けられており、試料支持台 3 の上面 3 U 上に載置された検査対象物 W 1 を捉えた画像を取得可能である。筐体部 5 1 の試料支持台 3 に対向する面には、スキャナ部 5 2 によって検査対象物 W 1 の撮像が可能となる窓部が設けられている。窓部は、例えば、単純な開口であっても良いし、ガラス板等の透光性を有する部材によって形成されても良い。そして、ここでは、測定部 5 の ± X 方向への移動（主走査）と、検査対象物 W 1 が載置された試料支持台 3 の + Y 方向への移動（副走査）とが交互に行われることで、検査対象物 W 1 を上面側から 2 次元的に捉えた画像が取得され得る。なお、例えば、測定部 5 の走査経路が遮光部材で覆われていれば、スキャナ部 5 2 から検査対象物 W 1 に照射される光が周囲に漏れず、作業環境が良好となり得る。

【 0 0 3 5 】

ケーブルペア 6 は、測定部 5 の ± X 方向における移動を可能としつつ、測定部 5 と制御部 7 との間を接続可能な配線ケーブルを支持する部分である。

【 0 0 3 6 】

制御部 7 は、検査装置 1 の全体の動作を制御するとともに、測定部 5 で得られた画像を取得して各種演算を行うことができる。この各種演算によって、検査対象物 W 1 の状態が検査され得る。ここでは、例えば、測定部 5 で得られた画像あるいは該画像に画像処理が加えられた画像と、基準となる構造を示す画像とが比較されることで、各種欠陥等が検出され得る。ここで、検査装置 1 の全体の動作には、例えば、測定部 5 の ± X 方向への移動（主走査）、試料支持台 3 の + Y 方向への移動（副走査）およびスキャナ部 5 2 の動作が含まれる。なお、制御部 7 としては、例えば、記憶部、該記憶部内に格納されるプログラムを読み出して実行可能なプロセッサおよびデータを一時的に記憶可能なメモリ等を有するものが採用され得る。制御部 7 の一例としては、パーソナルコンピュータ等が挙げられる。

【 0 0 3 7 】

< (2) スキャナ部 >

< (2 - 1) スキャナ部の概略構成 >

図 3 は、スキャナ部 5 2 の概略構成を例示する正面模式図である。図 3 で示されるように、スキャナ部 5 2 は、照明部 5 2 1 および受光センサ 5 2 2 を備えている。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

照明部 5 2 1 は、第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 ~ M 9 を備えている。第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 ~ M 9 は、それぞれ略同一の構成を有しており、+ Y 方向に平面視して、検査対象物 W 1 上に位置する点 P s 0 を中心とした回転対称の関係を有している。なお、該点 P s 0 は、- Z 方向に平面視した場合に、検査対象物 W 1 上において + Y 方向に直線状に伸びる光が照射される領域（照射対象領域とも言う）A s 0（図 7 等参照）に相当する。

【0039】

また、図 3 には、m 番目（m は 1 ~ 9 の整数）の第 m 照明モジュール M m の光軸 L p m がそれぞれ描かれている。ここで、第 m 照明モジュール M m では、例えば、予め設定された方向（配列方向とも言う）としての + Y 方向に沿って配列された複数の出射部 E m を有する出射部列 E L m から、光軸 L p m に沿った方向に光が出射される。そして、光軸 L p m に沿った方向に出射された光は、例えば、第 1 レンズ部 L m a および第 2 レンズ部 L m b を介して、点 P s 0（照射対象領域 A s 0）に照射される。各出射部 E m には、例えば、発光ダイオード（LED）等の指向性強い光源が適用され得る。

【0040】

図 4 は、照明部 5 2 1 における第 1 レンズ部 L m a および第 2 レンズ部 L m b の配列態様を例示する斜視図である。図 4 では、第 1 レンズ部 L m a および第 2 レンズ部 L m b に着目されているため、複数の出射部 E 1 ~ E 9 および反射部 R f 1（図 7 等参照）の記載が適宜省略されている。図 4 で示されるように、第 m 照明モジュール M m において、第 1 レンズ部 L m a および第 2 レンズ部 L m b は、それぞれ複数の出射部 E m の配列方向（+ Y 方向）に沿って延在している。このため、第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 ~ M 9 の第 2 レンズ部 L 1 b ~ L 9 b が、半円筒状に配列されている。つまり、第 2 レンズ部 L 1 b ~ L 9 b が、半円柱状の空間 A s c を囲むように配置されている。さらに、第 2 レンズ部 L 1 b ~ L 9 b よりも外側に、第 1 レンズ部 L 1 a ~ L 9 a が、半円筒状に配列されている。つまり、第 1 レンズ部 L 1 a ~ L 9 a が、半円柱状の空間を囲むように配列されている。別の観点から言えば、第 1 レンズ部 L 1 a ~ L 9 a と第 2 レンズ部 L 1 b ~ L 9 b とが、半円筒状の空間 A h c を挟むように配列されている。

【0041】

ここで、例えば、半円筒状の空間 A h c の一端（- Y 側の端部）に反射部 R f 1（図 7 等参照）が配されており、半円筒状の空間 A h c の他端（+ Y 側の端部）に反射部 R f 1（図 7 等参照）が配されている。また、半円柱状の空間 A s c の一端（- Y 側の端部）に反射部 R f 1 が配されており、半円柱状の空間 A s c の他端（+ Y 側の端部）に反射部 R f 1（図 7 等参照）が配されている。

【0042】

また、図 3 で示されるように、+ Y 方向に平面視した場合、第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 ~ M 9 の光軸 L p 1 ~ L p 9 は、検査対象物 W 1 の仮想的な法線 L v 0 を、点 P s 0 を中心として反時計回りに、67.5、52.5、37.5、22.5、7.5、-22.5、-37.5、-52.5 および -67.5 度回転させることで得られる直線に相当する。

【0043】

このため、例えば、+ Y 方向に平面視すると、第 1 照明モジュール M 1 の光軸 L p 1 は、法線 L v 0 に対して点 P s 0 を中心とした反時計回りの方向に 67.5 度傾いており、第 2 照明モジュール M 2 の光軸 L p 2 は、法線 L v 0 に対して点 P s 0 を中心とした反時計回りの方向に 52.5 度傾いている。また、+ Y 方向に平面視すると、第 3 照明モジュール M 3 の光軸 L p 3 は、法線 L v 0 に対して点 P s 0 を中心とした反時計回りの方向に 37.5 度傾いており、第 4 照明モジュール M 4 の光軸 L p 4 は、法線 L v 0 に対して点 P s 0 を中心とした反時計回りの方向に 22.5 度傾いている。また、+ Y 方向に平面視すると、第 5 照明モジュール M 5 の光軸 L p 5 は、法線 L v 0 に対して点 P s 0 を中心とした反時計回りの方向に 7.5 度傾いている。また、+ Y 方向に平面視すると、第 6 照明モジュール M 6 の光軸 L p 6 は、法線 L v 0 に対して点 P s 0 を中心とした時計回りの方向に 22.5 度傾いており、第 7 照明モジュール M 7 の光軸 L p 7 は、法線 L v 0 に対し

