

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4631408号
(P4631408)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 21/84 (2006.01)

GO 1 N 21/84

E

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-338318 (P2004-338318)	(73) 特許権者	000006507
(22) 出願日	平成16年11月24日(2004.11.24)		横河電機株式会社
(65) 公開番号	特開2006-53121 (P2006-53121A)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(43) 公開日	平成18年2月23日(2006.2.23)	(72) 発明者	石橋 昌宏
審査請求日	平成19年6月13日(2007.6.13)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2004-205526 (P2004-205526)	(72) 発明者	千田 直道
(32) 優先日	平成16年7月13日(2004.7.13)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	市沢 康史
			東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
		(72) 発明者	高橋 守
			東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 検査用光源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検査受光素子に所定の光を照射する検査用光源装置において、
 発光部からの出射光を同一照度分布とすると共に対象とする照射範囲を分割して照射し、横一列に並んで照射エリアを形成する複数の光学系を有し、
 前記発光部は、発光の分光分布が異なる複数の発光素子から構成され、
 前記発光素子は、分光輝度分布が重なり合って可視光の全波長範囲で連続した光を発生する発光ダイオードであり、

前記光学系は、ガラス四角柱または内面に全反射を持つミラーを組み合わせた空洞の四角柱であって、この一方の底面に前記発光部の光束が入射するように構成されるとともに、前記四角柱の高さが、前記四角柱の底面の長方形の辺の長さ及び前記発光素子から放射される光が前記光学系の内部に入って広がる発散角により決定され、

前記複数の光学系を固定する固定手段と、

前記複数の光学系の間および前記複数の光学系と前記固定手段の間に、空間を生成する空間生成手段を備え、

前記複数の光学系は、出射端で前記空間が無くなるように固定されることを特徴とする検査用光源装置。

【請求項2】

被検査受光素子に所定の光を照射する検査用光源装置において、

発光部からの出射光を同一照度分布とすると共に対象とする照射範囲を分割して照射し

、横一列に並んで照射エリアを形成する複数の光学系を有し、
前記発光部は、発光の分光分布が異なる複数の発光素子から構成され、
前記発光素子は、分光輝度分布が重なり合っ可視光の全波長範囲で連続した光を発生する発光ダイオードであり、
前記光学系は、ガラス四角柱または内面に全反射を持つミラーを組み合わせた空洞の四角柱であって、この一方の底面に前記発光部の光束が入射するように構成されるとともに、前記四角柱の高さが、前記四角柱の底面の長方形の辺の長さ及び前記発光素子から放射される光が前記光学系の内部に入って広がる発散角により決定され、
前記複数の光学系を固定する固定手段と、
前記複数の光学系の間および前記複数の光学系と前記固定手段の間に、空間を生成する空間生成手段を備え、
前記空間生成手段は、ワイヤであることを特徴とする検査用光源装置。

10

【請求項 3】

前記光学系は、前記発光素子から放射される光が前記光学系の内部に入って広がる発散角を θ とし、前記四角柱の底面の長方形の辺の長さをそれぞれ c 、 d 、四角柱の高さを L とした場合、次の式に示す条件を満たすように四角柱 L の長さが設定されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の検査用光源装置。

$$L \geq \frac{\sqrt{c^2 + d^2}}{\tan \theta} \times 3$$

20

【請求項 4】

前記ガラス柱の側面に金属を付着したことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の検査用光源装置。

【請求項 5】

複数の前記ガラス柱を互いに側面で接着させたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の検査用光源装置。

【請求項 6】

複数の前記空洞の柱を互いに側面で接着させたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の検査用光源装置。

【請求項 7】

前記ガラス柱は前記一方の底面に前記発光部を具備することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の検査用光源装置。

30

【請求項 8】

前記空洞の柱は前記一方の底面に前記発光部を具備することを特徴とする請求項 1、2 または 6 のいずれかに記載の検査用光源装置。

【請求項 9】

前記光学系に支持部を設け、この支持部を前記固定手段と嵌合させて固定することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の検査用光源装置。

【請求項 10】

前記複数の光学系と前記固定手段の間に空間を生成する空間生成手段は、前記固定手段に設けられた突起部であって、この突起部により前記光学系に加重をかけて前記複数の光学系を固定することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の検査用光源装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受光素子の検査用光源装置に関し、詳しくは、検査用光源の寿命の改善と小型軽量化および色、光量の高速切替のための改良に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、受光素子の検査では所定の光源を用いて検査対象である受光素子に既知の色や光

50

量の光を照射し、受光素子から出力された電気信号をモニタするという構成が用いられている。

【0003】

従来、このような受光素子の検査に用いられる検査用光源装置には次のようなものがある。

図6は、従来のハロゲンランプを用いた検査用光源装置の一例を示す構成図である。

図6において、ハロゲンランプ31は、電流が一定になるように制御され所定量の発散光を出射する。レンズA32は、ハロゲンランプ31から出射された光束をほぼ平行光にし、絞り33はレンズA32の光束を制限して光量の調整を行う。照度均一化素子42は、絞り33を通過して入射した光の照度分布を均一にして出射し、レンズB40は、照度均一化素子42の出射光を所定の照射面積になるように集光して被検査撮像素子41に照射する。

