

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6001960号
(P6001960)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 J 1/00 (2006. 01)

GO 1 J 1/00 E

GO 1 M 11/00 (2006. 01)

GO 1 M 11/00 T

請求項の数 9 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2012-184255 (P2012-184255)	(73) 特許権者	000206967
(22) 出願日	平成24年8月23日 (2012. 8. 23)		大塚電子株式会社
(65) 公開番号	特開2014-41091 (P2014-41091A)		大阪府枚方市招提田近三丁目2 6 番 3 号
(43) 公開日	平成26年3月6日 (2014. 3. 6)	(74) 代理人	110001195
審査請求日	平成27年7月7日 (2015. 7. 7)		特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	江南 世志
			大阪府枚方市招提田近三丁目2 6 番 3 号
			大塚電子株式会社内
		審査官	蔵田 真彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配光特性測定装置および配光特性測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源の配光特性を測定するための配光特性測定装置であって、
前記光源からの光を検出する検出部と、
前記光源からの光を反射して前記検出部へ導くためのミラーと、
前記検出部および前記ミラーを一体として、前記光源を通る第 1 軸および前記第 1 軸に直交しつつ前記光源を通る第 2 軸に関してそれぞれ自在に、前記光源に対して相対回転移動させる移動機構と、
前記光源から前記検出部までの光路長を維持しつつ前記ミラーを前記第 2 軸と平行な第 3 軸に関して回転させる回転機構と、
前記光源に関して、前記第 1 軸に関する回転角度および前記第 2 軸に関する回転角度を異ならせて、前記ミラーを複数の測定位置に配置するとともに、各測定位置において前記ミラーを前記第 3 軸に関して異なる回転角度に回転させることで前記検出部によって検出される複数の測定結果に基づいて、前記光源の配光特性を算出する演算部とを備える、配光特性測定装置。

【請求項 2】

前記回転機構は、前記ミラーが前記第 3 軸に関する第 1 の回転角度にある場合の前記検出部の撮像視野と、前記ミラーが前記第 3 軸に関する第 2 の回転角度にある場合の前記検出部の撮像視野とが互いに重複しないように、前記ミラーの回転角度を制御する、請求項 1 に記載の配光特性測定装置。

【請求項 3】

前記演算部は、前記ミラーの前記第 3 軸に関する回転角度に関連付けて、前記検出部の前記光源に対する見込み角を算出する、請求項 1 または 2 に記載の配光特性測定装置。

【請求項 4】

前記検出部の焦点を前記光源の発光面に合わせるためのレンズをさらに備える、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の配光特性測定装置。

【請求項 5】

前記ミラーから前記検出部までの光路上に配置される第 2 のミラーをさらに備える、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の配光特性測定装置。

【請求項 6】

前記検出部は、前記ミラーの回転中心に対して、所定の所定規則に従って配置された複数の検出面を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の配光特性測定装置。

【請求項 7】

前記回転機構は、前記ミラーの回転中心について隣接する 2 つの検出面がなす角度の半分の角度ずつ、前記ミラーを回転させる、請求項 6 に記載の配光特性測定装置。

【請求項 8】

前記演算部は、前記第 1 軸に関する回転角度と前記第 2 軸に関する回転角度とに関連付けて、測定結果を格納する、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の配光特性測定装置。

【請求項 9】

光源の配光特性を測定するための配光特性測定方法であって、

前記光源に関して、前記光源からの光を検出する検出部、および、前記光源からの光を反射して前記検出部へ導くためのミラーを一体として、前記光源を通る第 1 軸および前記第 1 軸に直交しつつ前記光源を通る第 2 軸に関してそれぞれ自在に、前記光源に対して相対回転移動させることで、複数の測定位置に配置するステップと、

各測定位置において、前記光源から前記検出部までの光路長を維持しつつ前記ミラーを前記第 2 軸と平行な第 3 軸に関して異なる角度に回転させるステップと、

前記検出部によって検出される複数の測定結果に基づいて、前記光源の配光特性を算出するステップとを備える、配光特性測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源の配光特性を測定するための配光特性測定装置および配光特性測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光源から照射される光の特性の一つとして、配光特性が知られている。配光特性は、光源による光度（あるいは、輝度）の空間分布を意味する。配光特性としては、絶対値配光および相対値配光のいずれもが使用される。絶対値配光は、光度の絶対値の空間分布を測定したものであり、光源が発生する全光束を求めるような場合などに利用される。一方、相対値配光は、光度の相対値の空間分布を測定したものであり、配光パターンを求めるような場合などに利用される。一般的に、複雑な配光パターンを有する光源や、その特性が未知の光源について、その配光特性を測定することは、容易ではない。このような配光特性の測定方法や測定装置に関して、以下のような先行技術が知られている。

【0003】

特開昭 62-250325 号公報（特許文献 1）は、被測定物を固定し、その周りを鏡が回転し、その反射光を受光器で測定する方式の配光測定装置を開示する。

【0004】

特開 2003-247888 号公報（特許文献 2）は、第 1 回転軸に関して回転自在の第 1 回転ステージと、第 1 回転軸に直交する第 2 回転軸に関して回転自在であって、第 1 回転軸から離間して第 1 回転ステージに保持された第 2 回転ステージと、第 1 および第 2

10

20

30

40

50

回転軸の交点に、発光面の中心を一致させて設けられた光源とを含む配光測定器を開示する。

【0005】

特開平09-203691号公報（特許文献3）は、複数の受光器を所定間隔で一列に配列した受光ユニットを、光の照射方向の前方で受光器の配列方向に対して直交方向に移動させ、配光パターンを測定する配光パターン等の測定方法を開示する。

【0006】

特開2001-174251号公報（特許文献4）は、測定対象物を鉛直方向の直線動作および水平回転動作させ得る第1のユニットと、測定機器を水平方向の直線動作、鉛直方向の直線動作およびこれら2方向で構成する平面上を回転する回転動作を行なわせる第2のユニットとを含む測定装置を開示する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開昭62-250325号公報

【特許文献2】特開2003-247888号公報

【特許文献3】特開平09-203691号公報

【特許文献4】特開2001-174251号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0008】

配光特性の測定対象となる光源としては、ベビー電球のような小さなランプから車のヘッドライトのような大きなランプまでが想定される。発光面の比較的大きな光源の配光特性を測定する場合には、検出部と光源との間の距離（測定距離）を長くして、光源全体が含まれるように、検出部の撮像視野を拡大する必要がある。上述した先行技術では、発光面の比較的大きな光源の配光特性を測定しようとする、装置が複雑化および大型化するといった課題があった。

【0009】

本発明の目的は、装置構成を大きくすることなく、光源の配光特性を効率的に測定できる配光特性測定装置およびその装置に適した配光特性測定方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明のある局面に従えば、光源の配光特性を測定するための配光特性測定装置が提供される。配光特性測定装置は、光源からの光を検出する検出部と、光源からの光を反射して検出部へ導くためのミラーと、検出部およびミラーを光源に対して相対移動させる移動機構と、光源から検出部までの光路長を維持しつつミラーを回転させる回転機構と、光源に関して、検出部およびミラーを複数の測定位置に配置するとともに、各測定位置においてミラーを異なる角度に回転させることで検出部によって検出される複数の測定結果に基づいて、光源の配光特性を算出する演算部とを含む。

【0011】

40

好ましくは、回転機構は、ミラーが第1の回転角度にある場合の検出部の撮像視野と、ミラーが第2の回転角度にある場合の検出部の撮像視野とが互いに重複しないように、ミラーの回転角度を制御する。

【0012】

好ましくは、演算部は、ミラーの回転角度に関連付けて、検出部の光源に対する見込み角を算出する。

【0013】

好ましくは、配光特性測定装置は、検出部の焦点を光源の発光面に合わせるためのレンズをさらに含む。

【0014】

50

好ましくは、検出部およびミラーは、一体として、光源を中心とする第1軸および第2軸に関して回転可能に構成され、回転機構は、ミラーを第1軸および第2軸の少なくとも一方と平行な軸に関して回転させる。

【0015】

好ましくは、配光特性測定装置は、ミラーから検出部までの光路上に配置される第2のミラーをさらに含む。

【0016】

好ましくは、検出部は、ミラーの回転中心に対して、所定の所定規則に従って配置された複数の検出面を含む。

【0017】

さらに好ましくは、回転機構は、ミラーの回転中心について隣接する2つの検出面がなす角度の半分の角度ずつ、ミラーを回転させる。

【0018】

本発明の別の局面に従えば、光源の配光特性を測定するための配光特性測定方法が提供される。配光特性測定方法は、光源に関して、光源からの光を検出する検出部、および、光源からの光を反射して検出部へ導くためのミラーを、光源に対して相対移動させることで、複数の測定位置に配置するステップと、各測定位置において、光源から検出部までの光路長を維持しつつミラーを異なる角度に回転させるステップと、検出部によって検出される複数の測定結果に基づいて、光源の配光特性を算出するステップとを含む。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、装置構成を大きくすることなく、光源の配光特性を効率的に測定できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本実施の形態に従う配光特性測定装置の全体構成を示す模式図である。

【図2】本実施の形態に従う配光特性測定装置の電氣的構成を示す模式図である。

【図3】図2に示すコンピュータの内部構成を示す模式図である。

【図4】本実施の形態に従う配光特性測定装置における撮像範囲および測定距離を説明するための図である。

【図5】本実施の形態に従う配光特性測定装置の光学系の違いを説明するための模式図である。

【図6】本実施の形態に従う配光特性測定装置の回転平面ミラーの違いを説明するための模式図である。

【図7】本実施の形態に従う配光特性測定装置の検出部としてラインセンサーを用いた構成を示す模式図である。

【図8】本実施の形態に従う配光特性測定装置の検出部としてラインセンサーを用いた構成における見込み角の算出方法を説明するための図である。

【図9】本実施の形態に従う配光特性測定装置の検出部としてエリアセンサーを用いた構成を示す模式図である。

【図10】本実施の形態に従う配光特性測定装置の検出部としてエリアセンサーを用いた構成における見込み角の算出方法を説明するための模式図である。

【図11】本実施の形態に従う配光特性測定装置の検出部としてエリアセンサーを用いた場合のX座標値の算出手順を説明するための図である。

【図12】本実施の形態に従う配光特性測定装置の検出部としてエリアセンサーを用いた場合のX座標値の算出手順を説明するための図である。

【図13】本実施の形態に従う配光特性測定装置を用いた配光特性測定の全体処理手順を示すフローチャートである。

【図14】本実施の形態に従う配光特性測定装置を用いた配光特性測定の別の全体処理手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 1 5】図 1 3 および図 1 4 のステップ S 8 に示すデータ格納処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 6】図 1 5 に示す撮像範囲内の観測点の選択処理および測定値の取得処理を説明するための図である。

【図 1 7】図 1 5 に示す測定空間座標値の算出処理を説明するための図である。

【図 1 8】図 1 5 に示す測定角度の算出処理を説明するための図である。

【図 1 9】図 1 5 に示す測定角度の算出処理を説明するための図である。

【図 2 0】図 1 5 に示す測定撮像座標値の算出処理を説明するための図である。

【図 2 1】図 1 5 に示す測定値の取得処理および格納処理を説明するための図である。

【図 2 2】図 1 5 に示す測定値の取得処理および格納処理を説明するための図である。

【図 2 3】図 1 3 および図 1 4 のステップ S 1 1 に示す照度算出処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図 2 4】図 2 3 に示す照度算出位置の決定処理を説明するための図である。

【図 2 5】図 2 3 に示す照度算出位置に対する観測点の見込み角度の算出処理を説明するための図である。

【図 2 6】図 2 3 に示す見込み角度の輝度の検索処理を説明するための図である。

【図 2 7】図 2 3 に示す観測点における輝度の算出処理を説明するための図である。

【図 2 8】図 2 3 に示す照度格納データへの光度の加算処理を説明するための図である。

【図 2 9】本実施の形態の変形例に従う配光特性測定装置の要部を示す模式図である。

【図 3 0】本実施の形態の変形例に従う配光特性測定装置における検出部の配置例を示す図である。

【図 3 1】図 3 0 に示す配置例において、回転平面ミラーを回転させた場合の撮像範囲の変化を説明するための図である。

【図 3 2】本実施の形態の変形例に従う配光特性測定装置を用いて色度演算を行なう場合の構成例について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0022】

本実施の形態においては、主として、サンプル光源（以下、単に「光源」とも称す。）の配光特性（典型的には、配光輝度特性）を測定するための配光特性測定装置について例示する。但し、本実施の形態に従う配光特性測定装置は、単なる配光特性に限られず、配光特性から算出される、光源の色度および波長情報、ならびに光源から照射される全光束などの各種光学特性を測定することもできる。本実施の形態に従う配光特性測定装置は、例えば、照明器具の配光特性の測定、ランプの照度検査、ディスプレイの視野角特性の測定などに応用される。

【0023】

＜A. 配光特性測定装置の装置構成＞

まず、本実施の形態に従う配光特性測定装置の装置構成について説明する。本実施の形態に従う配光特性測定装置は、主として、光源のニアフィールド配光特性を測定する。後述するように、ニアフィールド配光特性は、光源の発光面の各位置において、いずれの方向に、いずれの強度で発光しているかを示す。

【0024】

図 1 は、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 の全体構成を示す模式図である。図 1 を参照して、配光特性測定装置 1 は、光源 10 の周囲を回転移動可能なゴニオメータ、またはそれに類する機構を有する。具体的には、配光特性測定装置 1 は、X 軸に関して回転可能に配置された L 字状のベース部 2 と、ベース部 2 の一辺と連結され、X 軸に直交する Y 軸に関して回転可能に配置された支持部 3 とを含む。光源 10 は、X 軸と Y 軸との交点を中心として配置される。