10

20

30

40

50

て点 P_{s0} を中心とした時計回りの方向に 37.5 度傾いている。また、 $+Y$ 方向に平面視すると、第 8 照明モジュール M_8 の光軸 L_{p8} は、法線 L_{v0} に対して点 P_{s0} を中心とした時計回りの方向に 52.5 度傾いており、第 9 照明モジュール M_9 の光軸 L_{p9} は、法線 L_{v0} に対して点 P_{s0} を中心とした時計回りの方向に 67.5 度傾いている。

【0044】

上記第 1 ~ 9 照明モジュール $M_1 \sim M_9$ によれば、検査対象物 W_1 上の点 P_{s0} (照射対象領域 A_{s0}) が、種々の角度から照明され得る。このとき、各第 m 照明モジュール M_m では、複数の出射部 E_m から光が出射される方向 (出射方向とも言う) に直線的に延びる光軸 L_{pm} 上に点 P_{s0} (照射対象領域 A_{s0}) が位置する。

【0045】

ところで、ここでは、制御部 7 の制御によって、照明部 521 における点灯および消灯が制御され得る。このため、単体の照明部 521 が照明装置 8 を構成しているものとみなされても良いし、照明部 521 と制御部 7 とを含む構成が、照明装置 8 を構成しているものとみなされても良い。

【0046】

そして、照明装置 8 が、照明部 521 と制御部 7 とを含む場合、照明装置 8 では、制御部 7 によって、第 1 ~ 9 照明モジュール $M_1 \sim M_9$ の点灯状態が制御され得る。例えば、第 1 ~ 9 照明モジュール $M_1 \sim M_9$ のうち、1 つ以上の照明モジュールが選択的に点灯された状態に設定され得る。具体的には、例えば、第 m 照明モジュール M_m における複数の出射部 E_m から光が出射されている状態 (第 m 点灯状態とも言う) のうちの少なくとも 1 つの点灯状態に設定され得る。例えば、第 1 点灯状態と第 2 点灯状態とを含む 2 つ以上の点灯状態のうちの 1 つの点灯状態に選択的に設定され得る。

【0047】

受光センサ 522 は、例えば、ラインセンサ L_{s1} を有している。ラインセンサ L_{s1} は、配列方向 ($+Y$ 方向) に対応する方向に沿って配列された複数の受光素子 A_{e1} を含んでいる。各受光素子 A_{e1} では、例えば、シリコンダイオード等のダイオードによって、受光する光の強度に応じた信号がそれぞれ取得され得る。なお、受光センサ 522 の具体例としては、例えば、CMOS センサ等が考えられ得る。また、ここで、配列方向 ($+Y$ 方向) に対応する方向には、例えば、配列方向 ($+Y$ 方向) そのもの、および反射および屈折等によって光路が曲げられた場合における光学的に等価な方向をも含み得る。

【0048】

そして、例えば、照明部 521 によって照明された検査対象物 W_1 について、受光センサ 522 によって、検査対象物 W_1 からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号が取得され得る。ここでは、例えば、スキャナ部 52 を含む測定部 5 が $+X$ 方向または $-X$ 方向へ 1 回移動されることで、検査対象物 W_1 のうち、 $+Y$ 方向においてスキャナ部 52 が $+Y$ 方向に延在する長さに応じた幅を有し且つ $+X$ 方向が長手方向である長細い領域について、光の強さに係る空間的な分布に応じた信号が取得され得る。

【0049】

受光センサ 522 で得られる信号は、例えば、ケーブルペア 6 を介して制御部 7 に送出される。また、受光センサ 522 では、例えば、第 1 ~ 9 照明モジュール $M_1 \sim M_9$ のうちの少なくとも 1 つの照明モジュールによって照明される照射対象領域 A_{s0} からの光が受光され、該照射対象領域 A_{s0} からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号が取得され得る。

【0050】

ところで、 $+Y$ 方向に平面視した場合、受光センサ 522 の光軸 L_{n1} は、法線 L_{v0} から点 P_{s0} を中心として時計回りの方向に 7.5 度傾いている。このため、 $+Y$ 方向に平面視した場合に、受光センサ 522 の光軸 L_{n1} と第 5 照明モジュール M_5 の光軸 L_{p5} とが、法線 L_{v0} を対称軸とする線対称の関係性を有している。これにより、例えば、検査対象物 W_1 の上面が略平坦である場合には、第 5 照明モジュール M_5 によって検査対象物 W_1 の表面が照明される場合に、検査対象物 W_1 で生じる正反射光が、受光センサ 52

10

20

30

40

50

2において受光され得る。つまり、例えば、第5照明モジュールM5による照明によって検査対象物W1で生じる正反射光が、受光センサ522で受光され、第1～4, 6～9照明モジュールM1～M4, M6～M9による照明によって検査対象物W1で生じる散乱光が、受光センサ522で受光され得る。このため、受光センサ522から見て、第5照明モジュールM5が実質的に直接照明としての役割を果たし、第1～4, 6～9照明モジュールM1～M4, M6～M9が実質的に散乱照明としての役割を果たし得る。

【0051】

したがって、本実施形態では、例えば、第5照明モジュールM5によって、受光センサ522が検査対象物W1から正反射光を受光する状態（直接照明状態とも言う）に設定され得る。また、例えば、第1～4, 6～9照明モジュールM1～M4, M6～M9によつて、受光センサ522が検査対象物W1から散乱光を受光する状態（散乱照明状態とも言う）に設定され得る。また、例えば、第5照明モジュールM5と第1～4, 6～9照明モジュールM1～M4, M6～M9とによって、受光センサ522が検査対象物W1から正反射光と散乱光の双方を受光する状態（混合照明状態とも言う）が実現され得る。そして、検査対象物W1の状態に適した照明状態が採用されることで、検査対象物W1の検査精度が向上され得る。

10

【0052】

ここで、例えば、検査対象物W1の表面が鏡面状である場合、散乱照明状態に設定されれば、受光センサ522で得られる信号の強度が低くなり、直接照明状態に設定されれば、受光センサ522で得られる信号の強度が向上され得る。但し、直接照明状態に設定されれば、凹凸において過度なコントラストが生じ得るため、混合照明状態に適宜設定されれば良い。

20

【0053】

図5および図6は、検査対象物W1の具体例を模式的に示す図である。図5および図6で示されるように、例えば、検査対象物W1が、配線パターンCu0が形成された樹脂製の基板Bs0である場合を想定する。この場合、直接照明状態に設定されれば、銅等の金属の配線パターンCu0において受光センサ522に向かう正反射光が生じ易く、基板Bs0において光が散乱することで受光センサ522に向かう正反射光が生じ難い。その結果、受光センサ522で得られる信号において、配線パターンCu0に係る信号の強度が、基板Bs0に係る信号の強度よりも相対的に高くなり得る。これにより、配線パターンCu0の断線Df1や欠けDf2等が精度良く検出され得る。