10

【0004】

このような構成において、絞り33と照度均一化素子42の間の光路上には、NDフィルタA35とカラーフィルタ37が配置され、照度均一化素子42とレンズB40の間の光路上にはNDフィルタB39が配置される。NDフィルタA35は、円盤上に回転対称に透過率の異なるND(ニュートラルデンシティ)フィルタが取り付けられていて、モータA34により円盤を回転させて透過率を変化させる。カラーフィルタ37は、円盤上に回転対称に透過する色の異なるフィルタ取り付けられていて、モータB36により、円盤を回転させて透過する光源色を変化させる。NDフィルタB39の構造は、NDフィルタA35と同一であり、モータC38により円盤を回転させて透過率を変化させる。

20

【0005】

この他に、発光源としてLED(発光ダイオード)ランプを用いた撮像素子検査装置がある(例えば特許文献1参照。)

【0006】

【特許文献1】特開平2-90645号公報

【0007】

図7は従来のLEDランプを用いた検査用光源装置の一例を示す構成図である。

図7において、LEDランプR43、LEDランプG44、LEDランプB45は、ほぼ光量が等しいものが、それぞれ同一個数、平面上に対称に配置される。透過拡散板46は、擦りガラスまたは乳白色のアクリルなどからできていて、LEDランプの光軸上に配置される。各LEDランプの光束は、この透過拡散板46に入射し、被検査撮像素子41に照射される。これにより、被検査撮像素子41対して、透過拡散板46が拡散光源に相当することとなる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来のハロゲンランプを用いた検査用光源装置では、以下のような問題点がある。

ハロゲンランプは駆動電流を変化させると光束と同時に色温度が変化する。したがって光量だけの変更にはフィルタを使わなければならない。図6の検査用光源装置では、NDフィルタA35とNDフィルタB39をそれぞれモータA34とモータC38を用いて回転させて光量を変化させるが、機械的な動作のため切替時間は、100ms程度が限界である。色温度の切替の場合も同じような時間が必要である。検査の高速化が要求される用途ではこの切替時間は許容されない時間である。

40

【0009】

また、ハロゲンランプ1の寿命(ランプが点灯しなくなるまでの時間)は、2000時間程度あるが、通常はそこまで達する前に光束が低下したり、色温度が変化してしまうため2週間から1ヶ月程度でランプ交換を行うのが現状である。交換に要する時間は、検査装置が停止してしまい検査作業が止まる。

50

【 0 0 1 0 】

さらに、被検査撮像素子 4 1 に照射される光量の確認のために、定期的に被検査撮像素子の位置に照度計を置いて照度を確認する必要がある。

【 0 0 1 1 】

次に従来の LED ランプを用いた検査用光源装置では、以下のような問題点がある。

R (赤), G (緑), B (青) 3 色の LED からの光束を透過拡散板を用いて空間的に合成し擬似白色光にした簡易的な光源である。したがって分光分布は図 8 に示すようにそれぞれ局所的 (R, G, B の波長域) にしか存在しないことになる。このため分光分布が抜けている波長部分で起きる被検査撮像素子の不具合を検出できない。

【 0 0 1 2 】

図 8 は、従来の LED ランプを用いた光源装置の発光分光分布を示す説明図である。

図 8 において、横軸は波長、縦軸は相対分光放射輝度を示している。分光分布のピークが波長 4 2 0 n m 付近にある LED ランプ B、波長 5 4 0 n m 付近にある LED ランプ G、波長 6 5 0 n m 付近にある LED ランプ R が局所的に存在している様子を示したものである。

【 0 0 1 3 】

また、図 7 において透過拡散板 4 6 を用いて光束を空間的に合成しているが、照度分布や色ムラを少なくするためには透過拡散板 4 6 と各 LED ランプの距離や透過拡散板 4 6 と被検査撮像素子 4 1 の距離を十分にとる必要がある。しかし、そうすると光量が低下しすぎるため、実用上は、照度分布をある程度犠牲にしなければならないし、大型化も許容し

【 0 0 1 4 】

さらに、照度分布を対称にするために LED ランプ R, LED ランプ G, LED ランプ B をそれぞれ同一個数、対称に配置する必要があり、それぞれの光度も同一程度のものを選定する必要がある。

【 0 0 1 5 】

加えて、被検査撮像素子に照射される光量を確認するために、定期的に被検査撮像素子の位置に照度計を置いて、照度を確認する必要がある。

【 0 0 1 6 】

本発明は、このような従来の検査用光源装置が有していた問題を解決しようとするものであり、分光分布に抜けがなく、均一な照度分布を有し、高速に光量や色の切替が可能で、メンテナンスの不要な長寿命であって、小型化した検査用光源装置を実現することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 7 】

本発明は次の通りの構成になった検査用光源装置である。

【 0 0 1 8 】

(1) 被検査受光素子に所定の光を照射する検査用光源装置において、
発光部からの出射光を同一照度分布とすると共に対象とする照射範囲を分割して照射し、
横一列に並んで照射エリアを形成する複数の光学系を有し、
前記発光部は、発光の分光分布が異なる複数の発光素子から構成され、
前記発光素子は、分光輝度分布が重なり合って可視光の全波長範囲で連続した光を発生する発光ダイオードであり、

前記光学系は、ガラス四角柱または内面に全反射を持つミラーを組み合わせた空洞の四角柱であって、この一方の底面に前記発光部の光束が入射するように構成されるとともに、前記四角柱の高さが、前記四角柱の底面の長方形の辺の長さ及び前記発光素子から放射される光が前記光学系の内部に入って広がる発散角により決定され、