【0025】

支持部3には、光源10からの光を検出する検出部8が配置される。検出部8の入射側にはレンズ7が配置されている。支持部3には、アーム4を介して回転平面ミラー5がさらに配置されている。回転平面ミラー5は、光源10から照射される光を反射して（折り返して）検出部8へ導く。回転平面ミラー5は、光源10から検出部8までの光路長を維持しつつ、アーム4上の点に関して回転可能に構成されている。すなわち、回転平面ミラー5は、X軸および／またはY軸と平行な軸に関して、所定角度の範囲で回転可能に配置されている。回転平面ミラー5が回転することで、検出部8の撮像視野を変化させることができる。

【0026】

10

光源10から照射された光を回転平面ミラー5で反射して検出部8へ直接導くようにしてもよいが、図1に示す構成においては、回転平面ミラー5から検出部8までの光路上に固定平面ミラー6（第2のミラー）が配置されている。固定平面ミラー6を用いることで、検出部8を支持部3の長手方向に沿って配置することができ、装置をより小型化できる。さらに、光源10からの光を回転平面ミラー5および固定平面ミラー6でそれぞれ反射させることで、検出部8に入射する際の偏光を解消できる。

【0027】

配光特性測定装置1において、ベース部2がX軸に関して回転し、支持部3がY軸に関して回転することで、アーム4上に配置されている検出部8および回転平面ミラー5が光源10に対して相対移動する。すなわち、検出部8および回転平面ミラー5は、一体として、光源10を中心とするX軸（第1軸）およびY軸（第2軸）に関して回転可能に構成される。そして、固定平面ミラー6は、X軸（第1軸）およびY軸（第2軸）の少なくとも一方と平行な軸に関して回転する。以下に説明する典型的な実施の形態においては、固定平面ミラー6がY軸と平行な軸に関して回転する構成を示す。

20

【0028】

配光特性測定装置1は、ベース部2をX軸に関して回転させるX軸モーター11および支持部3をY軸に関して回転させるY軸モーター12をさらに含む。すなわち、ベース部2をX軸に関して回転させるX軸モーター11、支持部3をY軸に関して回転させるY軸モーター12、およびこれらのモーターを制御するコンピュータ（後述する）が、検出部8および回転平面ミラー5を光源10に対して相対移動させる移動機構に相当する。

30

【0029】

この移動機構を用いて、検出部8および回転平面ミラー5を光源10に対して複数の測定位置に配置する。そして、検出部8および回転平面ミラー5を複数の測定位置に配置することで、異なる入射角から見た、光源10の表面輝度（照度）が測定される。

【0030】

配光特性測定装置1は、X軸および／またはY軸と平行な軸に関して、回転平面ミラー5を回転させる回転ミラー用モーター13をさらに含む。すなわち、回転ミラー用モーター13および回転ミラー用モーター13を制御するコンピュータ（後述する）が、光源10から検出部8までの光路長を維持しつつ回転平面ミラー5を回転させる回転機構に相当する。配光特性測定装置1は、各測定位置において、回転平面ミラー5を異なる角度に回転させることで、複数の測定結果を測定する。これらの測定結果の間では、検出部8の光源10に対する撮像視野は互いに異なったものとなる。すなわち、回転機構は、回転平面ミラー5がある回転角度（第1の回転角度）にある場合の検出部8の撮像視野と、回転平面ミラー5がその次の回転角度（第2の回転角度）にある場合の検出部8の撮像視野とが互いに重複しないように、回転平面ミラー5の回転角度を制御する。

40

【0031】

配光特性測定装置1は、これらの各測定位置において測定される複数の測定結果に基づいて、光源10の配光特性を算出する。この算出処理は、演算部として機能するコンピュータによって実現される。すなわち、コンピュータは、光源10に関して、検出部8および回転平面ミラー5を複数の測定位置に配置するとともに、各測定位置において回転平面

50

ミラー 5 を異なる角度に回転させることで検出部 8 によって検出される複数の測定結果に基づいて、光源 10 の配光特性を算出する。

【0032】

検出部 8 は、点センサー、1 次元センサー、および 2 次元センサーのいずれでもあってもよい。点センサーとしては、典型的には、ダイオードなどの受光素子が用いられる。1 次元センサーとしては、典型的には、複数の受光素子を一行に配置したラインセンサーなどが用いられる。2 次元センサーとしては、典型的には、CCD (Charged Couple Device) イメージセンサーや、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサーといったエリアセンサーが用いられる。後述するように、検出部 8 の方式（すなわち、検出面の大きさ）に応じて、回転平面ミラー 5 の回転量などが最適化される。

10

【0033】

＜B. 配光特性測定装置 1 の電氣的構成＞

次に、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 の電氣的構成について説明する。

【0034】

(b1: 配光特性測定装置 1 全体の電氣的構成)

図 2 は、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 の電氣的構成を示す模式図である。図 2 を参照して、配光特性測定装置 1 は、X 軸モーター 11、Y 軸モーター 12、および回転ミラー用モーター 13、ならびに、検出部 8 に加えて、コンピュータ 100 およびトリガー装置 110 を含む。

【0035】

20

コンピュータ 100 は、配光特性測定装置 1 の移動機構を制御するとともに、検出部 8 が撮像した画像データを処理する機能を有する。トリガー装置 110 は、光源 10 に対する検出部 8 および回転平面ミラー 5 の相対位置、および、回転平面ミラー 5 の回転角度、に連動して、検出部 8 での撮像タイミングを管理する。トリガー装置 110 が提供する機能についてはコンピュータ 100 に実装してもよいが、撮像タイミング（撮像位置）をより正確に制御する観点から、専用のハードウェア回路を含むトリガー装置 110 をコンピュータ 100 とは別に配置することが好ましい。

【0036】

より具体的には、コンピュータ 100 は、X 軸モーター 11、Y 軸モーター 12、および回転ミラー用モーター 13 に対して、それぞれ駆動用コマンドを送出する。この駆動用コマンドは、X 軸モーター 11、Y 軸モーター 12 および回転ミラー用モーター 13 の移動速度および／または目標位置などを含む。コンピュータ 100 は、送信開始タイミングで駆動用コマンドを送出し、駆動用コマンドを受けた X 軸モーター 11、Y 軸モーター 12、および回転ミラー用モーター 13 は、それぞれ移動を開始する。X 軸モーター 11、Y 軸モーター 12、および回転ミラー用モーター 13 は、それぞれの回転量を示すモーター駆動パルスを送出する。

30

【0037】

トリガー装置 110 は、受信したそれぞれのモーター駆動パルスを所定数で分周して、X 軸および Y 軸における現在位置（角度）、および、回転平面ミラー 5 の回転角度をそれぞれ算出する。トリガー装置 110 は、予め定められた観測点に対応する角度間隔で、撮像を指示するトリガーパルスを送出する。

40

【0038】

検出部 8 は、トリガー装置 110 からトリガーパルスを受信すると、撮像を行ない、その撮像によって取得された画像データをコンピュータ 100 へ出力する。検出部 8 は、トリガー装置 110 からトリガーパルスを受信するたびに、撮像および画像データの送信を繰り返す。コンピュータ 100 は、画像データの入力順序に基づいて、各画像データの測定位置（空間座標および回転角度）を特定する。そして、コンピュータ 100 は、取得された画像データに対して、後述するような処理を行なうことで、光源 10 の配光特性を算出する。

【0039】

50

図2に示すような電氣的構成を採用することで、複数の検出部8が配置された場合であっても、コンピュータ100における撮像タイミングの制御に係る負荷は増加しないので、検出部8の設置台数についての制約は少なくなる。

【0040】

(b2:コンピュータ100の電氣的構成)

図3は、図2に示すコンピュータ100の内部構成を示す模式図である。コンピュータ100は、典型的には、汎用のパーソナルコンピュータで構成される。より具体的には、図3を参照して、コンピュータ100は、CPU(Central Processing Unit)101と、主メモリ102と、HDD(Hard Disk Drive)103と、通信インターフェイス(Interface:I/F)104と、表示部105と、入力部106とを含む。これらのコンポーネントは、バス107を介して互いに通信可能に接続されている。

10

【0041】

CPU101は、HDD103などの格納されているプログラムを実行することで、本実施の形態に従う機能を実現するための処理部である。主メモリ102は、CPU101によるプログラムの実行に必要なワーキングエリアを提供する。このワーキングエリアには、プログラムに実行に必要な一時データや処理対象の画像データなどが格納される。HDD103は、CPU101で実行されるプログラムや処理の実行に必要なパラメータなどを不揮発的に記憶する。HDD103にはCPU101で実行されるプログラムが予めインストールされる。このプログラムのインストールは、各種の方法を採用できる。例えば、CD-ROM(Compact Disk-Read Only Memory)やDVD(Digital Versatile Disk)といった各種の記録媒体に格納されたプログラムを対応する装置で読み出してHDD103へ格納する方法、あるいはネットワークを介してプログラムをダウンロードする方法などを採用できる。

20

【0042】

通信インターフェイス104は、他の装置とデータを遣り取りする。具体的には、通信インターフェイス104は、モーターに対して駆動用コマンドを出力するとともに、検出部8で撮像された画像データを受信する。

【0043】

表示部105は、撮像された画像データや測定結果を表示する。具体的には、表示部105は、LCD(Liquid Crystal Display)やCRT(Cathode Ray Tube)などから構成される。入力部106は、ユーザからの操作を受付ける。具体的には、入力部106は、マウスやキーボードなどから構成される。コンピュータ100には、必要に応じて、プリンタなどの他の出力装置が接続されてもよい。

30

【0044】

本実施の形態に従う各種機能については、CPU101がプログラムを実行することで提供される形態に代えて、その全部または一部を専用のプロセッサまたはIC(集積回路)などを用いて実現するようにしてもよい。あるいは、専用のLSI(Large Scale Integration)などを用いて実現してもよい。

【0045】

<C. 配光特性測定装置の利点>

40

図1に示すように、本実施の形態に従う配光特性測定装置1は、1枚または複数枚のミラーを用いて光源10からの光路を折り返すことで、装置を小型に維持しつつ、発光面の比較的大きな光源の配光特性を測定できる。すなわち、配光特性測定装置1の支持部3の回転軸(中心軸)から光源10までの距離が短くても、その発光面が大きな光源10を検出部8で撮像できる。

【0046】

検出部8は相対的に重いコンポーネントであるが、図1に示すように、検出部8を支持部3の回転軸付近に配置することで、検出部8を回転駆動する軸に過度な負荷が掛かるのを回避できる。また、支持部3自体の構造も簡素化できるので、支持部3を回転駆動するための動力をより小さく抑えることができる。

50

【0047】

図1に示す配光特性測定装置1においては、2枚のミラーを使用することで、光源10から検出部8へ入力する光の偏光を解消できる。上述したように、検出部8の前段に配置された固定平面ミラー6を省略し、回転平面ミラー5で反射された光が検出部8へ直接入射するようにしてもよい。あるいは、より多くのミラーを用いて、光源10からの光を検出部8へ導いてもよい。

【0048】

図4は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1における撮像範囲および測定距離を説明するための図である。説明の便宜上、図4には、回転平面ミラー5で反射された光が検出部8へ直接入射するような構成を示す。また、レンズ7については図示していない。

10

【0049】

図4を参照して、光源10に対向する位置に配置された回転平面ミラー5は、光源10から照射された光を検出部8へ導く。すなわち、回転平面ミラー5を用いることで、検出部8が光源10に対応する虚像10'を撮像するような光学系が構成される。

【0050】

本実施の形態に従う配光特性測定装置1の構成を採用することで、支持部3を回転駆動するための軸に生じる負荷を軽減できるので、支持部3に複数の検出部8を配置することも容易になる。

【0051】

検出部8が虚像10'を撮像するような光学系が構成されるので、支持部3の回転半径を小さくしたとしても、実質的な測定距離を比較的大きく維持することができる。すなわち、本実施の形態に従う「ミラーで光路を折り返す」方法を採用しない場合には、同一の測定距離を維持するために、光源10を図4に示す虚像10'の位置に配置しなければならない。そのため、装置全体としては、本実施の形態に従う配光特性測定装置1の約2倍の長さが必要となる。言い換えれば、本実施の形態に従う「ミラーで光路を折り返す」方法を採用することで、支持部3の回転半径の約2倍に相当する測定距離（光源10から検出部8までの距離）を確保できる。また、撮像範囲は、測定距離と比例関係にあるので、測定距離が2倍であれば2倍（面積では、2倍×2倍＝4倍）の撮像範囲を確保できる。

20

【0052】

本実施の形態に従う配光特性測定装置1は、回転平面ミラー5をX軸および／またはY軸と平行な軸に関して回転させることで、撮像範囲を拡大する。すなわち、回転平面ミラー5の回転角度と撮像範囲とは関連しているので、配光特性測定装置1は、回転平面ミラー5の回転角度を制御しつつ、各回転角度において撮像された画像データを対応する回転角度に応じて処理することで、光源10の配光特性を算出する。

30

【0053】

検出部8として、エリアセンサーでなく、ラインセンサーを用いた場合であっても、回転平面ミラー5を回転させつつ撮像することで、エリアセンサーを用いた場合と同様の2次元画像を取得できる。

【0054】

このように、ゴニオメータのアーム4の先端に回転平面ミラー5を配置するとともに、アーム4の回転軸付近に検出部8を配置することで、回転平面ミラー5と検出部8との距離を確保するとともに、装置全体を小型軽量化できる。

40

【0055】

< D. 配光特性測定装置の光学系の相違 >

次に、本実施の形態に従う配光特性測定装置1についての理解を深めるために、照度計を用いた配光特性測定装置との光学系の相違について説明する。図5は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1の光学系の違いを説明するための模式図である。

【0056】

(d1：ファーフールド配光特性：照度計を用いた方法)