30

【0054】

但し、例えば、配線パターンCu0の表面における凹凸が大きな場合には、混合照明状態に設定されれば、該凹凸において過度なコントラストが生じ難い。このとき、受光センサ522で得られる信号において、配線パターンCu0の輪郭部分に係る信号の強度の変化がある程度大きく、配線パターンCu0上の凹凸に係る信号の強度の変化がある程度小さくなり得る。これにより、配線パターンCu0の断線Df1や欠けDf2等が精度良く検出され得る。

【0055】

なお、例えば、検査対象物W1が、金属製のものであり、その金属表面における傷およびスクラッチの有無等を検査したい場合には、直接照明状態ではなく、散乱照明状態に設定されれば、金属表面における傷およびスクラッチが目立ち易い状態で、受光センサ522によって撮像され得る。さらに、このとき、例えば、第1～4, 6～9照明モジュールM1～M4, M6～M9によって、検査対象物W1に対して光が照射される角度（照射角度とも言う）が適宜変更されることで、金属表面における傷およびスクラッチの目立ち易さが調整され得る。

40

【0056】

<(2-2)照明モジュール>

図7は、第1～9照明モジュールM1～M9の概略構成を例示する側面模式図である。図3で示されるように、第1～9照明モジュールM1～M9は、相互に回転対称の関係を

50

有し、且つ相互に略同一の構成を有している。このため、ここでは、一例として、第5照明モジュールM5の構成を挙げて説明する。図8は、第5照明モジュールM5の概略構成を例示する正面模式図である。

【0057】

図7で示されるように、第5照明モジュールM5は、出射部列EL5および反射部Rf1を備えている。

【0058】

出射部列EL5は、予め設定された配列方向(+Y方向)に沿って配列された複数の出射部E5を有している。各出射部E5は、予め設定された出射方向にそれぞれ光を出射する。これにより、検査対象物W1の上面における照射対象領域As0が照明され得る。ここでは、複数の出射部E5は、略同一の構成を有し、同種の光を出射する2つ以上の出射部E5を含んでいる。本実施形態では、複数の出射部E5と2つ以上の出射部E5とは、同一である。また、出射部列EL5では、例えば、複数の出射部E5が一定のピッチ(間隔)P0で配列されている。なお、ここで言う「同種の光」には、例えば、同様な波長域の光および同様なエネルギー強度を有する光等が含まれ得る。同様な波長域の光としては、例えば、同じ色の光等が含まれ得る。

【0059】

反射部Rf1は、複数の出射部E5の配列方向(+Y方向)と交差する方向(交差方向とも言う)に平面視して、配列方向(+Y方向)に直交するように配置された反射面Sf1を有している。これにより、複数の出射部E5から発せられる光が、反射面Sf1で反射されて、検査対象物W1に向けて照射され得る。このとき、検査対象物W1から見ると、反射面Sf1の存在によって、出射部列EL5が擬似的に延伸され得る。つまり、実際には出射部E5の数を増加させていないものの、出射部E5の数を増加させた場合と同等な状態が実現され得る。その結果、装置の大型化を招くことなく、簡易な構成で、検査対象物W1における単位面積当たりの光の照射強度が容易に向上され得る。この場合、特に、照射対象領域As0の両端近傍の部分における光の照射強度が低下する不具合が解消され得る。なお、本実施形態では、配列方向(+Y方向)と交差方向とが直交し、反射面Sf1は、配列方向に直交するXY平面に平行な面である。このような複数の出射部E5と反射面Sf1との配置関係が採用されれば、例えば、第5照明モジュールM5の設計および製造が容易に実現され得る。

【0060】

ところで、出射部列EL5を構成する2つ以上の出射部E5には、反射面Sf1から近い方から順に配列された、第1番目の出射部E5fと、第2番目の出射部E5sとが含まれている。ここで、上記交差方向に平面視して、反射面Sf1と第1番目の出射部E5fとの間隔(第1間隔とも言う)M0が、第1番目の出射部E5fと第2番目の出射部E5sとの間隔(第2間隔とも言う)P0の半分以下である。つまり、次の式(1)の関係を満たしている。

【0061】

$$M0 \leq P0 / 2 \quad \cdots (1)$$

【0062】

これにより、擬似的に延伸された出射部列EL5における擬似的な出射部E5のピッチが、実際の出射部E5のピッチP0以下となる。その結果、検査対象物W1における単位面積当たりの光の照射強度が容易に向上され得る。ここで、理論的には、例えば、 $M0 = P0 / 2$ の関係を満たしていれば、擬似的に延伸された出射部列EL5における擬似的な出射部E5のピッチが、実際の出射部E5のピッチP0と同一となり、検査対象物W1における単位面積当たりの光の照射強度が容易に向上され得る。

【0063】

但し、受光センサ522の撮像レンズの性能等によって、照射対象領域As0のうちの両端近傍の領域からの光がその他の領域からの光よりも弱い強度の光として検出される傾向を示す現象(周辺減光とも言う)が生じる場合がある。このような場合には、例えば、M

10

20

30

40

50

0 < P 0 / 2 の関係を満たすように、出射部 E 5 と反射面 S f 1 とが配置されれば、擬似的に延伸された出射部列 E L 5 における擬似的な出射部 E 5 のピッチが、実際の出射部 E 5 のピッチ P 0 未満となる部分が生じ、周辺減光の影響が低減され得る。

【 0 0 6 4 】

また、例えば、出射部 E 5 の出射方向に平面視した場合、反射面 S f 1 が、検査対象物 W 1 の照射対象領域 A s 0 に重畳しないように配されれば、反射面 S f 1 によって、出射部 E 5 から出射される光の一部が遮られて照射対象領域 A s 0 に照射される不具合が生じ難い。

【 0 0 6 5 】

また、図 7 および図 8 で示されるように、第 5 照明モジュール M 5 では、例えば、複数の出射部 E 5 から出射される光が、検査対象物 W 1 の表面の直線状の照射対象領域 A s 0 に集光されるように、第 1 レンズ部 L 5 a および第 2 レンズ部 L 5 b が設計されている。本実施形態では、図 3 および図 8 で示されるように、第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 ~ M 9 のそれぞれにおける集光角が、10 ~ 15 度程度に設定されているが、これに限られず、例えば、10 ~ 20 度程度に設定されても良い。

【 0 0 6 6 】

具体的には、図 8 で示されるように、例えば、出射部 E 5 から出射される光における X 方向および Z 方向に拡がる光束が、第 1 レンズ部 L 5 a および第 2 レンズ部 L 5 b によって、線状の照射対象領域 A s 0 に集光され得る。ここで、第 1 レンズ部 L 5 a および第 2 レンズ部 L 5 b は、例えば、シリンダーレンズまたはリニアフレネルレンズ等によって構成され得る。また、例えば、第 2 レンズ部 L 5 b に、± Y 方向に光を拡散させる機能を付加すれば、検査対象物 W 1 上の線状の照射対象領域 A s 0 において、光が照射される強度にばらつきが生じ難くなる。ここで、例えば、レンチキュラーレンズあるいは一方向に光を散乱させる拡散板（例えば、Luminit 社の light Shaping Diffusers 等）が付加されれば、第 2 レンズ部 L 5 b に ± Y 方向に光を拡散させる機能が付加され得る。ここでは、例えば、第 2 レンズ部 L 5 b の第 1 レンズ部 L 5 a 側の表面、あるいは第 2 レンズ部 L 5 b とは別に、レンチキュラーレンズまたは拡散板等が配される構成が採用され得る。