前記複数の光学系を固定する固定手段と、

前記複数の光学系の間および前記複数の光学系と前記固定手段の間に、空間を生成する空間生成手段を備え、

10

20

30

40

50

前記複数の光学系は、出射端で前記空間が無くなるように固定されることを特徴とする検査用光源装置。

(2) 被検査受光素子に所定の光を照射する検査用光源装置において、
発光部からの出射光を同一照度分布とすると共に対象とする照射範囲を分割して照射し、横一列に並んで照射エリアを形成する複数の光学系を有し、

前記発光部は、発光の分光分布が異なる複数の発光素子から構成され、
前記発光素子は、分光輝度分布が重なり合って可視光の全波長範囲で連続した光を発生する発光ダイオードであり、

前記光学系は、ガラス四角柱または内面に全反射を持つミラーを組み合わせた空洞の四角柱であって、この一方の底面に前記発光部の光束が入射するように構成されるとともに、前記四角柱の高さが、前記四角柱の底面の長方形の辺の長さ及び前記発光素子から放射される光が前記光学系の内部に入って広がる発散角により決定され、

前記複数の光学系を固定する固定手段と、
前記複数の光学系の間および前記複数の光学系と前記固定手段の間に、空間を生成する空間生成手段を備え、

前記空間生成手段は、ワイヤであることを特徴とする検査用光源装置。

【0019】

(3) 前記光学系は、前記発光素子から放射される光が前記光学系の内部に入って広がる発散角を θ とし、前記四角柱の底面の長方形の辺の長さをそれぞれ c 、 d 、四角柱の高さを L とした場合、次の式に示す条件を満たすように四角柱 L の長さが設定されることを特徴とする(1)または(2)に記載の検査用光源装置。

$$L \geq \frac{\sqrt{c^2 + d^2}}{\tan \theta}$$

【0021】

(4) 前記ガラス柱の側面に金属を付着したことを特徴とする(1)~(3)のいずれかに記載の検査用光源装置。

【0022】

(5) 複数の前記ガラス柱を互いに側面で接着させたことを特徴とする(1)~(4)のいずれかに記載の検査用光源装置。

【0023】

(6) 複数の前記空洞の柱を互いに側面で接着させたことを特徴とする(1)~(3)のいずれかに記載の検査用光源装置。

【0024】

(7) 前記ガラス柱は前記一方の底面に前記発光部を具備することを特徴とする(1)~(6)のいずれかに記載の検査用光源装置。

【0025】

(8) 前記空洞の柱は前記一方の底面に前記発光部を具備することを特徴とする(1)、(2)または(6)に記載の検査用光源装置。

【0032】

(9) 前記光学系に支持部を設け、この支持部を前記固定手段と嵌合させて固定することを特徴とする(1)乃至(8)のいずれかに記載の検査用光源装置。

【0033】

(10) 前記複数の光学系と前記固定手段の間に空間を生成する空間生成手段は、前記固定手段に設けられた突起部であって、この突起部により前記光学系に加重をかけて前記複数の光学系を固定することを特徴とする(1)乃至(9)のいずれかに記載の検査用光源装置。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、以下のような効果がある。

10

20

30

40

50

【0037】

請求項1に記載の発明によれば、ガラス柱や内面に全反射を持つミラーを組み合わせた空洞の柱などの照度均一化素子を並べて照射エリアを形成すると、単一のガラス角柱などからなる照度均一化素子で実現する場合よりもガラス柱の全長は短くなる。

従って、一度に検査できる被検査受光素子の数を増やすために、照射面積を大きくしたとしても、照度均一化素子の全長を短く抑えることができるため、照度均一化素子の価格を安くし、検査用光源装置全体の大きさや重さを低下させることが可能となる。

また、請求項1に記載の発明によれば、発光素部が発光の分光分布が異なる複数の発光素子から構成されることにより、分光分布に抜けがなく、均一な照度分布を有し、高速に光量や色の切替が可能となる。

10

さらに、請求項1に記載の発明によれば、発光素子としてLEDランプを用いることにより、メンテナンスの不要な長寿命を実現することができる。

また、請求項1に記載の発明によれば、ガラス柱などの照度均一化素子のそれぞれの間および照度均一化素子と固定部材の間には接触面積を最小限にして空間が作られ、照度均一化素子と空気との境界での全反射（反射率100%）を利用することができる。

請求項1に記載の発明によれば、各照度均一化素子間および照度均一化素子と固定部材の間には接触面積を最小限にして空間が作られ、照度均一化素子と空気との境界での全反射（反射率100%）を利用することができる。また、照度均一化素子の先端を密着させることにより、一つに集合した均一な照度の光を出射することができる。

請求項2に記載の発明によれば、各照度均一化素子間および照度均一化素子と固定部材の間にワイヤを挟むことにより、接触面積を最小限にして容易に空間が作られる。

20

請求項3に記載の発明によれば、5mm角の横一列に並んだ8個の受光素子を一度に検査する前述の例の場合、断面が正方形のガラス柱を5本並べて照射エリアを形成すると仮定すると正方形の底面の一辺は $c = d = 8 \text{ mm}$ であり、ロッド（角柱）の長さ L （ $8 \times 1.414 / \tan(20) \times 3$ ）= 93.24mmとなる。すなわち、単一のガラス角柱からなる照度均一化素子で実現する場合はロッドの長さ L は466mmであったから、1/5で済むことになり、これにより、照度均一化素子の価格を安くし、検査用光源装置全体の大きさや重さを低下させることが可能となる。