照度計を用いた場合には、ファーフールド配光特性を測定することになる。この場合

50

には、図 5 (a) に示すように、光源の発光面から照射される光を照度計で直接受光することで、当該光源の照度を測定する。この照度測定においては、照度計の受光面において受光した光の強度を測定することになる。測定対象の光源から放射される光が発散光である場合、照度計と光源との間の距離を大きくすれば、照度計で受光される光は暗くなる。また、照度計における指向性（受光感度特性）は制御されないので、光源から放射される光は、遮るものがない限り、そのすべてが照度計で受光されることになる。

【0057】

(d2：ニアフィールド配光特性：輝度測定)

これに対して、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 は、ニアフィールド配光特性を測定することになる。この場合には、図 5 (b) に示すように、レンズを用いて検出部における指向性が制御される。すなわち、光源から照射された光は、レンズで集光されて検出部に入射する。これは、検出部の焦点を光源の発光面に合わせることを意味しており、これにより、検出部は、光源の発光面の画像を捉えることになる。つまり、レンズを用いて検出部における指向性を制御された光源の発光面の明るさを測定することになり、当該光源の輝度を測定することになる。すなわち、配光特性測定装置 1 は、検出部の焦点を光源の発光面に合わせるためのレンズを含む。

【0058】

レンズを用いて指向性を制御されたある立体角での光を捉えることになり、測定対象の光源から放射される光が発散光である場合であっても、照度測定とは異なり、検出部と光源との間の距離を大きくしても、検出部で受光される光は暗くならない。

【0059】

つまり、図 5 (a) に示すような照度計を用いた配光特性測定装置は、光源全体から放射されて照度計に向かっていく光を受光するのに対して、図 5 (b) に示すようなレンズを用いた配光特性測定装置は、ある特定の角度および立体角における光源 10 の表面輝度を測定することになり、検出部が捉えた光は、指向性をもつこととなる。これによって、光源の発光面の各位置において、いずれの方向に、いずれの強度で発光しているかを測定できる。

【0060】

< E. 配光特性測定装置の回転平面ミラーの相違 >

次に、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 についての理解を深めるために、照度計を用いた配光特性測定装置との回転平面ミラーの相違について説明する。図 6 は、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 の回転平面ミラーの違いを説明するための模式図である。

【0061】

(e1：ファーフールド配光特性：照度計を用いた方法)

照度計を用いて配光特性測定を行なう場合には、測定対象の光源を点とみなせる距離に検出部を配置して測定する必要がある。例えば、図 6 に示すような検出部 8-1 が用いられる。この場合、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 と同様に、「ミラーで光路を折り返す」方法を採用する場合を考える。この場合、図 6 に示すような回転平面ミラー 5-1 を用いて、検出部 8-1 に代えて検出部 8-3 を配置する。上述したように、光源から放射される光は検出部に入射する必要がある。そのため、ミラーを用いて光路を折り返す場合、検出部 8-1 (あるいは、検出部 8-3) で受光できる範囲 (撮像範囲) を包含する大きさを有する回転平面ミラー 5-1 を用いて、光路を折り返す必要がある。言い換えれば、回転平面ミラー 5-1 の大きさを検出部 8-1 で受光できる範囲より小さくした場合には、光源から放射される光の一部が入射しないことになるので、当該光源の照度を正しく測定できない。

【0062】

(e2：ニアフィールド配光特性：輝度測定)

これに対して、光源の輝度を測定することで配光特性を算出する場合には、照度計を用いて配光特性測定を行なう場合とは異なり、測定対象の光源を点とみなせる距離に検出部

を配置して測定する必要はない。むしろ、レンズの特性を適切に設定することで、光源の全体を測定できる距離 L_2 （すなわち、光源全体を撮像できる距離）に検出部 8-1 を配置して測定を行なうことができる。ここで、「ミラーで光路を折り返す」方法を採用する場合を考えると、検出部 8-1 と光源全体とを結ぶ画角を包含できる大きさを有する回転平面ミラー 5-1 を用いて、光路を折り返す必要がある。

【0063】

但し、輝度を測定する場合には、上述の照度を測定する場合とは異なり、用いるレンズの特定を変えることで、検出部 8-1 と光源全体とを結ぶ画角、すなわち回転平面ミラーで反射すべき範囲を変更することができる。したがって、ミラーと検出部 8-2 との間の距離を短くすることで、回転平面ミラー 5 を小型化することも可能である。

10

【0064】

つまり、図 5 (a) に示すような照度計を用いた配光特性測定装置は、光源から照射される光の全体を測定する必要があるので、回転平面ミラー 5 を、光源と検出部とを結ぶ画角に対応する大きさよりは小さくできない（例えば、図 6 に示す回転平面ミラー 5-1 のような大きなミラーが必要である）。これに対して、図 5 (b) に示すようなレンズを用いた配光特性測定装置は、より小さな回転平面ミラー 5-2 を用いることができる。この場合、回転平面ミラー 5-2 を回転させて、光源の一部の測定を繰り返すことで、光源全体の輝度を測定できる。

【0065】

回転平面ミラー 5-1 または 5-2 を上下左右に回転させることで、撮像範囲を拡大できる。

20

【0066】

＜F. 光源の表面輝度の測定方法＞

次に、光源 10 の表面輝度を測定するための検出部 8 および回転平面ミラー 5 について説明する。

【0067】

（f1：検出部の種類）

本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 の検出部 8 は、点センサー、ラインセンサー、およびエリアセンサーのいずれでもあってもよい。このようなセンサーについて、レンズ 7 を用いて測定立体角を制御することで、その焦点を光源 10 の発光面に合わせて測定が行なわれる。

30

【0068】

光源 10 の発光面が広い場合には、点センサーでは、その表面輝度の情報のすべてを一度に得ることができないので、検出部 8（点センサー）を移動させて、撮像範囲を拡大する。

【0069】

ラインセンサーについても、点センサーと同様にレンズ 7 を用いることで、光源 10 の表面輝度を示すライン状の画像（輝度情報）を得ることができる。光源 10 の発光面が広い場合には、検出部 8（ラインセンサー）および／または回転平面ミラー 5 を移動させて、撮像範囲を拡大する。

40

【0070】

エリアセンサーにおいても、点センサーおよびラインセンサーと同様にレンズ 7 を用いることで、光源 10 の表面輝度を示す画像データ（輝度情報）を得ることができる。光源 10 の発光面が広い場合には、（1）より広角のレンズ 7 を用いて焦点距離を短くし、より広い範囲を撮像する（すなわち、検出部 8 とレンズ 7 との位置関係を変える）、（2）光源 10 から検出部 8 までの距離を変える（すなわち、検出部 8 とレンズ 7 との位置関係を維持したまま、光源 10 との間の距離だけを変える）、（3）検出部 8 を移動する（すなわち、検出部 8 とレンズ 7 との位置関係を維持したまま、検出部 8 に対するレンズ 7 の方向および／または位置を変える）といった方法を用いて、光源 10 の表面輝度を示す画像（輝度情報）を得ることができる。

50

【0071】

(f2:ラインセンサーを用いた表面輝度の測定)

まず、ラインセンサーを用いて、光源10の表面輝度を測定する方法について説明する。図1に示す検出部8として、その測定立体角がレンズ7によって制御されるラインセンサーが配置されているとする。光源10から放射された光は、回転平面ミラー5によって折り返されて検出部8に入射する。この測定時において、回転平面ミラー5を回転させることで、検出部8の撮像範囲を拡大する。

【0072】

図7は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1の検出部8としてラインセンサーを用いた構成を示す模式図である。図7を参照して、検出部8としてラインセンサーを用いた場合の回転平面ミラー5と被写体である光源10との関係について説明する。縦方向の見込み角は、レンズ7から被写体までの距離と被写体の縦方向の観測点とから決まる。また、横方向の見込み角は、回転平面ミラー5の回転角度から決まる。ラインセンサーで、被写体の画像を連続して捉える場合には、回転平面ミラー5を比較的小さな角度で動かしつつ撮像する必要がある。但し、ラインセンサーの横方向の幅で捉えられる撮像幅以下の角度で回転平面ミラー5を回転させると、被写体を重複して撮像することになる。このような重複した撮像が生じないように、回転平面ミラー5の回転角度を設定する。

10

【0073】

このように、ラインセンサーと回転平面ミラー5とを用いることで、エリアセンサーと同様に、被写体の2次元画像を取得することができる。

20

【0074】

次に、ラインセンサーと回転平面ミラー5とを用いた場合の見込み角および空間座標の算出方法について説明する。

【0075】

図8は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1の検出部8としてラインセンサーを用いた構成における見込み角の算出方法を説明するための図である。図8(a)は、Y-Z平面での断面図を示し、図8(b)は、X-Z平面での断面図を示す。なお、説明の便宜上、検出部8の入射側に配置されるレンズ7を明示していない。その他の図においても同様である。

【0076】

30

2次元画像から配光特性を算出する場合には、撮像位置における見込み角を算出する必要がある。被写体の撮像対象の面(以下「撮像面」とも称す。)について、図7に示すように、左右軸および上下軸をそれぞれX軸およびY軸と定義し、それぞれの軸に対する見込み角を α および β とする。

【0077】

見込み角 α は、回転平面ミラー5の回転角度に比例し、見込み角 β は、ラインセンサーの検出部の長さに応じた一定値をとる。具体的には、見込み角 α は、回転平面ミラー5の回転角度 θ の2倍($\alpha = 2\theta$)となる。

【0078】

観測点の空間座標について、Y軸方向の座標値をHとし、X軸方向の座標値をWとする。検出部8の画角は一定であるので、座標値Hは、撮像された画像からこの画角の情報に基づいて算出できる。

40

【0079】

一方、座標値Wは、回転平面ミラー5と撮像面までの距離をRとすれば、 $W = R \cdot \tan(2\theta)$ となる。

【0080】

このように、コンピュータ100(演算部)は、回転平面ミラー5の回転角度に関連付けて、検出部8の光源10に対する見込み角を算出する。

【0081】

(f3:エリアセンサーを用いた表面輝度の測定)

50

次に、エリアセンサーを用いて、光源10の表面輝度を測定する方法について説明する。図1に示す検出部8として、エリアセンサーが配置されているとする。光源10から放射された光は、回転平面ミラー5によって折り返されて検出部8に入射する。この測定時において、回転平面ミラー5を回転させることで、検出部8の撮像範囲を拡大する。

【0082】

図9は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1の検出部8としてエリアセンサーを用いた構成を示す模式図である。図9に示すように、検出部8と被写体の撮像面との間に回転平面ミラー5が配置されており、これにより光路が制御される。回転平面ミラー5の角度を変えることで、検出部8に入射する撮像面の位置を変更できる。このように、エリアセンサーとレンズ7とを用いて配光特定を算出する場合、撮像面の各観測点に対する見込み角を算出する必要がある。この見込み角の算出には、回転平面ミラー5の配置位置および回転平面ミラー5の角度が考慮される。

10

【0083】

以下、エリアセンサーと回転平面ミラー5とを用いた場合の見込み角および空間座標の算出方法について説明する。図10は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1の検出部8としてエリアセンサーを用いた構成における見込み角の算出方法を説明するための模式図である。図10(a)は、Y-Z平面での断面図を示し、図10(b)は、X-Z平面での断面図を示す。

【0084】

図10を参照して、回転平面ミラー5の回転角度が初期値（典型的には、回転平面ミラー5を回転させない状態）に対応する撮像面をAとし、その撮像面Aに対応する虚像面をA'とする。撮像面Aおよび虚像面A'における観測点をそれぞれ観測点aおよび観測点a'とする。観測点aは、軸中心からX軸方向にW、Y軸方向にHだけ離れた位置に設定されている。検出部8から撮像面までの距離はLであり、回転平面ミラー5は撮像面からRの距離に配置されているとする。

20

【0085】

この初期状態から、回転平面ミラー5を角度 θ だけ回転させると、撮像面は 2θ だけ移動する。この回転後の状態における、撮像面を撮像面Bとし、その撮像面Bに対応する虚像面をB'とする。また、回転平面ミラー5の回転に伴って観測点aおよび観測点a'が移動した観測点を、それぞれ観測点bおよび観測点b'とする。

30

【0086】

配光特性測定装置1は、この回転平面ミラー5を角度 θ だけ回転させた場合の観測点bに対する見込み角および空間座標を算出する。

【0087】

まず、回転平面ミラー5の回転に依存することなく、縦方向（Y軸方向）の見込み角 β は、検出部8の配置位置と虚像面上の観測点a'のY座標とから算出できる。観測点b'のY軸方向の座標値も変化なくHである。

【0088】

これに対して、横方向（X軸方向）の見込み角 α および観測点のX軸方向の座標値は、回転平面ミラー5の回転に伴って変化する。より具体的には、観測点bに対する見込み角 α は、回転平面ミラー5を回転させない場合の虚像面A'上の観測点a'に対する見込み角 γ と回転平面ミラーの回転角 θ の2倍との和に相当する。なお、虚像面上の観測点から算出した場合には、撮像面上の観測点から算出した場合に比較して、角度の符号が反転する。このように、コンピュータ100（演算部）は、回転平面ミラー5の回転角度に関連付けて、検出部8の光源10に対する見込み角を算出する。

40

【0089】

図11および図12は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1の検出部8としてエリアセンサーを用いた場合のX座標値の算出手順を説明するための図である。X軸方向の座標値は、以下のような手順で算出される。

【0090】

50

上述したように、回転平面ミラー5の回転に伴って、観測点aが観測点bへ移動すると、そのX座標値も変化する。図11に示すように、観測点bの虚像である観測点b'のX座標値は $(x_1 + x_2)$ となる。 x_2 は、見込み角 α' (=見込み角 α)と回転平面ミラー5の対応する屈折点までの距離とから算出できる。屈折点は、回転平面ミラー5の回転に伴って移動する。