【 0 0 6 7 】

なお、本実施形態では、第 2 レンズ部 L 5 b の第 1 レンズ部 L 5 a 側にレンチキュラーレンズが付加されている。より具体的には、本実施形態では、出射部 E 5 から出射される光束が拡がる光が、第 1 レンズ部 L 5 a としての焦点距離 f が 15 mm のリニアフレネルレンズによって、+ Y 方向に平面視して光束が略平行な光に変換され得る。さらに、第 2 レンズ部 L 5 b として、焦点距離 f が 50 mm のリニアフレネルレンズの第 1 レンズ部 L 5 a 側にレンチキュラーレンズが形成されたものが配されることで、+ Y 方向に平面視して光束が略平行な光が、光束が縮小する光に変換されて、検査対象物 W 1 の線状の照射対象領域 A s 0 に集光され得る。

【 0 0 6 8 】

図 9 および図 10 は、レンチキュラーレンズの役割を説明するための図である。図 9 には、仮に、本実施形態の第 5 照明モジュール M 5 の第 2 レンズ部 L 5 b からレンチキュラーレンズが取り除かれたレンズ L c 0 が採用される場合について、照射対象領域 A s 0 の 1 点 P e 1 に照射される光の経路が参考例として模式的に示されている。図 10 には、本実施形態の第 5 照明モジュール M 5 における、照射対象領域 A s 0 の 1 点 P e 1 に照射される光の経路が模式的に示されている。図 9 で示される参考例では、9 つの出射部 E 5 から 9 本の経路で 1 点 P e 1 に光が照射される様子が示されている。これに対して、図 10 で示されるように、9 つの出射部 E 5 から 1 点 P e 1 に向かう光の経路が、レンチキュラーレンズの存在によって、9 本から増加され得る。これにより、照射対象領域 A s 0 に対して、より多くの角度から光が照射される。その結果、線状の照射対象領域 A s 0 において、照射される光の強度にばらつきが生じ難くなる。

【 0 0 6 9 】

また、ここで、図 11 で示されるように、出射部 E 5 の出射方向において、反射面 S f

1 と出射部 E 5 との距離を S 0、検査対象物 W 1 と出射部 E 5 との距離を L 0 とする。また、検査対象物 W 1 を出射部 E 5 の出射方向に平面視した場合における、反射面 S f 1 と検査対象物 W 1 の該反射面 S f 1 から最も離れた部分までの距離を F 0 とする。

【0070】

このとき、距離 S 0 は、例えば、可能な限りゼロに近づけられることで、検査対象物 W 1 から見て、反射面 S f 1 による出射部列 E L 5 の擬似的な延伸が容易に実現され得る。なお、例えば、第 5 照明モジュール M 5 の構造によっては、距離 S 0 をゼロに近づけることが難しい場合も想定される。その場合には、反射面 S f 1 に最も近い第 1 番目の出射部 E 5 f から出射される光が該反射面 S f 1 で反射されて、検査対象物 W 1 のうちの該反射面 S f 1 から最も遠い部分に照射されるように、幾何学的な配置から、次の式 (2) の関係を満たすように、距離 S 0 が設定されれば良い。

10

【0071】

$$S 0 = M 0 \times L 0 / (F 0 + M 0) \cdots (2)。$$

【0072】

但し、第 1 番目の出射部 E 5 f から出射される光の光束が拡がる角度 (拡がり角度とも言う) が狭い場合には、距離 S 0 は、該拡がり角度に応じて、適宜設定されれば良い。

【0073】

< (3) 一実施形態のまとめ >

以上のように、本実施形態に係る照明装置 8 では、例えば、各照明モジュール M 1 ~ M 9 において、複数の出射部 E 5 の配列方向 (+ Y 方向) と交差する交差方向に平面視した場合、配列方向 (+ Y 方向) に直交する反射面 S f 1 が設けられている。ここで、反射面 S f 1 から近い方から順に配列された、第 1 番目の出射部 E 5 f と、第 2 番目の出射部 E 5 s とについて、上記交差方向に平面視した場合、反射面 S f 1 と第 1 番目の出射部 E 5 f との第 1 間隔 M 0 が、第 1 番目の出射部 E 5 f と第 2 番目の出射部 E 5 s との第 2 間隔 P 0 の半分以下とされている。これにより、検査対象物 W 1 から見ると、反射面 S f 1 によって、出射部列 E L 5 が擬似的に延伸され得る。そして、擬似的に延伸された出射部列 E L 5 における擬似的な出射部 E 5 のピッチが、実際の出射部 E 5 のピッチ以下とされ、検査対象物 W 1 における単位面積当たりの光の照射強度が容易に向上され得る。

20

【0074】

また、本実施形態に係る検査装置 1 では、例えば、照明部 5 2 1 によって照明された検査対象物 W 1 について、受光センサ 5 2 2 によって、検査対象物 W 1 からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号が取得され得る。このとき、本実施形態に係る照明部 5 2 1 によって、例えば、受光センサ 5 2 2 で得られる検査対象物 W 1 からの光の強さに係る空間的な分布に応じた信号の強度が容易に高められ得る。その結果、例えば、検査の精度が高められ得る。

30

【0075】

< (4) 変形例 >

なお、本発明は上述の一実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良等が可能である。

【0076】

40

< (4 - 1) 第 1 変形例 >

例えば、上記一実施形態では、光を出射する出射部 E 1 ~ E 9 に、自発光する光源としての LED が適用されたが、これに限られない。例えば、出射部 E 1 ~ E 9 以外に光源が設けられ、光ファイバー等の導光部によって、出射部 E 1 ~ E 9 に光が導かれても良い。

【0077】

図 1 2 は、第 1 変形例に係る第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 A ~ M 9 A (m が 1 ~ 9 の整数であれば、第 m 照明モジュール M m A とも言う) の概略構成を例示する側面模式図である。第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 A ~ M 9 A は、相互に回転対称の関係を有し、且つ相互に略同一の構成を有し得る。このため、ここでは、一例として、第 5 照明モジュール M 5 A の構成を挙げて説明する。

50

【 0 0 7 8 】

図 1 2 で示されるように、例えば、光源ボックス E B 1 で発せられた光が、光ファイバーの束であるファイバーバンドル B F 1 によって第 5 照明モジュール M 5 A まで導かれ、さらに、各出射部 E 5 まで光ファイバーが枝分かれしていることで、各出射部 E 5 から光が出射され得る。

【 0 0 7 9 】

このような構成が採用されれば、例えば、L E D の径よりも光ファイバーの径の方が小さくすることが容易であり、1 つの出射部列 E L 5 において、より多くの出射部 E 5 を高密度に配置することが可能である。これにより、例えば、照射対象領域 A s 0 上の 1 点 P e 1 に対して、より多くの角度から光が照射され得る。その結果、上記一実施形態のように、レンチキュラーレンズまたは拡散板等といった第 2 レンズ部 L 5 b に $\pm Y$ 方向に光を拡散させる機能が付加されなくても、線状の照射対象領域 A s 0 において、照射される光の強度にばらつきが生じ難くなる。