【0038】

請求項4に記載の発明によれば、ガラス柱の側面に例えばアルミニウムなど金属の蒸着を施すことにより、側面から光が漏れないようになる。

30

【0039】

請求項5および請求項6に記載の発明によれば、照度均一化素子を互いに側面で接着させたことにより、並んで配置された複数の被検査対象のような広範囲に対して照射光を当てられるため、一度に多くの被検査対象を検査できる。

また、このように照射面積を拡大させたい場合でも照度均一化素子の全長を伸ばさずに実現できる。

【0040】

請求項7および請求項8に記載の発明によれば、照度均一化素子の一方の底面に発光部を具備することにより、それぞれの照度均一化素子に多くの光束を入射させることができる。

40

【0046】

請求項9に記載の発明によれば、各照度均一化素子に支持部を設け、この支持部を固定手段と嵌合させて固定することにより、位置決め精度を向上させるとともに強固な固定を実現する。

【0047】

請求項10に記載の発明によれば、突起部により光学系と固定手段の間に空間を生成し、この突起部により光学系に加重をかけて固定することにより、ワイヤの取り付け工数が削減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 5 0 】

以下図面を用いて本発明を詳細に説明する。図 1 は本発明の検査用光源装置の一実施例を示す構成図である。

図 1 において、LED ランプ群 1 は、異なる発光分光分布を持つ異なった種類の LED ランプを同一平面上に複数配置したものである。LED ランプは、図 2 に示すように、分光分布の組み合わせにより可視光の波長範囲を隙間無く埋めるような発光波長のものが選択される。

【 0 0 5 1 】

図 2 は、本発明における LED ランプの発光分光分布を示す説明図である。

図 2 において、横軸は波長、縦軸は相対分光放射輝度を示している。図 2 では本発明において使用される LED ランプの組み合わせの一例として、分光放射輝度のピーク波長が約 40 nm 置きになるような 9 種類の LED ランプの発光分光分布を示している。これらの LED ランプの分光輝度分布が重なり合っ

10

【 0 0 5 2 】

て可視光の全波長範囲で連続した光を発生することになる。

図 1 に戻り、LED ランプ群 1 は、全部の LED が点灯したときの分光放射輝度のバランスがとれるように低輝度の LED ランプは多数配置され、高輝度の LED ランプは少数配置される。そして、空間的な LED ランプの発光輝度分布が最大になる方向（光軸）が平行になるようにそろえられる。

【 0 0 5 3 】

レンズ A 2 は、LED ランプ群 1 の光軸上に配置され、LED ランプが発光した時の光束を集光し、照度均一化素子 3 に入射させる。

照度均一化素子 3 は、例えば全面を研磨したガラスの円柱や角柱のようないわゆるライトパイプなどである。照度均一化素子 3 に入った光束は、柱の側面で反射を繰り返し、射出面では光束の分布が空間的に均一になる。

レンズ B 4 は、照度均一化素子 3 から射出された光束を、必要とする広がり角を持つ光束にして、被検査撮像素子 9 に照射する。被検査撮像素子 9 は例えば CCD（電化結合素子）などの固体撮像素子である。これにより被検査撮像素子に所定の光量や相関色温度などの光信号が照射されることになる。

20

【 0 0 5 4 】

このような構成において、レンズ B 4 と被検査撮像素子 9 の間にはビームスプリッタ 5 を配置する。ビームスプリッタ 5 は、例えば研磨したガラス板にハーフミラー膜を付着させたもので、一定の光量を通過させて残りの光量を反射する。これにより、レンズ B 4 の射出光の一定の光量を所定の方向に反射させる。これが光束分割手段である。

30

【 0 0 5 5 】

レンズ C 6 は、ビームスプリッタ 5 が反射した光を集光し、光量検出素子 7 に入射する。光量検出素子 7 は、入射された光量に応じた電気信号を出力するもので例えばフォトダイオードである。これが光量検出手段である。

調節手段 8 は、光量検出素子 7 の出力信号が入力されると共に、LED ランプ群 1 の各 LED ランプを発光させるため、LED ランプの種類に対応したチャンネル数の駆動電流を出力する。以上のビームスプリッタ 5、レンズ C 6、光量検出素子 7、調節手段 8 が制御手段に相当する。

40

【 0 0 5 6 】

調節手段 8 は、例えば、図示しないプロセッサ、ドライバ、メモリなどから構成される。メモリには、同じ種類の LED ランプを一まとめとして、種類ごとに駆動電流値と被検査撮像素子 9 への照射光量の関係式を予め求めて記憶しておく。プロセッサは光量検出素子 7 が検出した光量とメモリの関係式により各種類の LED ランプの照射光量が一定になるように駆動電流値を計算する。ドライバはこれらの電流値の電流を出力する。これらの電流で各種類の LED ランプが発光することにより、各波長成分が均一な白色光を出力することができる。

50

【 0 0 5 7 】

上述の関係式は、次のようにして求められる。被検査対象の位置にフォトダイオードなどの光センサを設置して照射光量を実測し、このときの駆動電流を求める。これをLEDランプの動作基準点とし、既知の傾きを持った照射光量の変化量と駆動電流の変化量との関係により決定される。