【0091】

図12に示すように、回転平面ミラー5上の屈折点の空間座標(X座標値およびZ座標値)は、一次関数 $X_{\gamma}(z)$ と一次関数 $X_{\eta+\theta}(z)$ との交点から算出できる。そして、屈折点の空間座標から観測点b'の空間座標が算出される。なお、ここでは虚像上の観測点を算出しているため、X座標値については、その符号が反転する。

10

【0092】

<G. 配光特性測定装置における全体測定手順>

次に、本実施の形態に従う配光特性測定装置1を用いて光源10の配光特性を測定する場合の処理手順について説明する。

【0093】

(g1: 各測定位置への移動後に回転平面ミラーを回転させる処理)

まず、典型的な処理手順として、支持部3およびアーム4を駆動して、検出部8および回転平面ミラー5を各測定位置へ位置決めした状態で、回転平面ミラー5を回転させて測定を行なう場合の処理例について説明する。この処理例は、検出部8として、ラインセンサーおよびエリアセンサーのいずれを用いた場合にも適用可能である。

20

【0094】

図13は、本実施の形態に従う配光特性測定装置1を用いた配光特性測定の全体処理手順を示すフローチャートである。図13に示す各ステップは、典型的には、コンピュータ100のCPU101およびトリガー装置110によって実現される。

【0095】

図13を参照して、測定開始が指示されると、コンピュータ100のCPU101は、駆動用コマンドをX軸モーター11およびY軸モーター12へ出力し、X軸およびY軸に関して移動を開始する(ステップS1)。ステップS1において、X軸およびY軸は、予め定められた角度範囲(典型的には、X軸およびY軸のそれぞれについて $\pm 180^\circ$)を予め定められた角度ステップ(1移動あたりの角度)で回転駆動される。

30

【0096】

続いて、トリガー装置110は、X軸およびY軸が予め定められた測定位置に到達したか否かを判断する(ステップS2)。より具体的には、トリガー装置110は、X軸モーター11およびY軸モーター12からのモーター駆動パルスをそれぞれカウントし、各カウント値が予め定められた角度ステップに対応する値だけインクリメントされたか否かを判断する。X軸およびY軸が予め定められた測定位置に到達していない場合(ステップS2においてNOの場合)には、ステップS2以下の処理が繰り返される。

【0097】

ステップS1においては、必要な測定位置にそれぞれ位置決めできるようにゴニオメータを駆動できれば、どのような順序で移動させてもよい。典型的には、Y軸をある角度に位置決めした状態で、X軸については、所定の角度ステップずつ所定の角度範囲(測定範囲)に亘って移動させ、一連の測定が完了すると、Y軸を所定の角度ステップだけ移動させるとともに、X軸については、初期状態から一連の測定動作を繰り返すといった方法が考えられる。

40

【0098】

このように、ステップS1およびS2において、配光特性測定装置1は、光源10に関して、光源10からの光を検出する検出部8、および、光源10からの光を反射して検出部8へ導くための回転平面ミラー5を、光源10に対して相対移動させることで、複数の測定位置に配置する処理を実行する。

【0099】

50

X軸およびY軸が予め定められた測定位置に到達した場合（ステップS2においてYESの場合）には、コンピュータ100のCPU101は、駆動用コマンドを回転ミラー用モーター13へ出力し、回転平面ミラー5の回転移動を開始する（ステップS3）。続いて、トリガー装置110は、回転平面ミラー5が予め定められた測定角度まで回転したか否かを判断する（ステップS4）。より具体的には、トリガー装置110は、回転ミラー用モーター13からのモーター駆動パルスのカウントし、カウント値が予め定められた角度ステップに対応する値だけインクリメントされたか否かを判断する。回転平面ミラー5が予め定められた測定角度まで回転していない場合（ステップS4においてNOの場合）には、ステップS3以下の処理が繰り返される。

【0100】

10

すなわち、ステップS3およびS4において、配光特性測定装置1は、各測定位置において、光源10から検出部8までの光路長を維持しつつ回転平面ミラー5を異なる角度に回転させる処理を実行する。

【0101】

回転平面ミラー5が予め定められた測定角度まで回転した場合（ステップS4においてYESの場合）には、トリガー装置110は、トリガーパルスを検出部8へ出力する（ステップS5）。検出部8は、トリガーパルスに応答して撮像を行ない（ステップS6）、撮像によって得られた画像データをコンピュータ100へ出力する（ステップS7）。すなわち、検出部8は、トリガーパルスを受信することで撮像（測定）を開始する。

【0102】

20

コンピュータ100のCPU101は、検出部8から受信した画像データを格納するとともに、トリガーパルスが出力されたタイミングに対応する観測点についての輝度を算出して、配光データとして格納する（ステップS8）。このデータ格納処理の詳細については、後述する。

【0103】

続いて、トリガー装置110は、回転平面ミラー5が予め定められた角度範囲の回転を完了したか否かを判断する（ステップS9）。回転平面ミラー5が予め定められた角度範囲の回転を完了していない場合（ステップS9においてNOの場合）には、ステップS3以下の処理が繰り返される。すなわち、ステップS3～S8に示す一連の処理が終了すると、回転平面ミラー5を次の回転角度まで回転させて、同様の処理を繰り返す。

30

【0104】

これに対して、回転平面ミラー5が予め定められた角度範囲の回転を完了した場合（ステップS9においてYESの場合）には、トリガー装置110は、X軸およびY軸がいずれも予め定められた角度範囲の移動を完了したか否かを判断する（ステップS10）。X軸およびY軸のいずれかが予め定められた角度範囲の移動を完了していない場合（ステップS10においてNOの場合）には、ステップS2以下の処理が繰り返される。典型的には、X軸についての予め定められた角度範囲に亘る測定処理が完了すると、コンピュータ100のCPU101は、Y軸を次の位置へ移動させ、X軸については初期位置から一連の作業を繰り返す。

【0105】

40

これに対して、X軸およびY軸がいずれも予め定められた角度範囲の移動を完了した場合（ステップS10においてYESの場合）には、コンピュータ100のCPU101は、ステップS8において格納されたデータに基づいて、照度を算出する（ステップS11）。このように、X軸およびY軸の両方についての移動測定が完了すると、光源10の照度が算出される。すなわち、配光特性測定装置1は、検出部8によって検出される複数の測定結果に基づいて、光源10の配光特性を算出する。そして、処理は終了する。

【0106】

（g2：回転平面ミラーの回転角度を設定後に、各測定位置への移動を行なう処理）

次に、回転平面ミラー5の回転角度を先に設定しておき、その状態でX軸およびY軸のトレースを行なう処理例について説明する。このような処理を行なうことで、検出部8お

50

よび回転平面ミラー 5 を各測定位置で停止させる必要がなく、連続的に測定することもできる。この処理例は、検出部 8 として、エリアセンサーを用いた場合に好適である。

【0107】

図 1 4 は、本実施の形態に従う配光特性測定装置 1 を用いた配光特性測定の別の全体処理手順を示すフローチャートである。図 1 4 に示すステップのうち、図 1 3 に示すステップと同一の処理内容であるものについては同一のステップ番号を付与し、処理内容が類似しているものについてはステップ番号の後ろに「#」を付与している。図 1 4 に示す各ステップは、典型的には、コンピュータ 100 の CPU 101 およびトリガー装置 110 によって実現される。

【0108】

図 1 4 を参照して、測定開始が指示されると、コンピュータ 100 の CPU 101 は、駆動用コマンドを回転ミラー用モーター 13 へ出力し、回転平面ミラー 5 を予め定められた回転角度まで回転させる（ステップ S 3 #）。続いて、コンピュータ 100 の CPU 101 は、駆動用コマンドを X 軸モーター 11 および Y 軸モーター 12 へ出力し、X 軸および Y 軸に関して移動を開始する（ステップ S 1 #）。

【0109】

続いて、トリガー装置 110 は、X 軸および Y 軸が予め定められた測定位置に到達したか否かを判断する（ステップ S 2 #）。X 軸および Y 軸が予め定められた測定位置に到達していない場合（ステップ S 2 # において NO の場合）には、ステップ S 1 # 以下の処理が繰り返される。

【0110】

X 軸および Y 軸が予め定められた測定位置に到達した場合（ステップ S 2 # において YES の場合）には、トリガー装置 110 は、トリガーパルスを検出部 8 へ出力する（ステップ S 5）。検出部 8 は、トリガーパルスに応答して撮像を行ない（ステップ S 6）、撮像によって得られた画像データをコンピュータ 100 へ出力する（ステップ S 7）。コンピュータ 100 の CPU 101 は、検出部 8 から受信した画像データを格納するとともに、トリガーパルスが出力されたタイミングに対応する観測点についての輝度を算出して、配光データとして格納する（ステップ S 8）。

【0111】

続いて、トリガー装置 110 は、X 軸および Y 軸がいずれも予め定められた角度範囲の移動を完了したか否かを判断する（ステップ S 10）。X 軸および Y 軸のいずれかが予め定められた角度範囲の移動を完了していない場合（ステップ S 10 において NO の場合）には、ステップ S 1 # 以下の処理が繰り返される。

【0112】

これに対して、X 軸および Y 軸がいずれも予め定められた角度範囲の移動を完了した場合（ステップ S 10 において YES の場合）には、トリガー装置 110 は、回転平面ミラー 5 が予め定められた角度範囲の回転を完了したか否かを判断する（ステップ S 9）。回転平面ミラー 5 が予め定められた角度範囲の回転を完了していない場合（ステップ S 9 において NO の場合）には、ステップ S 3 # 以下の処理が繰り返される。すなわち、回転平面ミラー 5 が次の回転角度まで回転されて、一連の測定処理が繰り返される。

【0113】

回転平面ミラー 5 が予め定められた角度範囲の回転を完了した場合（ステップ S 9 において YES の場合）には、コンピュータ 100 の CPU 101 は、ステップ S 8 において格納されたデータに基づいて、照度を算出する（ステップ S 11）。そして、処理は終了する。

【0114】

なお、後述するように、複数の検出部 8 が配置される場合には、ステップ S 6、S 7、S 8 の処理は、配置されている検出部 8 の数だけ並列的に実行される。

【0115】

< H. データ格納処理 >

10

20

30

40

50

次に、図 1 3 および図 1 4 のステップ S 8 に示すデータ格納処理の詳細について説明する。図 1 5 は、図 1 3 および図 1 4 のステップ S 8 に示すデータ格納処理の処理手順を示すフローチャートである。

【0116】

配光特性測定装置 1 において、検出部 8 および回転平面ミラー 5 は、光源 1 0 に対して相対移動しつつ測定するので、検出部 8 が撮像する被写体上の位置を逐次特定（追従）する必要がある。そこで、配光特性測定装置 1 は、光源 1 0 に対する観測点を測定開始前に決定しておき、これを基準として、検出部 8 および回転平面ミラー 5 の移動に伴って取得される画像データに対する位置決め処理を行なう。処理の便宜上、各軸の中心を空間座標値（0，0，0）として、それぞれの観測点の空間座標を決定する。

10

【0117】

図 1 5 を参照して、まず、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、検出部 8 の撮像範囲内のいずれか 1 つの観測点を選択する（ステップ S 8 0 1）。続いて、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、初期空間座標値の取得処理を実行する（ステップ S 8 0 2）。この初期空間座標値の取得処理では、検出部 8 の撮像範囲内にある複数の観測点のうち 1 つが観測点として選択され、検出部 8 が初期状態（X 軸角度 = 0 °、Y 軸角度 = 0 °）にあるときの当該観測点を示す空間座標値（初期空間座標値）が取得される。

【0118】

続いて、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、X 軸角度および Y 軸角度を取得する（ステップ S 8 0 3）とともに、測定空間座標値の算出処理を実行する（ステップ S 8 0 4）。この測定空間座標値の算出処理では、X 軸および／または Y 軸の回転に伴って移動する観測点の座標値が算出される。より具体的には、ステップ S 8 0 2 において算出された観測点についての初期空間座標値と X 軸角度および Y 軸角度とから、観測点の移動後の空間座標値が算出される。

20

【0119】

続いて、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、測定角度の算出処理を実行する（ステップ S 8 0 5）。この測定角度の算出処理では、観測点の移動後の空間座標値に対する検出部 8 の見込み角度を算出し、X 軸および Y 軸におけるそれぞれの移動角度に当該見込み角度を加算することで、測定角度が算出される。

【0120】

30

続いて、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、測定撮像座標値の算出処理を実行する（ステップ S 8 0 6）。この測定撮像座標値の算出処理では、検出部 8 の撮像範囲内における観測点の座標値（検出部 8 の撮像座標値）が算出される。すなわち、検出部 8 の撮像座標値と観測点との位置関係は、測定座標値と検出部 8 の撮像座標値との関係に相当し、観測点の空間座標値を与えることで、検出部 8 の撮像座標値が算出される。すなわち、検出部 8 の撮像位置から観測点が特定される。

【0121】

続いて、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、測定値の取得処理を実行する（ステップ S 8 0 7）。この測定値の取得処理では、特定された観測点の値（明るさ）を、撮像された画像データから読み取る。

40

【0122】

続いて、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、測定値の格納処理を実行する（ステップ S 8 0 8）。この測定値の格納処理では、ステップ S 8 0 7 において取得された観測点の値が、観測点の測定角度（ステップ S 8 0 5 において算出）および初期空間座標値（ステップ S 8 0 2 において算出）と関連付けて格納される。

【0123】

そして、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、検出部 8 の撮像範囲内にあるすべての観測点に対する処理が完了したか否かを判断する（ステップ S 8 0 9）。検出部 8 の撮像範囲内にあるすべての観測点に対する処理が完了していない場合（ステップ S 8 0 9 において NO の場合）には、コンピュータ 1 0 0 の CPU 1 0 1 は、別の観測点を選択し（ス