【 0 0 8 0 】

< (4 - 2) 第 2 変形例 >

また、上記一実施形態では、各出射部列 E L 1 ~ E L 9 に含まれる全ての出射部 E 1 ~ E 9 から同種の光が出射されたが、これに限られない。例えば、異なる種類の光をそれぞれ出射する 2 種類以上の出射部が配列された、出射部列 E L 1 B ~ E L 9 B (m が 1 ~ 9 の整数であれば、出射部列 E L m B とも言う) が採用されても良い。

【 0 0 8 1 】

図 1 3 は、第 2 変形例に係る第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 B ~ M 9 B (m が 1 ~ 9 の整数であれば、第 m 照明モジュール M m B とも言う) の概略構成を例示する側面模式図である。第 1 ~ 9 照明モジュール M 1 B ~ M 9 B は、相互に回転対称の関係を有し、且つ相互に略同一の構成を有し得る。このため、ここでは、一例として、第 5 照明モジュール M 5 B の構成を挙げて説明する。

【 0 0 8 2 】

図 1 3 で示されるように、例えば、出射部列 E L 5 B を構成する複数の出射部が、第 1 種類の光を出射する 2 つ以上の第 1 出射部 R 5 と、第 2 種類の光を出射する 2 つ以上の第 2 出射部 B 5 とを含んでいる。なお、図 1 3 で示される例では、出射部列 E L 5 B を構成する複数の出射部に、第 3 種類の光を出射する 2 つ以上の第 3 出射部 G 5 が含まれている。図 1 3 で示される例では、出射部列 E L 5 B が、5 個の第 1 出射部 R 5 、10 個の第 2 出射部 B 5 および 6 個の第 3 出射部 G 5 を含む 21 個の出射部によって構成されている。

【 0 0 8 3 】

ここでは、例えば、+ Y 方向に沿って並んでいる 21 個の出射部のうち、6 個の第 3 出射部 G 5 は、+ Y 方向において、1、5、9、13、17、21 番目に配置されたものである。また、例えば、+ Y 方向に沿って並んでいる 21 個の出射部のうち、5 個の第 1 出射部 R 5 は、+ Y 方向において、3、7、11、15、19 番目に配置されたものである。また、例えば、+ Y 方向に沿って並んでいる 21 個の出射部のうち、10 個の第 2 出射部 B 5 は、+ Y 方向において、2、4、6、8、10、12、14、16、18、20 番目に配置されたものである。本変形例では、例えば、21 個の出射部が + Y 方向に沿って略等間隔 (略等ピッチ) で配列されている。つまり、例えば、5 個の第 1 出射部 R 5 が、略同一のピッチ P r 0 で配列され、10 個の第 2 出射部 B 5 が、ピッチ P r 0 の約 1 / 2 のピッチ P b 0 で配列されている。また、例えば、6 個の第 3 出射部 G 5 が、略同一のピッチ P r 0 で配列されている。また、21 個の出射部の両端に位置する第 3 出射部 G 5 は、例えば、それぞれ、反射面 S f 1 の延長線上に配されている。

【 0 0 8 4 】

ところで、例えば、2 つ以上の第 1 出射部 R 5 には、反射面 S f 1 から近い方から順に配列された第 1 番目の第 1 出射部 R 5 f と第 2 番目の第 1 出射部 R 5 s とが含まれている。また、例えば、2 つ以上の第 2 出射部 B 5 には、反射面 S f 1 から近い方から順に配列された第 1 番目の第 2 出射部 B 5 f と第 2 番目の第 2 出射部 B 5 s とが含まれている。そ

10

20

30

40

50

して、21個の出射部E5の配列方向(+Y方向)と交差する反射面Sf1に沿った方向(交差方向)に平面視して、反射面Sf1と第1番目の第1出射部R5fとの間隔(第3間隔とも言う)Mr0が、第1番目の第1出射部R5fと第2番目の第1出射部R5sとの間隔(第4間隔とも言う)Pr0の半分以上である。すなわち、例えば、同種の光を出射する2つ以上の出射部について、上記交差方向に平面視して、反射面Sf1と第1番目の出射部との間隔が、第1番目の出射部と第2番目の第1出射部との間隔の半分以上であれば良い。そして、上記交差方向に平面視して、反射面Sf1と第1番目の第2出射部B5fとの間隔(第5間隔とも言う)Mb0が、第1番目の第2出射部B5fと第2番目の第2出射部B5sとの間隔(第6間隔とも言う)Pb0の半分以上である。そして、第5間隔Mb0が、第3間隔Mr0よりも短く、第6間隔Pb0が、第4間隔Pr0よりも短い。

10

【0085】

このような構成が採用されるとき、例えば、制御部7によって、2つ以上の第1出射部R5からそれぞれ第1種類の光が出射されている状態(第1種出射状態とも言う)と、2つ以上の第2出射部B5からそれぞれ第2種類の光が出射されている状態(第2種出射状態とも言う)とを含む2種以上の出射状態のうちの1種の出射状態に、選択的に設定され得る場合を想定する。なお、2種以上の出射状態には、例えば、2つ以上の第3出射部G5からそれぞれ第3種類の光を出射させている状態(第3種出射状態とも言う)が含まれ得る。このとき、例えば、2つ以上の第1出射部R5および2つ以上の第2出射部B5がそれぞれ個別に点灯されれば、検査対象物W1から見ると、反射面Sf1の存在によって、出射部列EL5Bが擬似的に延伸され得る。そして、擬似的に延伸された出射部列EL5Bにおける擬似的な第1出射部R5のピッチが、実際の第1出射部R5のピッチPr0以下となり、擬似的に延伸された出射部列EL5Bにおける擬似的な第2出射部B5のピッチが、実際の第2出射部B5のピッチPb0以下となり得る。その結果、同種の光が照射される条件において、検査対象物W1における単位面積当たりの光の照射強度が容易に向上され得る。

20

【0086】

また、ここでは、2つ以上の第2出射部B5の配列数の方が、2つ以上の第1出射部R5の配列数よりも多い。このため、受光センサ522において、2つ以上の第1出射部R5から出射される第1種類の光に対する受光感度よりも、2つ以上の第2出射部B5から出射される第2種類の光に対する受光感度の方が低くても、例えば、受光センサ522における受光感度に応じた照明が可能となる。

30

【0087】

そして、第1種類の光が赤色の光を含み、第2種類の光が青色の光を含んでいれば、例えば、赤色の光よりも青色の光に対する受光感度の方が低い受光センサ522に応じた照明が可能となる。本実施形態では、第1種類の光が赤色の光であり、第2種類の光が青色の光であり、第3種類の光が緑色の光である。ここで、例えば、受光センサ522が、+Y方向に対応する方向に沿って配列されており且つ受光する光の強度に応じた信号をそれぞれ取得可能な複数のダイオードを含む場合が想定される。このとき、複数のダイオードは、例えば、赤色の光よりも青色の光に対する受光感度の方が低い場合が一般的である。したがって、例えば、受光センサ522における受光感度に応じた照明状態が実現されることで、検査対象物W1を対象とした検査の精度が高められ得る。