【 0 0 5 8 】

光量を変化させる場合には、各種類のLEDランプの照射光量比率が一定になり、絶対値が一定量変化するように各駆動電流を変更すればよい。こうすることにより、分光分布を変えずに光量のみを変えることができる。

【 0 0 5 9 】

照射光の相関色温度は、分光的な放射輝度分布の違いとみなせる。相関色温度を変更するには、各種類のLEDランプの駆動電流を変えて放射光量のバランスを変えればよい。前述のように、照射光量と電流の関係は既知であるため、電流量を調整することにより、相関色温度も変更できる。

【 0 0 6 0 】

LEDランプは、駆動電流の変化に対して光量は瞬時(msec以下)に変わるため、モータ制御によりフィルタが取り付けられた円盤を回して光量をかえる方式に比べて切替時間はほとんど無視できる。

【 0 0 6 1 】

異なった分光分布を持つ各種類のLEDランプの出射光量の測定は、同じ分光分布をもつ同種類のLEDランプのみを点灯させて、その時の光量検出素子7の出力信号を測定する。この作業をLEDランプの全ての種類に対して行えばよい。これにより、光量の経時変化にも対応できる。撮像素子の検査時には検査済みの撮像素子を次に検査するものと入れ替えるインデックスタイムが必ず必要なので、その間で経時変化の補正を行えば自動化も可能である。

【 0 0 6 2 】

以上により、LEDランプの寿命はハロゲンランプの100倍以上、理論的には10年程度あるので実質的にランプ交換は不要となり、光量、色温度の切替時間がフィルタ切替のものに対して1/1000以下になった。

【 0 0 6 3 】

また、可視光領域で分光輝度分布に抜けがないため、特定の波長に起きる欠陥を見落とすことがなく、異なる分光分布をもつLEDランプの個数や放射輝度が同一でない場合でも、被検査撮像素子面で均一な照度分布を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

さらに、インデックスタイムに各LEDの光量をモニタし、光量に変化があった場合には、すぐにフィードバックすることが可能であるし、ランプ切れの検出もできる。

【 0 0 6 5 】

実施例では、照度均一化素子を透過した後の光束を直接、被検査撮像素子に入射しているが、例えば照度均一化素子の後段などの光学系の途中にバンドルファイバなどのライトガイドを挿入することによって、光束を必要な部分に導くことができる。特に、被検査撮像素子の周辺にスペースが無く光源装置全体を設置できない場合に有効である。

【 0 0 6 6 】

また、光量検出素子への光束の分割は平行ガラス板のビームスプリッタを用いているが、バンドルファイバの一部のファイバを分離し、その先に光量検出素子を設置してもよい。さらに、被検査撮像素子が1個について説明しているが、検査時間を短縮するために、照射エリアを広げて、複数個の撮像素子を一度に検査することも可能である。

【 0 0 6 7 】

加えて、ほぼ平行光で被検査撮像素子に光を当てる例を示したが、照射光は、平行光に限るものではなく拡散光や収束光でもよい。

また、撮像素子の検査用光源装置という例を示したが、光量や色温度を自由に変更できる

10

20

30

40

50

特性を生かして、一般的な画像処理用の光源に適用することもできる。

【0068】

本発明を用いて被検査撮像素子上にパターンを投影して検査する場合には、図1の照度均一化素子3の出射面付近にパターンが描かれたマスクを設置すればよい。

【0069】

本発明をレンズが一体化された撮像素子の検査に用いる場合には、図1の被検査撮像素子9の部分に透過拡散板を設置し、その拡散板を透過した光を拡散光源として検査することもできる。

【0070】

なお、本発明は、上記実施例に限定されることなく、その本質から逸脱しない範囲で更に多くの変更、変形をも含むものである。例えば以下の通りである。

【0071】

上述した実施例(図1)の検査用光源装置では、多数の異なる角度で異なる位置に入射する発光素子のからの光束を照射部で均一にしなければならないため、照度均一化素子3が必要である。照度均一化素子としてはガラスの四角柱などが考えられる。

【0072】

この場合、ガラス四角柱の一方の底面から入射した光束は四角柱の側面で反射を繰り返し、その結果もう一方の底面では均一な照度分布が得られるのである。この場合、十分な拡散性能を得るためには一般的に側面反射回数を3回以上とする必要がある。

【0073】

例えば、図3に示すようにガラスの四角柱入射後の広がり角が20度の光の場合、 $1 / \tan(20) \times 3 = 8.24$ で入射底面の対角線に対して、8.24倍の長さを取る必要がある。底面を正方形とすると対角線の長さは1辺の 1.414 倍であるから、底辺の長さの 11.65 倍の長さが必要になる。

【0074】

一方で、撮像素子などの受光素子の検査用光源では、一度に検査できる受光素子の数を増やしたいため、照射範囲の面積をできるだけ大きく取りたいという要求がある。

以下に記載の発明は、このような問題を解決するものであって、照度均一化素子を大型化することなく、照射範囲を拡大できる光源装置を実現する。

【0075】

図4は、本発明の他の実施例である。なお、図4では、検査用光源装置における発光素子(LED)と照度均一化素子について図示すると共にその構成について説明する。LEDの光量の制御に係る構成要素などのその他の構成要素は前出の実施例と同様であるのでここでは図示しない。