50

テップ S 8 1 0)、ステップ S 8 0 2 以下の処理を実行する。

【0 1 2 4】

一方、検出部 8 の撮像範囲内にあるすべての観測点に対する処理が完了した場合（ステップ S 8 0 9 において Y E S の場合）には、処理はリターンする。

【0 1 2 5】

以下、主要なステップの処理内容について、より詳細に説明する。

（h 1：検出部 8 の撮像範囲内の観測点の選択処理および測定値の取得処理）

まず、図 1 5 のステップ S 8 0 1 および S 8 1 0 に示す撮像範囲内の観測点の選択処理、ならびにステップ S 8 0 7 に示す測定値の取得処理について説明する。図 1 6 は、図 1 5 に示す撮像範囲内の観測点の選択処理および測定値の取得処理を説明するための図である。

10

【0 1 2 6】

図 1 6 を参照して、観測点 V は、検出部 8 で撮像される画像データ上の座標として特定される。ステップ S 8 0 7 において観測点 V の測定値は、当該観測点 V を含む 1 または複数のピクセルの輝度から取得される。好ましくは、観測点 V を基準として設定される予め定められたエリア（観測点計測エリア）に含まれるピクセルの明るさの積算平均値が用いられる。

【0 1 2 7】

ここで、観測点計測エリアの大きさは適宜設定される。観測点計測エリアを大きくすると、S/N（Signal to Noise）比は向上するが、測定立体角が広がるため、測定角度の分解能が低下し得る。そのため、要求される分解能などに応じて、観測点計測エリアの大きさは適宜設計される。

20

【0 1 2 8】

（h 2：測定空間座標値の算出処理）

次に、図 1 5 のステップ S 8 0 4 に示す測定空間座標値の算出処理について説明する。図 1 7 は、図 1 5 に示す測定空間座標値の算出処理を説明するための図である。図 1 7 には、一例として、まず、初期位置 A が X 軸に関して移動角度（X 軸移動角度） ϕ_x だけ回転して位置 B へ移動し、さらに、Y 軸に関して移動角度（Y 軸移動角度） ϕ_y だけ回転して位置 C へ移動した場合を考える。

【0 1 2 9】

図 1 7（a）に示すように、X 軸移動後の位置 B の座標値（ x_b , y_b , z_b ）は、初期位置 A の座標値（ x_a , y_a , z_a ）および移動角度 ϕ_x を用いて、以下のように算出される。

30

【0 1 3 0】

$$x_b = x_a \times \cos \phi_x - z_a \times \sin \phi_x$$

$$y_b = y_a$$

$$z_b = x_a \times \sin \phi_x + z_a \times \cos \phi_x$$

図 1 7（b）に示すように、さらに Y 軸移動後の位置 C の座標値（ x_c , y_c , z_c ）は、次のように算出される。まず、X 軸移動後の位置 B と中心座標との距離 R は、以下のようにになる。

40

【0 1 3 1】

$$R = y_b / \cos \theta$$

また、位置 B と中心座標の Y 軸とのなす角度 θ は、以下のようにになる。

【0 1 3 2】

$$\theta = \arctan(z_b / y_b)$$

これらの値を利用して、Y 軸移動後の位置 C の座標値（ x_c , y_c , z_c ）は、以下のようにになる。

【0 1 3 3】

$$x_c = x_b = x_a \times \cos \phi_x - z_a \times \sin \phi_x$$

$$y_c = R \times \cos(\phi_y + \theta)$$

50

$$z_c = R \times \sin(\phi_y + \theta)$$

X軸方向および／またはY軸方向のいずれの回転であっても、上述と同様の方法で順次算出できる。

【0134】

さらに、上述の＜F．光源の表面輝度の測定方法＞の欄において説明したように、回転平面ミラー5の回転に伴う空間座標値を考慮する必要がある。より具体的には、図8および図10～図12を参照して説明したように、回転平面ミラー5の回転に伴う空間座標の変化分が、上述の座標値に加算される。

【0135】

(h3：測定角度の算出処理)

10

次に、図15のステップS805に示す測定角度の算出処理について説明する。図18および図19は、図15に示す測定角度の算出処理を説明するための図である。より具体的には、図18は見込み角度の算出方法を示し、図19は移動角度から測定角度を算出する方法を示す。

【0136】

図18(a)に示すように、座標値($p_x c$, $p_y c$, $p_z c$)に検出部8が配置されているとし、検出部8の撮像範囲内のいずれか1つの観測点Vの座標値を(x_v , y_v , z_v)とする。この観測点Vは、光源10上の発光点に対応する。図18(b)に示すように、各軸の中心を空間座標値(0, 0, 0)とすると、観測点Vの見込み角度 θ_x , θ_y は、それぞれ以下になる。

20

【0137】

$$\theta_x = \arctan \{ (x_v - p_x c) / (z_v - p_z c) \}$$

$$\theta_y = \arctan \{ (y_v - p_y c) / (z_v - p_z c) \}$$

次に、図19に示すような手順に従って、観測点Vの移動角度から測定角度が算出される。例えば、観測点VがX軸に関して移動角度(X軸移動角度) ϕ_x だけ回転したとする。このX軸に関する回転によって、初期状態の観測点Vが観測点V'(x_v' , y_v , z_v')に移動したとする。移動後の観測点V'の空間座標は、回転移動量と測定座標との関係から算出される。観測点V'の見込み角度 θ_x' は、以下の式で算出される。

【0138】

$$\theta_x' = \arctan \{ (x_v' - p_x c) / (z_v' - p_z c) \}$$

30

さらに、上述の＜F．光源の表面輝度の測定方法＞の欄において説明したように、回転平面ミラー5の回転に伴う見込み角度 α および β を考慮する必要がある。

【0139】

最終的に、観測点V'についての測定角度は、移動角度 ϕ_x －見込み角度 θ_x' －見込み角度 α として算出できる。同様に、観測点VがY軸に関して移動角度(Y軸移動角度) ϕ_y だけ回転した場合も同様の手順で測定角度を算出できる。

【0140】

(h4：測定撮像座標値の算出処理)

次に、図15のステップS806に示す測定撮像座標値の算出処理について説明する。図20は、図15に示す測定撮像座標値の算出処理を説明するための図である。

40

【0141】

図20を参照して、撮像座標空間をその中心が軸中心に一致するように設定される。X座標面およびY座標面は、各回転軸と垂直な面とする。

【0142】

観測点Vに対する検出部8の撮像角度 θ_{px} および θ_{py} は、以下の式で算出される。

$$\theta_{px} = \arctan \{ (p_z c - z_v) / x_v \}$$

$$\theta_{py} = \arctan \{ (p_z c - z_v) / y_v \}$$

検出部8の撮像面(撮像空間座標)は、Z座標が0であるX-Y平面と仮定する。このとき、撮像面上の撮像座標値C(x_c , y_c , z_c)は、撮像角度 θ_{px} および θ_{py} から以下の式で算出される。

50

【0143】

$$\begin{aligned}x c &= p z c \times \tan \theta p x \\y c &= p z c \times \tan \theta p y \\z c &= 0\end{aligned}$$

検出部 8 上の座標に対応する座標は、以下の式で算出される。

【0144】

$$\begin{aligned}p x &= x c \times (c c d_x_num / width) \\p y &= y c \times (c c d_y_num / height)\end{aligned}$$

但し、 $c c d_x_num$ および $c c d_y_num$ は、それぞれ検出部 8 の横側画素数および縦側画素数を示し、 $width$ および $height$ は、それぞれ撮像範囲の横幅および縦幅を示す。

10

【0145】

(h5：測定値の取得処理および格納処理)

次に、図 15 のステップ S 807 に示す測定値の取得処理およびステップ S 808 に示す測定値の格納処理について説明する。図 21 および図 22 は、図 15 に示す測定値の取得処理および格納処理を説明するための図である。

【0146】

図 21 (a) に示すように、各観測点について、測定角度毎の輝度が取得される。この輝度の取得処理については、図 16 を参照して説明した。測定角度毎の輝度の集合が輝度配光データとなる。図 21 (b) に示すように、各観測点について、各測定角度における輝度が取得される。すなわち、観測点の数に相当する複数の測定角度の各々について輝度が取得される。このように、本実施の形態においては、検出部 8 の撮像範囲に含まれる複数の観測点の別に、配光特性が算出される。

20

【0147】

例えば、図 22 に示すような配列構造を利用して、測定角度に関連付けられたそれぞれの輝度が格納される。この配列構造に格納されるそれぞれの輝度が輝度配光データの要素となる。すなわち、各観測点について、測定角度 (X 軸成分および Y 軸成分) における輝度が 2 次元配列で格納される。光源が配光特性を有する場合には、図 22 に示すように、輝度の大きさが測定角度毎に異なる。

【0148】

図 22 に示すような配列構造に代えて、任意のデータ格納方法を採用してもよい。

30

< I. 照度算出処理 >

次に、図 13 および図 14 のステップ S 11 に示す照度算出処理の詳細について説明する。この照度算出処理においては、算出対象の位置に入射する光源からの光線 (輝度) をその配光特性を考慮して合算することで、当該位置における照度を算出する。そのため、照度を算出する位置に入射する観測点を特定するとともに、各観測点の見込み角度を反映して、その輝度を合算する処理を実行する。

【0149】

図 23 は、図 13 および図 14 のステップ S 11 に示す照度算出処理の処理手順を示すフローチャートである。図 23 に示す各ステップは、主として、コンピュータ 100 の CPU 101 が実行する。

40

【0150】

図 23 を参照して、コンピュータ 100 の CPU 101 は、照度算出位置の決定処理を実行する (ステップ S 1101)。この照度算出位置の決定処理において、CPU 101 は、照度を算出すべき領域 (典型的には、壁面) を任意に設定し、その設定した領域に含まれる 1 つの点を照度算出位置として決定し、その空間座標を取得する。

【0151】

続いて、コンピュータ 100 の CPU 101 は、先に輝度配光データを取得した複数の観測点のうちいずれか 1 つの観測点を選択する (ステップ S 1102)。続いて、コンピュータ 100 の CPU 101 は、選択した観測点について、照度算出位置に対する観測点

50

の見込み角度を算出する（ステップS 1 1 0 3）。この見込み角度の算出処理の詳細については、後述する。

【0 1 5 2】

続いて、コンピュータ100のCPU101は、選択した観測点に関連付けられた輝度配光データから、ステップS 1 1 0 3において算出した見込み角度の輝度を検索する（ステップS 1 1 0 4）。すなわち、算出された見込み角度に対応する輝度が検索される。

【0 1 5 3】

続いて、コンピュータ100のCPU101は、算出された見込み角度の近傍にある輝度配光データが格納されている格納アドレスを取得するとともに、検索した配光データの範囲に含まれる輝度を近似化することで、選択された観測点の輝度を算出する（ステップS 1 1 0 5）。そして、コンピュータ100のCPU101は、光度補正係数を用いて、算出した輝度を光度に変換し、選択されている照度算出位置に関連付けられた照度格納データに当該算出した光度を加算する（ステップS 1 1 0 6）。

【0 1 5 4】

そして、コンピュータ100のCPU101は、先に輝度配光データを取得した複数の観測点のすべてについて選択が完了したか否かを判断する（ステップS 1 1 0 7）。複数の観測点のうち選択が完了していないものがある場合（ステップS 1 1 0 7においてNOの場合）には、CPU101は、別の観測点を選択し（ステップS 1 1 0 8）、ステップS 1 1 0 3以下の処理を実行する。

【0 1 5 5】

これに対して、複数の観測点のすべてについて選択が完了した場合（ステップS 1 1 0 7においてYESの場合）には、CPU101は、選択されている照度算出位置に関連付けられた照度格納データの値を、当該照度算出位置における照度として出力する（ステップS 1 1 0 9）。

【0 1 5 6】

すなわち、1つの照度算出位置について、すべての観測点について輝度（あるいは、変換によって得られる光度）の加算処理が実行される。そして、すべての観測点についての照度格納データへの加算処理が完了すると、その加算結果が対応する照度算出位置における照度となる。

【0 1 5 7】

この一連の処理が他の照度算出位置についてもそれぞれ実行される。すなわち、照度を算出すべき領域から照度算出位置が順次特定され、上述した処理が繰り返し実行される。より具体的には、コンピュータ100のCPU101は、照度を算出すべきとして設定された領域に含まれる複数の照度算出位置のすべてについて選択が完了したか否かを判断する（ステップS 1 1 1 0）。複数の照度算出位置のうち選択が完了していないものがある場合（ステップS 1 1 1 0においてNOの場合）には、CPU101は、別の照度算出位置を選択し（ステップS 1 1 1 1）、ステップS 1 1 0 2以下の処理を実行する。

【0 1 5 8】

これに対して、複数の照度算出位置のすべてについて選択が完了した場合（ステップS 1 1 1 0においてYESの場合）には、処理はリターンする。

【0 1 5 9】

（i 1：照度算出位置の決定処理）

まず、図23のステップS 1 1 0 1に示す照度算出位置の決定処理について説明する。図24は、図23に示す照度算出位置の決定処理を説明するための図である。

【0 1 6 0】

図24を参照して、一般に、照度算出位置は、X-Y座標系、 α - β 座標系、 ϕ - θ 座標系で与えられる。図24（a）は、X-Y座標系で照度の算出対象となる領域を定義した場合の例を示す。照度算出位置は、これらの領域上に設定される。典型的には、いずれかの座標系において等間隔に設定される位置が照度算出位置となる。図24（a）に示す例では、X軸ステップおよびY軸ステップの間隔で照度算出位置が設定される。すべての

10

20

30

40

50

空間に照度算出位置を設定した例を図 2 4 (b) に示す。

【0161】

計算の便宜上、軸の中心を空間座標系の原点 (0, 0, 0) として、設定された照度算出位置を示す空間座標値が決定される。

【0162】

(i 2: 照度算出位置に対する観測点の見込み角度の算出処理)