40

【0088】

ここで、例えば、赤色の光は、波長が600~760nm程度の光であり、緑色の光は、波長が500~570nm程度の光であり、青色の光は、波長が400~500nm程度の光である。また、ここで、複数のダイオードとしては、例えば、シリコンダイオード等が採用され得る。また、受光センサ522としては、例えば、複数のダイオード等といった複数の受光素子Ae1が一方向に配列されたラインセンサLs1等が採用され得る。なお、ここで、例えば、各受光素子の前面にカラーフィルターが配される態様では、所望の色(例えば、青色)のカラーフィルターが配される受光素子が全ての受光素子において

50

占める割合が増加されれば、所望の色の光に対する受光感度が適宜調整され得る。

【0089】

ところで、例えば、検査対象物W1が、樹脂製の基板上に銅等の金属製の配線パターンが形成されているプリント基板であれば、樹脂製の基板における赤色の光の吸収率が、配線パターンにおける赤色の光の吸収率よりも相対的に高い場合が想定される。この場合、例えば、プリント基板に対して、赤色の光が照射されれば、配線パターンが明るく、背景としての樹脂製の基板が暗く照明されている状態となり得る。一方、樹脂製の基板における青色の光の吸収率が、配線パターンにおける青色の光の吸収率よりも相対的に低い場合が想定される。このとき、例えば、プリント基板に対して、青色の光が照射されれば、配線パターンが暗く、背景としての樹脂製の基板が明るく照明されている状態となり得る。また、検査対象物W1としてのプリント基板の上面の法線Lv0に対して成す角度がより大きな光軸を有する照明モジュールから青色の光がプリント基板に照射されれば、配線パターンよりも樹脂製の基板が相対的に明るく照明されている状態となり得る。また、例えば、検査対象物W1の表面に付着した皮脂汚れの有無が検査の対象であれば、例えば、皮脂における青色の光の吸収率が、皮脂が付着していないその他の部分における青色の光の吸収率よりも高い場合が想定される。このとき、例えば、検査対象物W1に対して、青色の光が照射されれば、皮脂汚れが付着した部分が暗く、その他の部分が明るく照明されている状態となり得る。また、ポリイミド製の基板が採用される場合、赤色の光は、該基板を透過し易く、青色の光は、該基板を透過し難い。このため、例えば、基板の裏面にも配線パターンが形成されている場合には、赤色の光ではなく、青色の光が照明される方が、基板の表面における検査が適正に行われ得る。但し、ポリイミド製の基板の厚みが厚い場合および該基板の裏面に配線パターンが形成されていない場合には、配線パターンが相対的に明るく照明され得る赤色の光で照明される方が、基板の表面における検査が適正に行われ得る。

【0090】

したがって、例えば、検査対象物W1についての検査内容に応じて、赤色の光および青色の光の何れの光を検査対象物W1に照射するのが決定されれば、検査精度が高められ得る。

【0091】

また、ここで、第3種類の光として、緑色の光が用いられる代わりに、例えば、赤外光（IR光）が用いられても良い。ここで、赤外光としては、例えば、約800nm程度の光が採用され得る。この場合、例えば、検査対象物W1が、配線パターンが形成されたプリント基板であれば、基板における赤外光の吸収率が、配線パターンにおける赤外光の吸収率よりも顕著に高い。このため、赤外光が検査対象物W1に照射されると、検査の精度が高められ得る。なお、第3種類の光として、例えば、紫外光（UV光）が採用されても良い。すなわち、本願における「光」には、例えば、可視光だけでなく、赤外光（IR光）および紫外光（UV光）等が含まれる。

【0092】

<(4-3)その他の変形例>

例えば、上記一実施形態の各第m照明モジュールMmでは、配列方向としての+Y方向に沿って配列される複数の出射部Emは、例えば、+Y方向に仮想的に伸びる直線上から若干ずれた位置に配置されても良い。

【0093】

また、上記一実施形態では、各第m照明モジュールMmについて、複数の出射部Emが一列に並ぶ出射部列ELmが採用されていたが、これに限られない。例えば、各第m照明モジュールMmは、相互に略平行に並ぶ2列以上の出射部列ELmを有していても良い。このとき、例えば、第1～3種類の光を発する3種類の出射部が、市松模様を形成するように配列されれば、複数の出射部Emの配設密度が向上し、検査対象物W1に対して照射される光の強度が上昇し得る。

【0094】

また、上記一実施形態では、各出射部列 $E L m$ において複数の出射部 $E m$ が配列されるピッチが略一定であったが、これに限られない。例えば、受光センサ 5 2 2 の撮像レンズの性能等によって生じ得る周辺減光の影響を低減するために、各出射部列 $E L m$ において、配列方向の中央近傍よりも両端近傍において、複数の出射部 $E m$ が配列されるピッチが短くなるように設定されても良い。

【0095】

また、上記一実施形態では、各出射部列 $E L m$ における複数の出射部 $E m$ の配列方向に対して、反射面 $S f 1$ が垂直に配されていたが、これに限られない。例えば、複数の出射部 $E m$ から光が出射される出射方向と配列方向とを含む仮想的な平面（仮想平面とも言う）に対して垂直である条件を満たすのであれば、反射面 $S f 1$ が出射部列 $E L m$ に対して若干傾けられても良い。但し、このとき、反射面 $S f 1$ が、出射部列 $E L m$ から離れる方向に回転するように傾けられれば、検査対象物 $W 1$ から見た擬似的な出射部 $E m$ のピッチが、実際の出射部 $E m$ のピッチ以下となり得る。なお、例えば、上記仮想平面に対して垂直である条件を満たすのであれば、反射面 $S f 1$ に若干凹凸が設けられても良い。

【0096】

また、上記一実施形態では、照明部 5 2 1 が、9つの照明モジュール $M 1 \sim M 9$ を有していたが、これに限られない。例えば、照明部 5 2 1 が、直接照明状態を実現する第5照明モジュール $M 5$ と、散乱照明状態を実現する第1～4、6～9照明モジュール $M 1 \sim M 4$ 、 $M 6 \sim M 9$ のうちの少なくとも1つの照明モジュールとが配された照明部に変更されても良いし、9つの照明モジュール $M 1 \sim M 9$ のうちの任意の2つ以上の照明モジュールが配された照明部に変更されても良い。この場合、2つ以上の照明モジュールから出射される光の出射方向と、検査対象物 $W 1$ の上面とが成す角度は、適宜変更され得る。