【0076】

図4において、発光部である発光素子群1a~1eはそれぞれ複数の発光素子の集まりで、例えば表面実装用LEDや小型LEDランプなどの発光素子である。これら発光素子群1a~1eは、それぞれが異なる発光分光輝度分布を持つ異なった種類の発光素子を複数種類設置し、前出の実施例同様、LEDランプの分光輝度分布が重なり合って可視光の全波長範囲で連続した光を発生するようにしても良い。

【0077】

照度均一化素子3a~3eは、例えばガラス四角柱であり、これら照度均一化素子3a~3eの一方の底面から多くの光束が入射できるよう配置する。本実施例では、発光素子をガラス四角柱の底面に接着したり、図示しない取り付け部材により直近に設置している。発光素子から放射される光がガラス四角柱3a~3eの内部に入って広がる発散角をとし、ガラス四角柱の底面の長方形の辺の長さをそれぞれc、d、四角柱の高さをLとした場合、次の式に示す条件を満たすように四角柱Lの長さを設定する。

10

20

30

40

【数 1】

$$L \geq \frac{\sqrt{c^2+d^2}}{\tan\theta} \times 3$$

【0078】

なお、ガラス四角柱 3 a ~ 3 e の側面にはそれぞれ、アルミニウムなどの蒸着を施し、側面から光が漏れないようにし、それぞれがばらばらにならないように接着などにより接合しておいても良い。

【0079】

発光素子群 1 a から放射された光束はガラス四角柱 3 a の一方の底面（図 4 に示した本実施例では上面）から入射し、側面で多重反射した後、もう一方の底面（図 4 に示した本実施例では下面）から放射される。この時、下面から放射される光束は照度が均一になっている。

10

【0080】

例えば、5 mm 角の横一列に並んだ 8 個の受光素子を一度に検査する前述の例の場合、次のような構成が考えられる。断面が正方形のガラス柱を 5 本並べて照射エリアを形成すると仮定すると正方形の底面の一边は $c = d = 8 \text{ mm}$ であり、ロッド（角柱）の長さ L ($8 \times 1.414 / \tan(20) \times 3$) = 93.24 mm となる。単一のガラス角柱からなる照度均一化素子で実現する場合はロッドの長さ L は 466 mm であったから、1/5 で済むことになる。

20

【0081】

この場合、異なるガラス柱からの照射光を同一の照射範囲に用いるため、発光素子群 1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e の各発光素子群の光量と色を揃えるように光学的な制御を行うことが望ましい。例えば、各ガラス柱からの出射光ごとに前出の図 1 のようなビームスプリッタ、光量検出素子および調整手段を設け、光量や色のフィードバック制御を行えばよい。

【0082】

以上説明したように、複数の照度均一化素子の出射光で照射したい対象部分全体を分割して照らすので、各照度均一化素子の照射範囲は狭いままでよく、照度均一化素子の全長を伸ばす必要がない。

30

【0083】

つまり、上述したように 5 mm 角の横一列に並んだ 8 個の受光素子を一度に検査する場合、ガラスの断面が正方形だとすると $C = D = 8 \text{ mm}$ であり、ロッドの長さ L ($8 \times 1.414 / \tan(20) \times 3$) = 93.24 mm になる。

【0084】

従って、単一のガラス角柱からなる照度均一化素子で実現する場合はロッドの長さ L は 466 mm であったから、1/5 で済む。

これにより、照度均一化素子の価格を安くし、検査用光源装置全体の大きさや重さを低下させることが可能である。なお、ガラスの体積比は $8 \times 8 \times 93.24 \times 5 / 40 \times 40 \times 466 = 1/25$ である。

40

【0085】

また、本実施例では照度均一化素子をガラス柱としたが、周囲を全反射ミラーで形成した空洞であっても良い。

【0086】

さらに、本実施例では発光素子からの放射光を直接照度均一化素子に入射させたが、発光素子からの放射光の広がり角を制限するために、光学系を用いても良い。放射光の広がりを制限する光学系としては、レンズと絞りを組み合わせる方法、NA（開口数）の決まった光ファイバを通す構成などがある。

【0087】

加えて、図 4 では照度均一化素子を 5 本一列に並べた例を示したが、並べる数を制限する

50

ものではない。また、列数も 1 列ではなく、2 列以上の複数の列に並べることも可能である。

【0088】

また、本実施例の場合、照度均一化素子からの放射光は、発光素子の放射光と同じ角度分布を持つ。拡散光を放射する発光素子を用いれば、ガラス柱の断面と同じ面積を持つ拡散光源を形成することになる。さらに別の照射条件が必要な場合には、この光源と被検査物の間にレンズ等の光学素子を設置して、別の照射条件をつくることもできる。

【0089】

上述の実施例では、複数のガラス柱からの出射光を一つの均一面光源として用いる場合、ガラス柱どうしを密着させる必要がある。完全に密着させると全体が一つの太いガラス柱となってしまう上記の断面積と長さの関係を保てなくなってしまう。

10

このため、ガラス柱間を分離する為にガラス柱の周囲に金属薄膜を蒸着したロッドを用いた。

【0090】

しかし、反射率は例えばアルミコートでは 85% 程度であるが、3 回の反射では $(0.85 \times 3 = 0.614)$ 61% になってしまう。ガラスロッドの中心を直接伝播してくる光と側面で反射した光の強度が 40% 近く異なると照度分布の均一化が不十分になる。