次に、図 2 3 のステップ S 1 1 0 3 に示す照度算出位置に対する観測点の見込み角度の算出処理について説明する。図 2 5 は、図 2 3 に示す照度算出位置に対する観測点の見込み角度の算出処理を説明するための図である。

【0163】

図 2 5 に示すように、いずれか 1 つの観測点 V の座標値を (x v, y v, z v) とし、照度算出位置 G の座標値を (x g, y g, z g) とする。このとき、照度算出位置 G に対する観測点 V の見込み角度 θx , θy は、それぞれ以下になる。

【0164】

$$\theta x = \arctan \{ (x g - x v) / (z g - z v) \}$$

$$\theta y = \arctan \{ (y g - y v) / (z g - z v) \}$$

(i 3: 見込み角度の輝度の検索処理)

次に、図 2 3 のステップ S 1 1 0 4 に示す見込み角度の輝度の検索処理について説明する。図 2 6 は、図 2 3 に示す見込み角度の輝度の検索処理を説明するための図である。

【0165】

上述した図 2 2 に示すような配列構造を利用して、測定角度に関連付けられたそれぞれの輝度が格納される。このような配列構造を利用して、照度算出位置に対する観測点の見込み角度 θx , θy との前後に対応する、配光データにおける格納アドレス (見込み角度 θx , θy) が検索される。

【0166】

図 2 6 に示す例では、2 次元配列上の見込み角度 θx と見込み角度 θy との交点 3 0 0 に隣接する 4 つの格納アドレス (配列位置 3 0 1, 3 0 2, 3 0 3, 3 0 4) が検索される。すなわち、対応する照度算出位置では、これらの検索された 4 つのアドレスに囲まれた範囲の照度値が生じると判断できる。

【0167】

(i 4: 観測点における輝度の算出処理)

次に、図 2 3 のステップ S 1 1 0 5 に示す観測点における輝度の算出処理について説明する。図 2 7 は、図 2 3 に示す観測点における輝度の算出処理を説明するための図である。

【0168】

上述の図 2 6 を用いて説明したように、照度算出位置に対する観測点の見込み角度 θx , θy の近傍にある格納アドレスに格納されたデータに基づいて、輝度が算出される。例えば、図 2 7 (a) を参照して、配光角度 (x e 1, y e 1), (x e 2, y e 1), (x e 2, y e 2), (x e 1, y e 2) に対応する輝度で定義される輝度面について、当該輝度面上の照度算出軸に対応する輝度が算出される。照度算出軸は、照度算出位置に対する観測点の見込み角度 θx , θy に対応して定義されるものであり、X 軸角度 γx および Y 軸角度 γy を用いて定義される。

【0169】

より具体的には、図 2 7 (b) に示すように、一次補間を利用して、隣接の輝度配光データから照度算出位置の輝度が算出される。図 2 7 (b) の例では、輝度 L (x e 1, y e 2) および (x e 2, y e 2) の 2 点を通る直線を近似直線 L 1 (γx , y e 2) とする。同様に、輝度 L (x e 1, y e 1) および (x e 2, y e 1) の 2 点を通る直線を近似直線 L 2 (γx , y e 1) とする。さらに、近似直線 L 1 と近似直線 L 2 とを通る直線から近似直線 L 3 (γx , γy) を決定し、照度算出点からの見込み角 (γx , γy) に対応する輝度に算出する。

10

20

30

40

50

【0170】

(i5:照度格納データへの光度の加算処理)

次に、図23のステップS1106に示す照度格納データへの光度の加算処理について説明する。図28は、図23に示す照度格納データへの光度の加算処理を説明するための図である。ある照度算出位置における照度は、当該照度算出位置に入射する光の強度（光度）の総和として算出できる。

【0171】

まず、CPU101は、光度補正係数 k を用いて、算出された各観測点の輝度 L を光度 I に変換する。ここで、照度 E は、光度 I に比例するとともに、光源からの距離 d の二乗に反比例するので、各観測点からの照度 E は以下の式で算出される。

10

【0172】

$$\text{照度 } E \text{ (lx)} = \text{光度 } I \text{ (cd)} / \text{距離 } d \text{ (mm)}^2$$

距離 d については、照度算出位置 $G(x_g, y_g, z_g)$ と各観測点の座標値とに応じて順次算出される。

【0173】

照度算出位置における照度は、それぞれの観測点からの照度 E の総和となる。このようにして、照度算出位置 G における照度が算出される。

【0174】

<J. 複数の検出部と回転平面ミラーとを用いる構成>

上述の配光特性測定装置1では、単一の検出部8を用いる構成について例示したが、複数の検出部8を用いる構成を採用してもよい。

20

【0175】

図29は、本実施の形態の変形例に従う配光特性測定装置の要部を示す模式図である。図29を参照して、回転平面ミラー5を用いて、複数の検出部8で被写体を撮像する場合、所定規則に従って横方向に配列した複数の検出部8A、8B、8Cの撮像範囲は、撮像面A、B、Cとなり、これに対応して虚像面A'、B'、C'が生じる。すなわち、検出部は、回転平面ミラー5の回転中心に対して、所定の所定規則に従って配置された複数の検出面を含む。このように、複数の検出部8を設定した場合であっても、回転平面ミラー5を用いて光路を長くすることで、撮像範囲を拡大できる。

【0176】

30

図30は、本実施の形態の変形例に従う配光特性測定装置における検出部8A、8B、8Cの配置例を示す図である。図31は、図30に示す配置例において、回転平面ミラー5を回転させた場合の撮像範囲の変化を説明するための図である。

【0177】

図30を参照して、検出部8A、8B、8Cを互いに角度 θ ずつ離して配置した場合を考える。図31に示すように、回転平面ミラー5を回転角度 $\theta/2$ ずつ回転すると、撮像位置は角度 θ ずつ移動する。すなわち、図30に示す初期状態において、検出部8Aの撮像範囲は撮像面Aであり、検出部8Bの撮像範囲は撮像面Bであり、検出部8Cの撮像範囲は撮像面Cである。この状態から、回転平面ミラー5を $\theta/2$ だけ回転させると、図31に示すように、撮像面A、B、Cがいずれも紙面左側に移動することになる。すなわち、コンピュータ100のCPU101は、回転平面ミラー5の回転中心について隣接する2つの検出面がなす角度(θ)の半分の角度($\theta/2$)ずつ、回転平面ミラー5を回転させる。

40

【0178】

このとき、回転後の検出部8Bの撮像面Bは、回転前の検出部8Aの撮像面Aと一致する。同様に、回転後の検出部8Cの撮像面Cは、回転前の検出部8Bの撮像面Bと一致する。同一の観測点の対する見込み角は、検出部8A、8B、8Cの間で互いに同一である。このような回転平面ミラー5の回転および撮像を繰り返すことで、同一の撮像面に対して、複数の検出部8による撮像が行なわれ、これによって、複数の検出部8の各々は、同一の撮像面についての画像データを取得できる。

50

【0179】

すなわち、複数の検出部8の各々は、互いに同一の撮像範囲、互いに同一の光路、共通の観測点に対して互いに同一の見込み角で、撮像を行なうことができる。このように、回転平面ミラー5を用いることで、複数の検出部8（典型的には、カメラ）を用いて、互いに同一の光路上で共通の被写体を撮像できる。このような撮像を行なうことで、共通の観測点に対する見込み角が検出部8の間で同一になるので、任意の観測点（光源表面のある点）に対する複数の画像データを用いた画像処理が可能になる。このような画像処理の典型例として、複数の検出部8と回転平面ミラー5とを用いて色度演算を行なう方法について説明する。

【0180】

10

図32は、本実施の形態の変形例に従う配光特性測定装置を用いて色度演算を行なう場合の構成例について説明するための図である。上述したように、複数の検出部8A、8B、8Cと回転平面ミラー5とを用いることで、ある特定の撮像面に対して、複数の検出部8A、8B、8Cがそれぞれ撮像した複数の画像データを取得できる。

【0181】

ここで、互いに異なる色度フィルターまたは波長フィルターを複数の検出部8に装着することで、撮像面の色度特性や波長特性を算出できる。図32に示すように、例えば、それぞれの検出部8A、8B、8Cに互いに異なる色度フィルターを装着し、同一の被写体を撮像したとする。具体的には、検出部8Aには色度X用のフィルターを装着し、検出部8Bには色度Y用のフィルターを装着し、検出部8Cには色度Z用のフィルターを装着したとする。検出部8A、8B、8Cの各々の撮像によって得られた画像データ上の特定の座標(x, y)における光強度データをそれぞれ以下のように示す。

20

【0182】

検出部8Aが取得した画像データの座標(x, y)における光強度：A(x, y)

検出部8Bが取得した画像データの座標(x, y)における光強度：B(x, y)

検出部8Cが取得した画像データの座標(x, y)における光強度：C(x, y)

ここで、光強度：A(x, y)は色度Xデータに相当し、光強度：B(x, y)は色度Yデータに相当し、光強度：C(x, y)は色度Zデータに相当する。

【0183】

これらのデータを用いて、色度xは以下のように算出できる。

30

$$\text{色度 } x = A(x, y) / (A(x, y) + B(x, y) + C(x, y))$$

見込み角および観測点の算出方法は、1つの検出部8を用いる場合と同様である。このような色度算出処理は、ディスプレイなどの視野角特性を測定する場合に有利になる。

【0184】

<K. その他の実施の形態>

上述の図7および図9には、回転平面ミラー5を紙面縦方向の軸方向に関して回転させる構成を例示するが、この回転方向は紙面横方向であってもよい。さらに、回転平面ミラー5を2つの軸に関してそれぞれ独立に回転させてもよい。回転軸を増やすことで、撮像範囲をより拡大できる。

【0185】

40

<L. 利点>

本実施の形態に従う配光特性測定装置は、光源10から照射される光を回転平面ミラー5が反射して（折り返して）検出部8へ導く構成を採用する。このような構成を採用することで、光源10から検出部8までの距離を短縮できる。これによって、回転軸（中心軸）から回転平面ミラー5までの距離を長くする必要がなく、検出部8および回転平面ミラー5の回転半径を小さくできるので、装置をより小型化および軽量化できる。

【0186】

また、本実施の形態に従う配光特性測定装置は、回転平面ミラー5の回転半径を小さくできるので、回転駆動に係る支持部3およびアーム4の構造を簡素化および軽量化できる。さらに、検出部8を回転軸（中心軸）の付近に配置できるので、回転駆動に係るモーメ

50

ントを低減できるので、支持部 3 およびアーム 4 の構造をより軽量化できる。これに伴って、検出部 8 および回転平面ミラー 5 の回転速度をより高めることができるので、測定に要する時間を短縮できる。このとき、2 枚のミラーを使用することで、光源 10 から検出部 8 へ入力する光の偏光を解消できる。

【0187】

また、本実施の形態に従う配光特性測定装置は、回転平面ミラー 5 を回転させることで、検出部 8 の撮像範囲を拡大できる。検出部 8 としてラインセンサーを用いた場合には、光源 10 の発光面の大きさに応じて、回転平面ミラー 5 をその回転軸に関して回転させつつ撮像を行なう。そのため、光源 10 の発光面の大きさに応じて、レンズ 7 など検出部 8 の画角を調整する必要がない。つまり、光源 10 の発光面の大きさに応じて、回転平面ミラー 5 の回転角度の範囲を調整するだけでよいので、様々な光源 10 の配光特性を容易に測定できる。

10

【0188】

また、本実施の形態に従う配光特性測定装置において、複数の検出部を配置してもよく、この場合には、光源 10 に対する見込み角を同一としつつ、同一の観測点を複数の検出部がそれぞれ撮像することができる。これによって、色度などの算出を短時間で行なうことができる。このとき、複数の検出部の撮像を並行して行なうことができるので、測定に要する時間を短縮できる。

【0189】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

20

【符号の説明】

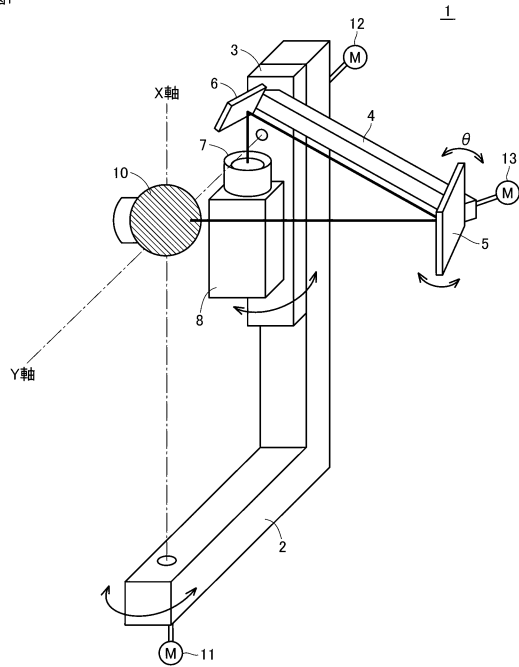
【0190】

1 配光特性測定装置、2 ベース部、3 支持部、4 アーム、5 回転平面ミラー、6 固定平面ミラー、7 レンズ、8, 8A, 8B, 8C 検出部、10 光源、11 X軸モーター、12 Y軸モーター、13 回転ミラー用モーター、100 コンピュータ、101 CPU、102 主メモリ、103 HDD、104 通信インターフェイス (I/F)、105 表示部、106 入力部、107 バス、110 トリガー装置。