【0097】

このように、2つ以上の照明モジュールを有する照明部が採用されれば、照明部は、複数の出射部列を備えており、該複数の出射部列は、第1の複数の出射部を有する第1出射部列と、第2の複数の出射部列を有する第2出射部列とを有している。ここで、第1出射部列を構成する第1の複数の出射部は、配列方向（例えば、 $+Y$ 方向）に沿って配列され且つ第1出射方向にそれぞれ光を出射する。また、第2出射部列を構成する第2の複数の出射部は、上記配列方向（例えば、 $+Y$ 方向）に沿って配列され且つ第2出射方向にそれぞれ光を出射する。そして、上記配列方向に平面視したときに、第1出射方向と第2出射方向とが点 $P s 0$ （すなわち、照射対象領域 $A s 0$ ）で交差すれば、例えば、検査対象物 $W 1$ の状態に応じて、検査対象物 $W 1$ に対する光の照射角度が切り替えられ得る。

【0098】

また、例えば、照明部 5 2 1 が、9つの照明モジュール $M 1 \sim M 9$ のうちの1つの照明モジュールが配された照明部に変更されても良い。但し、このときは、検査対象物 $W 1$ に対する光の照射角度を切り替える機能が省略される。

【0099】

また、上記一実施形態では、検査装置 1 において、主走査と副走査とが交互に行われたが、これに限られない。例えば、主走査および副走査のうちの何れか一方の走査が行われる構成が採用されても良い。

【0100】

また、上記一実施形態では、受光センサ 5 2 2 として、ラインセンサ $L s 1$ が採用されたが、これに限られない。例えば、受光センサ 5 2 2 が、各第 m 照明モジュール $M m$ における複数の出射部 $E m$ の配列方向に対応する方向にそれぞれ配列された複数の受光素子をそれぞれ含む相互に平行な複数の受光素子の列を有するものに変更されても良い。

【0101】

また、上記一実施形態では、各第 m 照明モジュール $M m$ において、第1レンズ部 $L m a$ および第2レンズ部 $L m b$ によって光が照射対象領域 $A s 0$ に集光されたが、これに限られない。例えば、1つのレンズ部によって光が照射対象領域 $A s 0$ に集光されても良いし、各出射部 $E m$ から薄い平板状の光路を有する指向性の強い光が出射される場合には、第

10

20

30

40

50

1 レンズ部 L m a および第 2 レンズ部 L m b の双方が省略されても良い。

【 0 1 0 2 】

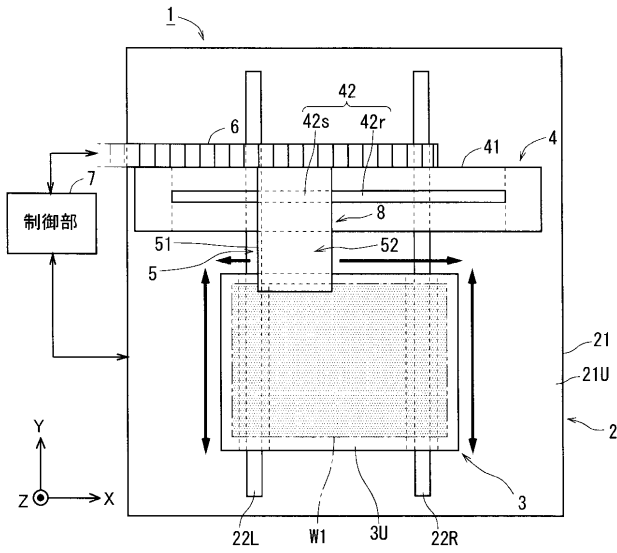
なお、上記一実施形態および各種変形例をそれぞれ構成する全部または一部を、適宜矛盾しない範囲で組み合わせ可能であることは、言うまでもない。そして、第 1 変形例および第 2 変形例に対し、その他の変形例の特徴を、適宜矛盾しない範囲で適用可能である。

【 符号の説明 】

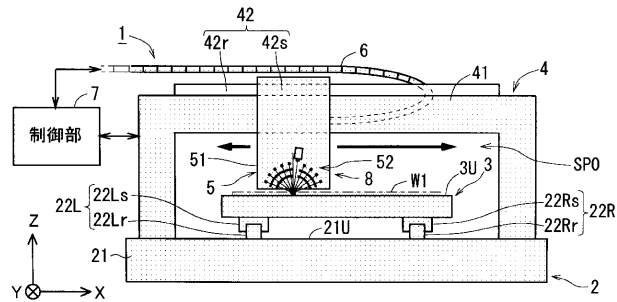
【 0 1 0 3 】

1	検査装置	
5	測定部	
7	制御部	10
8	照明装置	
5 2 1	照明部	
5 2 2	受光センサ	
A e 1	受光素子	
B 5	第 2 出射部	
B 5 f	第 1 番目の第 2 出射部	
B 5 s	第 2 番目の第 2 出射部	
E 1 ~ E 9 (E m)	出射部	
E 5 f	第 1 番目の出射部	
E 5 s	第 2 番目の出射部	20
E L 1 ~ E L 9 (E L m) , E L 1 B ~ E L 9 B (E L m B)	出射部列	
G 5	第 3 出射部	
L s 1	ラインセンサ	
L v 0	法線	
M 0	第 1 間隔	
M 1 ~ M 9 (M m) , M 1 A ~ M 9 A (M m A) , M 1 B ~ M 9 B (M m B)	第 1 ~	
9	照明モジュール (第 m 照明モジュール)	
M b 0	第 5 間隔	
M r 0	第 3 間隔	
P 0	第 2 間隔	30
P b 0	第 6 間隔	
P r 0	第 4 間隔	
R 5	第 1 出射部	
R 5 f	第 1 番目の第 1 出射部	
R 5 s	第 2 番目の第 1 出射部	
R f 1	反射部	
S f 1	反射面	
W 1	検査対象物	