【0091】

このような現象を避けるためにはガラスロッドの側面には蒸着を施さないで、ガラスロッドと空気との境界での全反射（反射率 100%）を利用するのが望ましい。しかし、この場合ガラスロッドが接触しないように空間を空ける必要がある。空間を空けるとロット開口端（光の照射端）でロッド間に隙間ができて照度分布の不均一となる。

20

このような問題を解決するための構成として、以下にガラスロッド間に空間を保持しながら照度分布も均一に保つ構成について説明する。

【0092】

図 5 は、本発明の第 3 の実施例を示した構成図である。

図 5 には、照度均一化素子の構成について図示し、LED および LED の光量の制御に係る構成要素などのその他の構成要素は前出の実施例と同様であるのでここでは図示しない。

【0093】

図 5 (a) は、6 本の照度均一化素子を並べた状態の上面（光の入射面側）を示した平面図である。

30

照度均一化素子の一例である硝材でできた四角柱のガラスロッド 3 f から 3 k は、固定部材 5 2 で固定される。固定部材 5 2 は、例えば、4 枚のアルミなどの金属板から成り、これらの金属板をネジ止めすることにより四角形の中空部材を形成する。この中空部にガラスロッド 3 f から 3 k が 2 行 3 列に配列される。

【0094】

組み立て順序の一例として、最初に 2 枚の金属板により L 字形の台を形成し、ここに各ガラスロッドを並べていく。L 字形により、ガラスロッドの配置が効率よく行える。ガラスロッドを並べる際に、各ガラスロッドおよび各ガラスロッドと金属板の間に金属製のワイヤ 5 1 a から 5 1 p を挿入していく。なお、ワイヤ 5 1 h から 5 1 p は、図 5 (b) または図 5 (c) で示している。

40

【0095】

そして、ガラスロッド 3 f から 3 k およびワイヤ 5 1 a から 5 1 p の配置が終了したら残り 2 枚の金属板でガラスロッド 3 f から 3 k を囲むようにして L 字形の金属板に 2 枚の金属板をネジ止めする。これにより、固定部材 5 2 によりガラスロッドが固定される。

なお、各金属板には、ワイヤ用の貫通穴が設けられていて、各ワイヤを対応する位置の貫通穴に通して、ワイヤの位置決めを行う。ここで、固定部材が固定手段、ワイヤが空間生成手段に相当する。

【0096】

50

図5(b)は、図5(a)のA-A'部分を矢印方向から見た断面図である。

ガラスロッド3f, 3g, 3hのそれぞれの上にワイヤ51b, 51c, 51j, 51kを挟み込む。ワイヤ51b, 51cは、例えば0.数mm程度の径であって光の入射端側で挟まれる。これにより、ガラスロッド3f, 3g, 3h間に空気の層が作られる。なお、光の入射効率を考慮して、ガラスロッド3f, 3g, 3hの広がりをできるだけ狭くするため、ワイヤの径はガラスロッド3f, 3g, 3h間の空間を保ちつつできるだけ小さくする。

【0097】

ワイヤ51j, 51kは、ワイヤ51b, 51cよりも小さい径のワイヤであって、出射端側で挟まれる。これにより、各ガラスロッド間の隙間を出射端に向かって減少させていき出射端では隙間が無い状態が構成される。

10

【0098】

なお、ワイヤ51j, 51kは、各ガラスロッドの隙間を出射端に向かって狭くするためのものであるため、ガラスロッドの出射端がそれぞれ密着する構成であれば必ずしも必要ではない。

【0099】

また、ガラスロッド3f, 3hと固定部材52の間には、ワイヤ51a, 51d, 51i, 51lを挟み、ガラスロッド3f, 3hと固定部材52の間に空間を作る。ワイヤ51a, 51dは入射端側で挟まれ、ワイヤ51i, 51lは、出射端側で挟まれる。

【0100】

ガラスロッド群が先細りになっていて、ガラスロッド3f, 3hと固定部材52の間の隙間が出射端側の方が広いため、ワイヤ51i, 51lは、ワイヤ51a, 51dに比べて径を大きくすることにより、ガラスロッド全体の側面に加重をかけ保持をする。

20

【0101】

図5(c)は、図5(a)のB-B'部分を矢印方向から見た断面図である。

ガラスロッド3j, 3gの間にワイヤ51f, 51hを挟み込む。ワイヤ51fは、光の入射端側で挟まれ、例えば0.数mm程度の径である。このワイヤ51fをガラスロッド間に挟むことにより、ガラスロッド間に空気の層を作る。なお、光の入射効率を考慮して、ガラスロッドの広がりをできるだけ狭くする。

【0102】

ワイヤ51hは、ワイヤ51fよりも小さい径のワイヤであって、出射端側で挟まれる。これにより、各ガラスロッド間の隙間を出射端に向かって減少させていき出射端では隙間が無い状態が構成される。

30

なお、ワイヤ51hは、ガラスロッドの隙間を出射端に向かって狭くするためのものであるため、ガラスロッドの出射端がそれぞれ密着する構成であれば必ずしも必要ではない。

【0103】

ガラスロッド3j, 3gと固定部材52の間には、ワイヤ51g, 51e, 51o, 51pを挟み、ガラスロッドと固定部材52の間に空間を作る。ワイヤ51g, 51eは入射端側で挟まれ、ワイヤ51o, 51pは、出射端側で挟まれる。