30

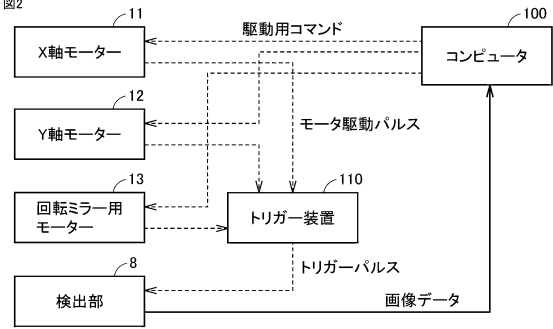
【図 1】

図1



【図 2】

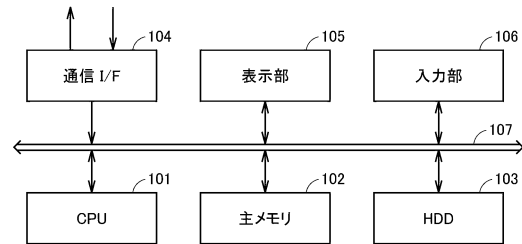
図2



【図 3】

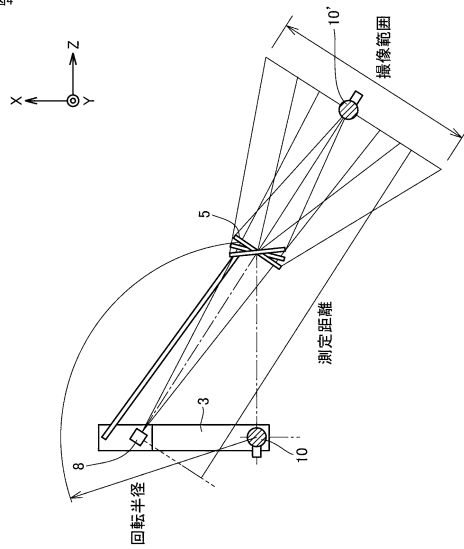
図3

100



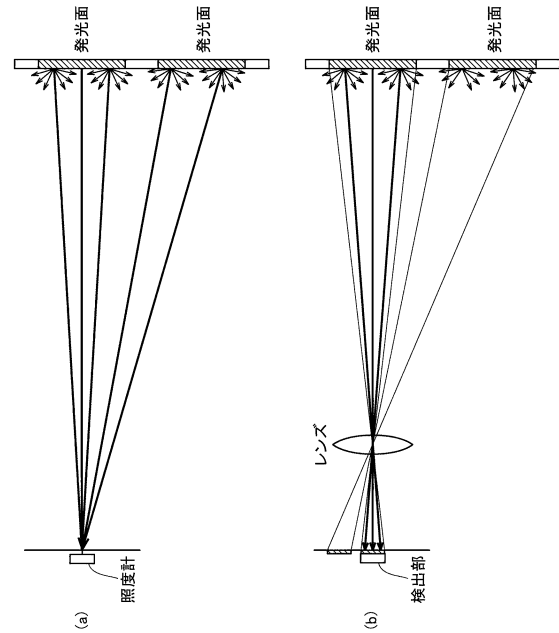
【図 4】

図4



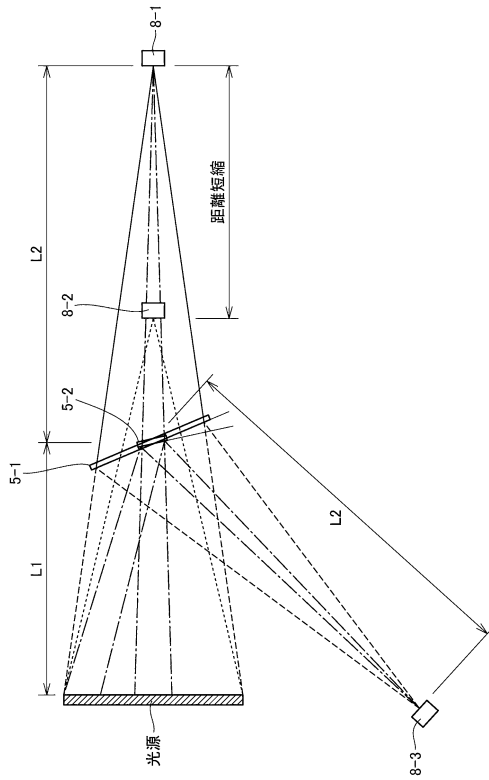
【図 5】

図5



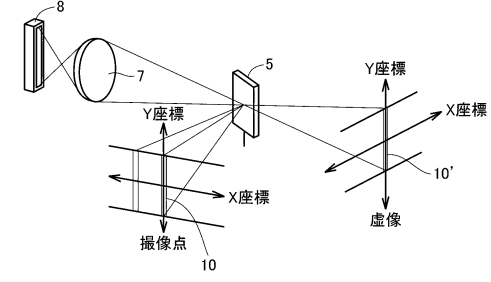
【図 6】

図6



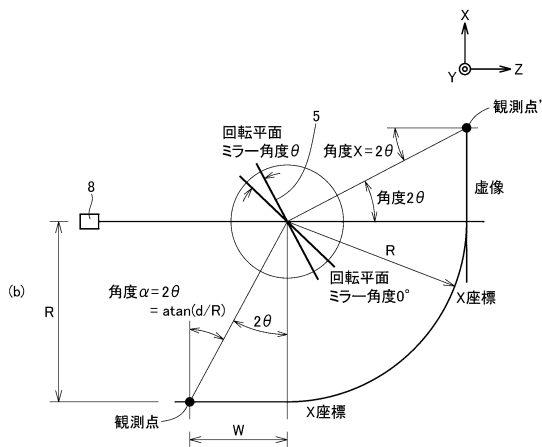
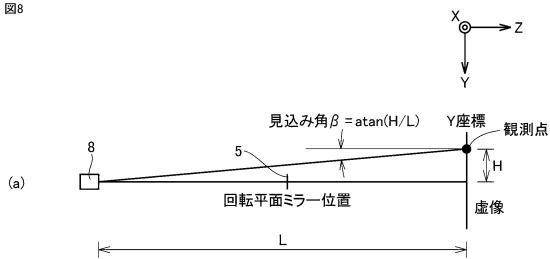
【図 7】