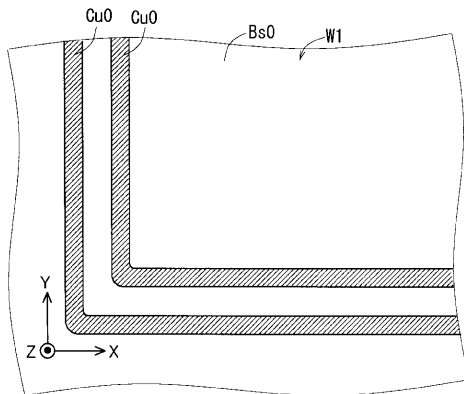
【図 1】



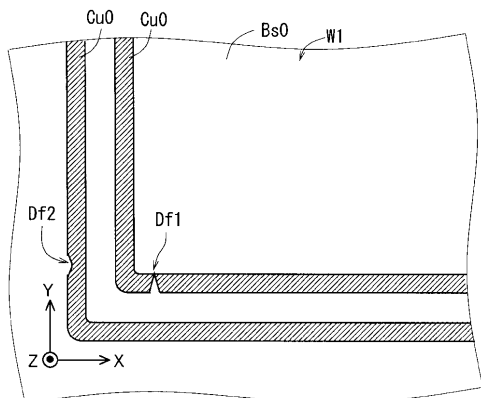
【図 2】



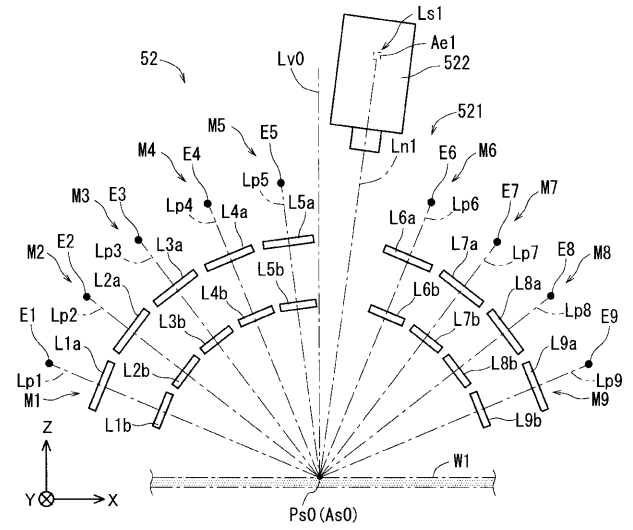
【図 5】



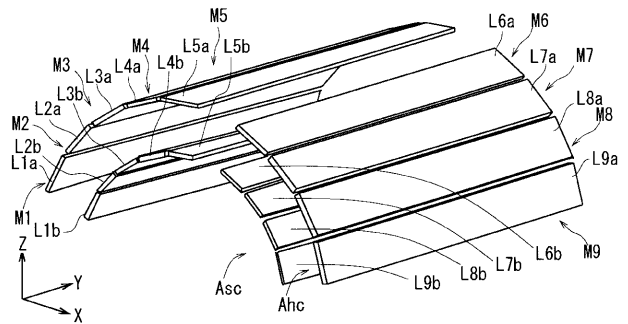
【図 6】



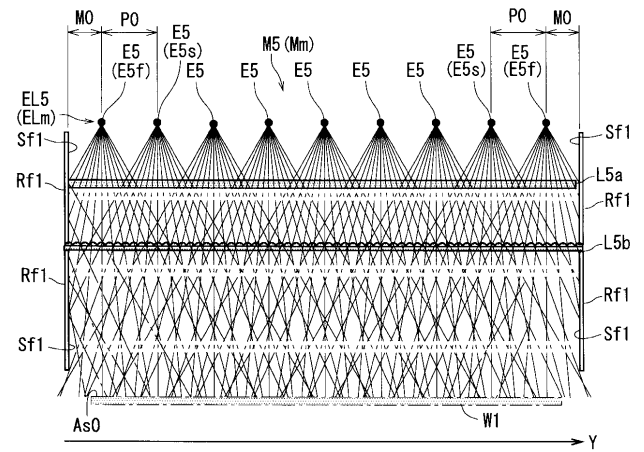
【図 3】



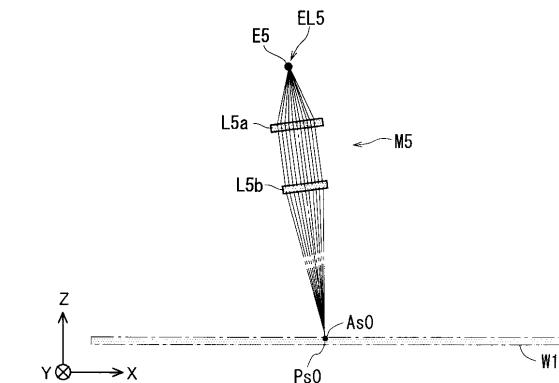
【図 4】



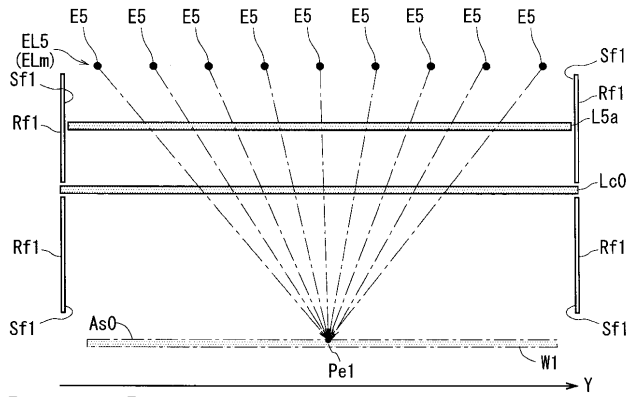
【図 7】



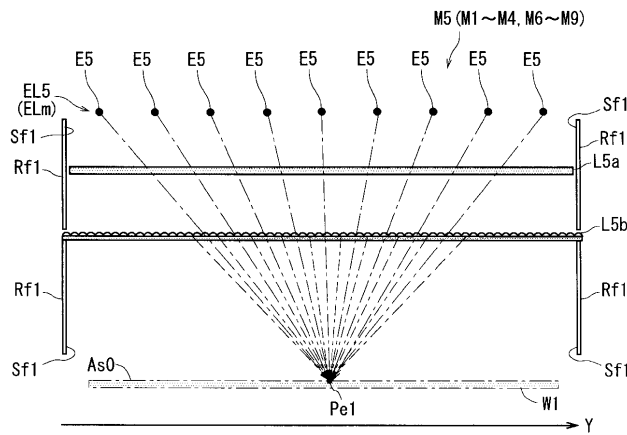
【図 8】



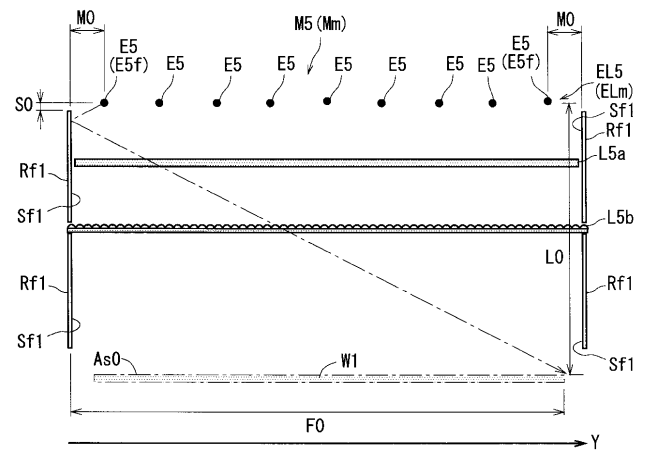
【図 9】



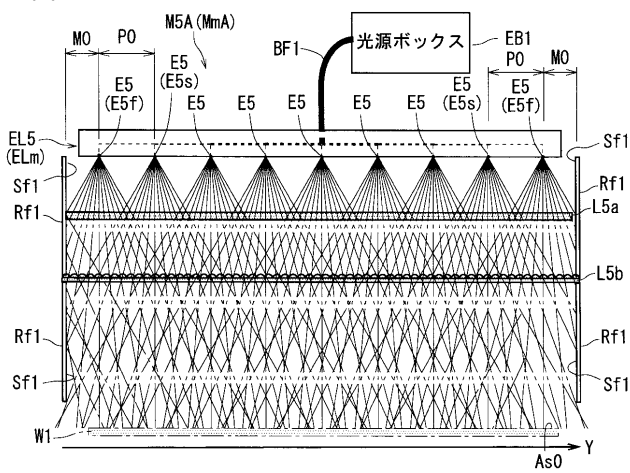
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