図7



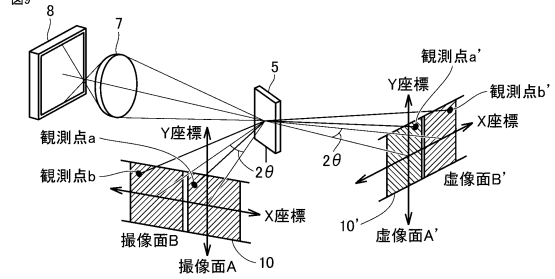
【図 8】

図8



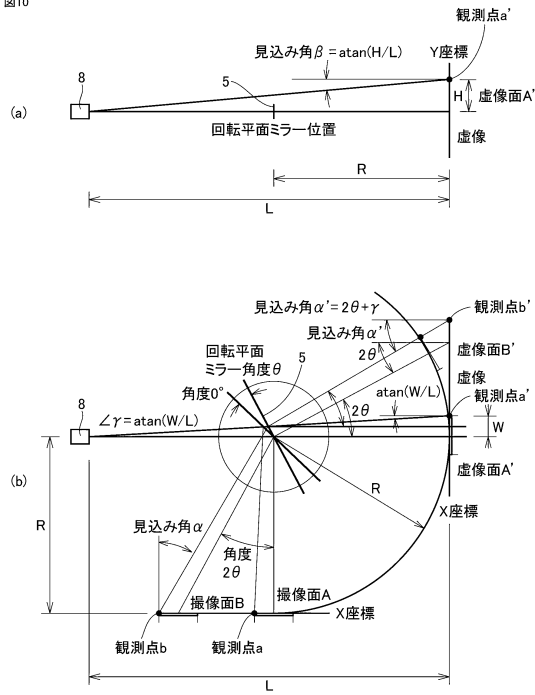
【図 9】

図9



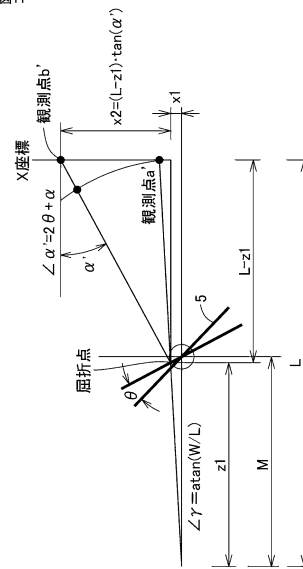
【図 10】

図10



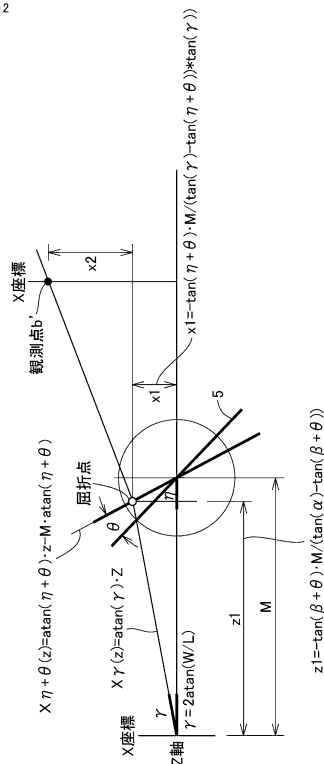
【図 11】

図11



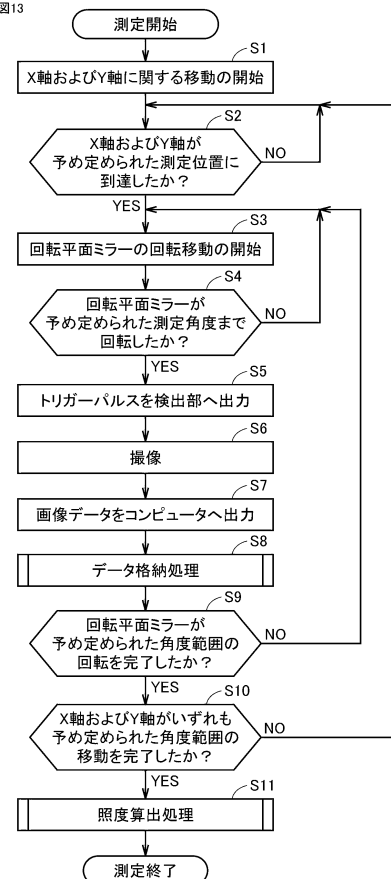
【図 12】

図12

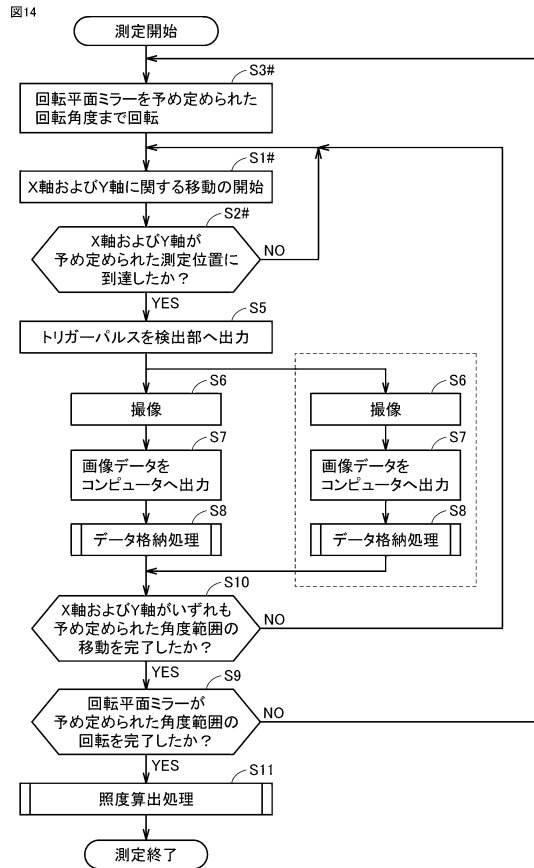


【図 13】

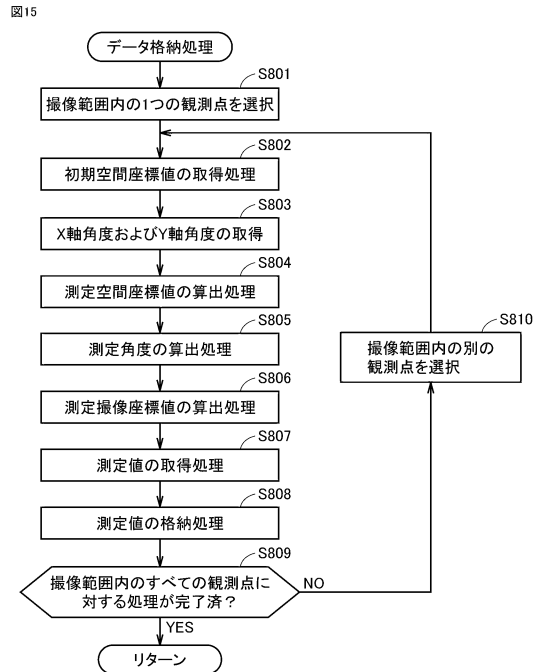
図13



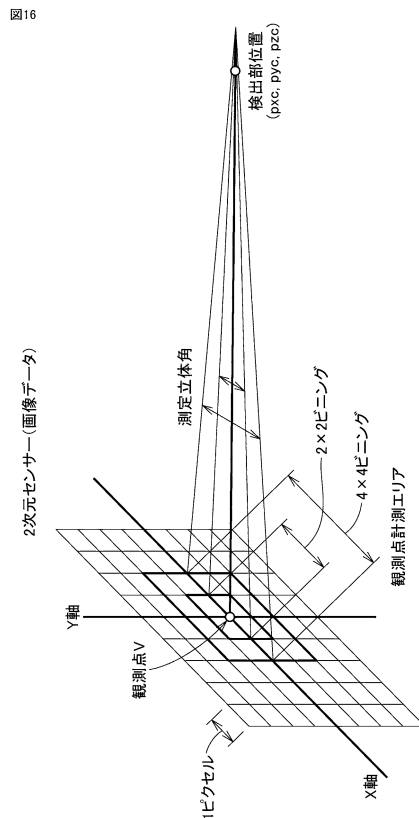
【図 14】



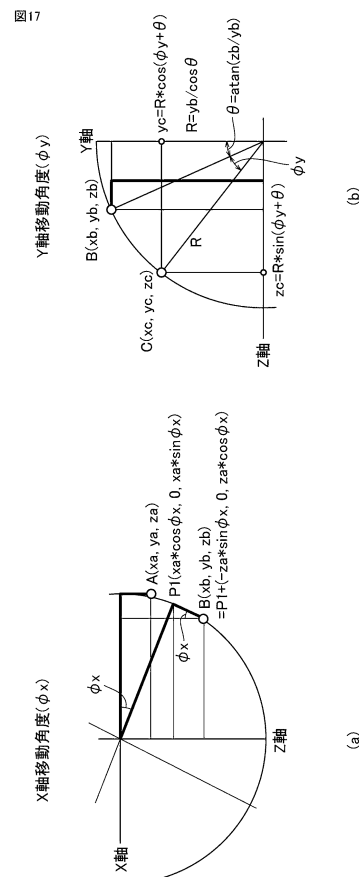
【図 15】



【図 16】

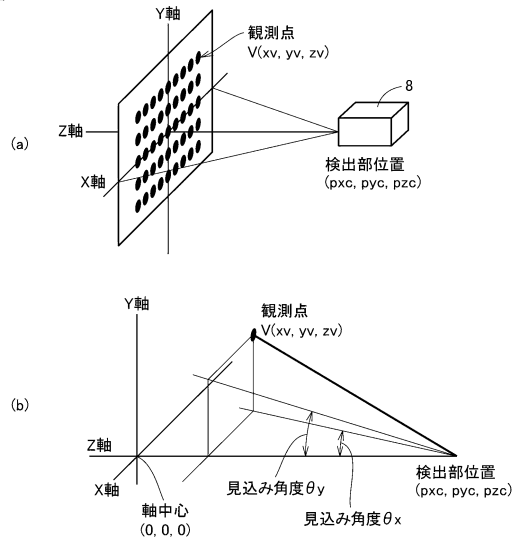


【図 17】



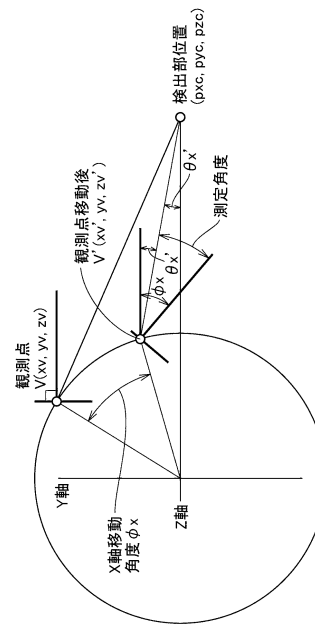
【図 18】

図18



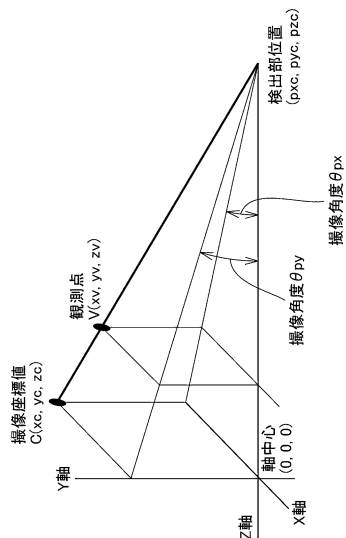
【図 19】

図19



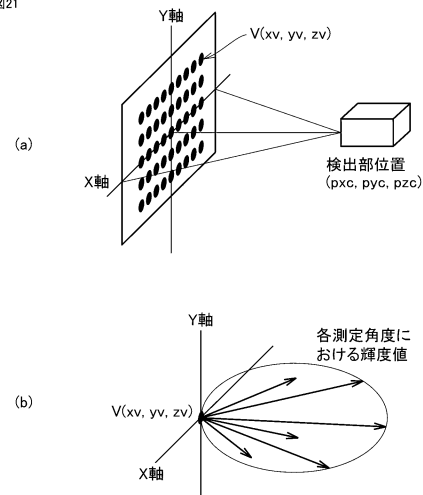
【図 20】

図20

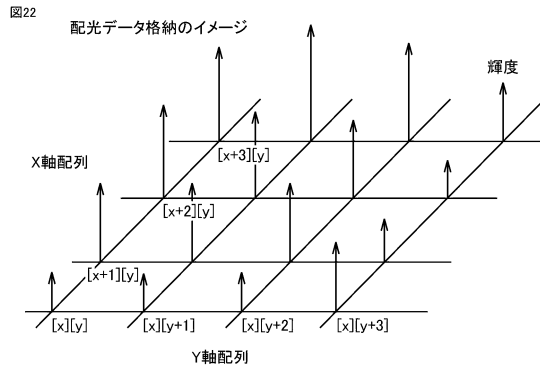


【図 21】

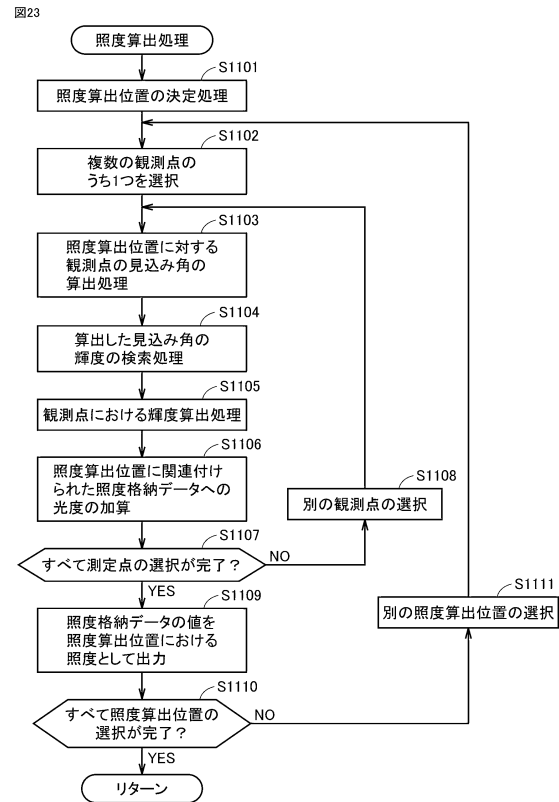
図21



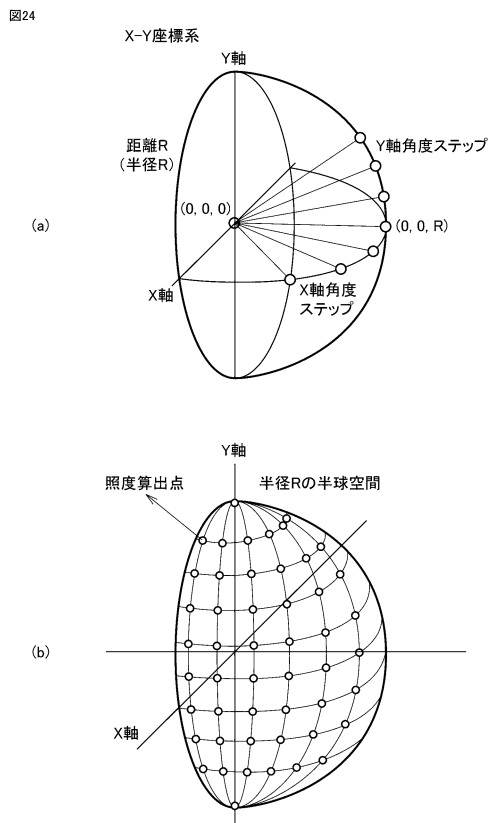
【図 2 2】



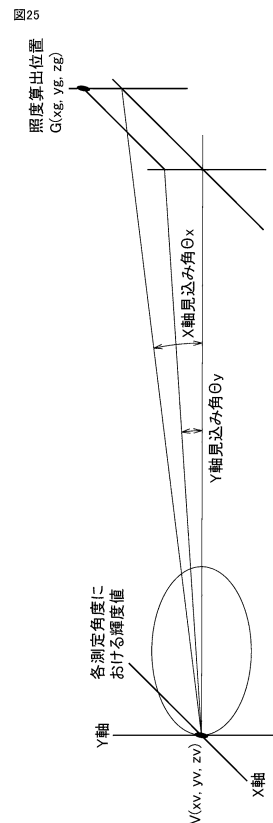
【図 2 3】



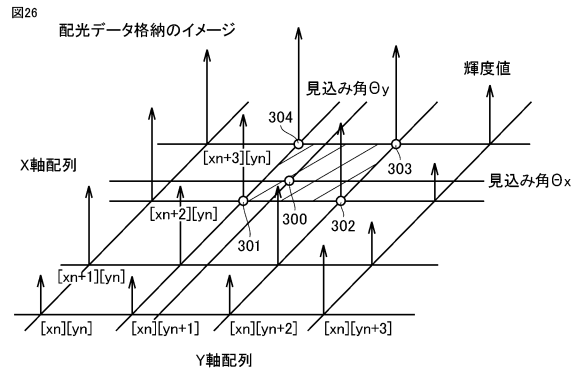
【図 2 4】



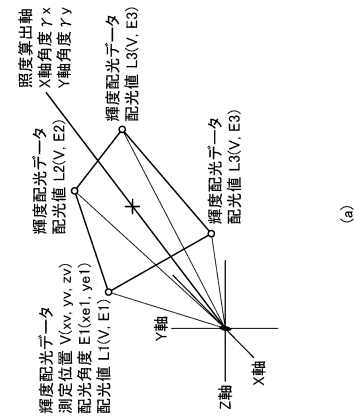
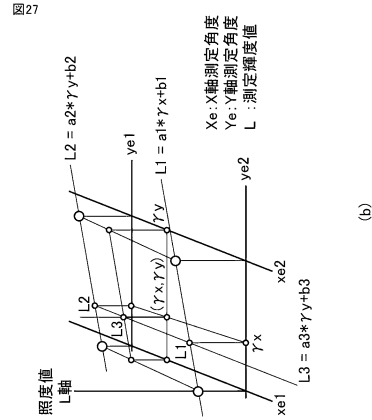
【図 2 5】



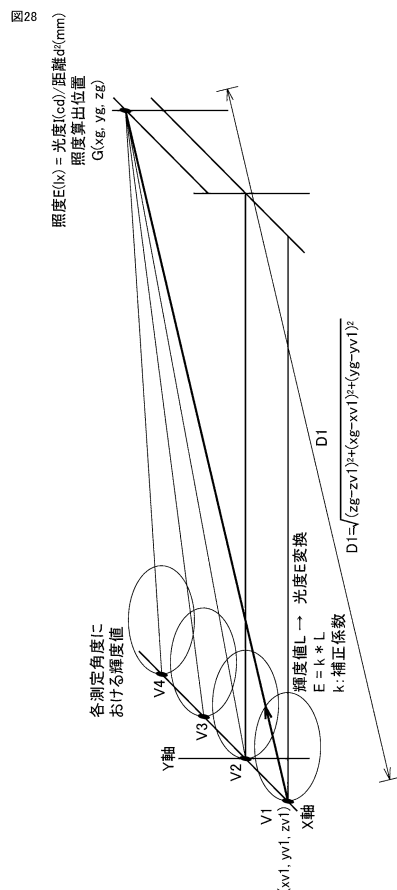
【図 26】



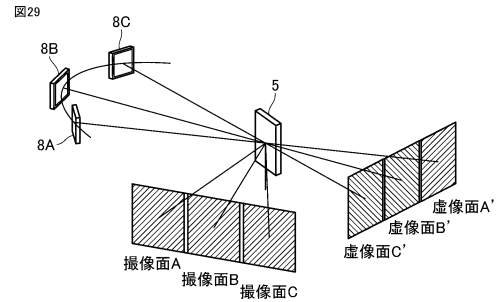
【図 27】



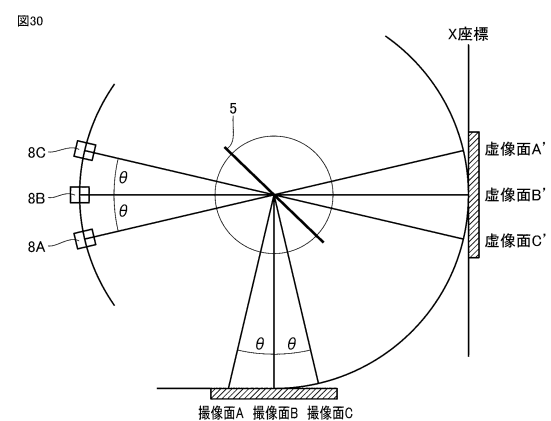
【図 28】



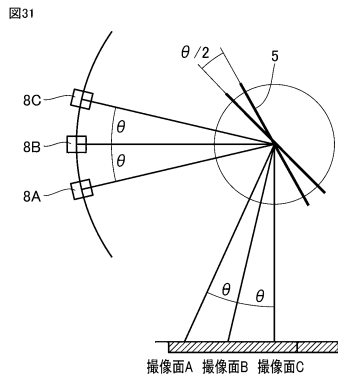
【図 29】



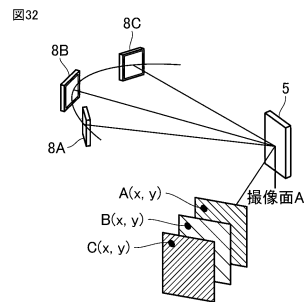
【図 30】



【図 3 1】



【図 3 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-206231 (JP, A)
特開2001-281049 (JP, A)
特開2003-247888 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0194820 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01J 1/00-1/60
G01M 11/00-11/08