【0104】

ガラスロッド群が先細りになっていて、ガラスロッドと固定部材52の間の隙間が出射端側の方が広いため、ワイヤ51o, 51pは、ワイヤ51g, 51eに比べて径を大きくすることにより、ガラスロッド全体の側面に加重をかけ保持をする。

40

【0105】

以上により、各ガラスロッド間およびガラスロッドと固定部材の間には接触面積を最小限にして空間が作られ、ガラスと空気との境界での全反射(反射率100%)を利用することができる。また、ガラスロッドの先端を密着させることにより、一つに集合した均一な照度の光を出射することができる。

【0106】

また、支持部53aから53fはガラスロッドに設けられた凸部であって、固定部材52

50

に設けられた凹部とそれぞれ嵌合させて、押さえ板 5 4 a , 5 4 b で固定する。なお、この支持部は、他のガラスロッドにも設けられる（図 5 (b) では 5 3 d , 5 3 e , 5 3 f が相当する。 ）。

【 0 1 0 7 】

ガラスロッドの支持部 5 3 a , 5 3 b は、例えば金属片を光の入射端寄りの位置に精度よく接着をする。入射端寄りの部分ではまだ照度が均一化されていないので金属片を接着しても影響が少ない。接着された金属片を固定部材に嵌め合せ、上から押さえ板 5 4 a , 5 4 b を固定部材にネジ止めあるいは接着して保持し、ガラスロッドの光の出射端の上下方向の位置を合わせる。

これにより位置決め精度が向上すると共に強固な固定が実現できる。

10

【 0 1 0 8 】

なお、本実施例では、ガラスロッド 6 本の構成について説明したが、ガラスロッドの数はこれに限るものではない。

また、各ガラスロッドの間やガラスロッドと固定部材の間に挟む部材としてワイヤを用いたが安定した形状であればワイヤに限るものではない。使用するワイヤの数も本実施例に限定するものではなく、1 本でも 2 本以上であってもよい。

さらに、ガラスロッドと固定部材の間に空間を生成するワイヤの代わりに、固定部材に突起部を設け、この突起部によりガラスロッドに加重をかけて固定するようにしてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 9 】

20

【 図 1 】 本発明の検査用光源装置の一実施例を示す構成図である。

【 図 2 】 本発明における L E D ランプの発光分光分布を示す説明図である。

【 図 3 】 照度均一化素子における入射面の対角線長と全長との関係を示す説明図である。

【 図 4 】 本発明の検査用光源装置の他の実施例を示す構成図である。

【 図 5 】 本発明の第 3 の実施例を示した構成図である。

【 図 6 】 従来のハロゲンランプを用いた検査用光源装置の一例を示す構成図である。

【 図 7 】 従来の L E D (発光ダイオード) ランプを用いた検査用光源の一例を示す構成図である。

【 図 8 】 従来の L E D ランプを用いた光源装置の発光分光分布を示す説明図である。

30

【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

1 L E D ランプ群

1 a ~ 1 e 発光素子群

2 レンズ A

3 照度均一化素子

3 a ~ 3 e 照度均一化素子

3 f ~ 3 k ガラスロッド

4 レンズ B

5 ビームスプリッタ

40

6 レンズ C

7 光量検出素子

8 調節手段

9 被検査撮像素子

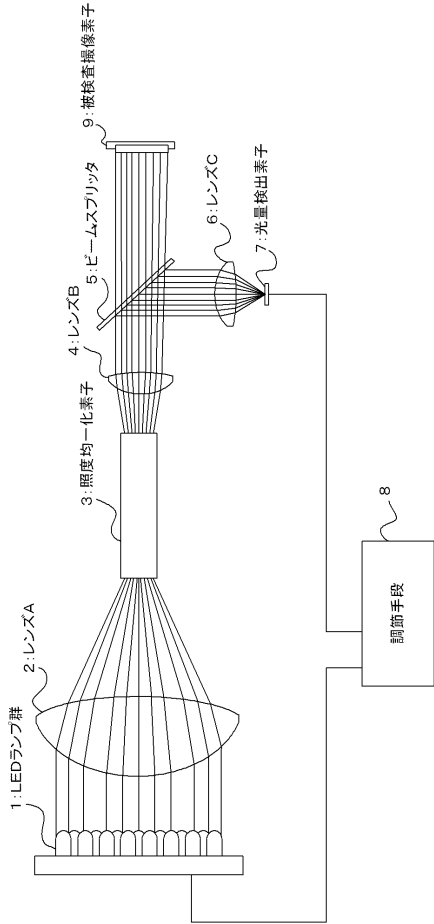
5 1 a ~ 5 1 p ワイヤ

5 2 固定部材

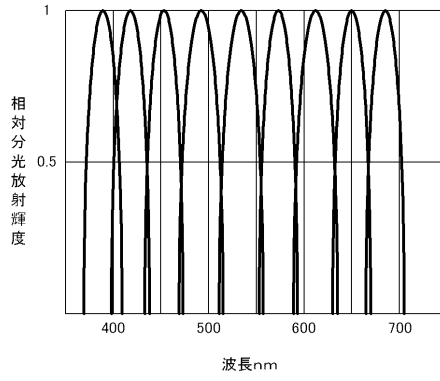
5 3 b、5 3 e、5 3 d、5 3 e、5 3 f 支持部

5 4 a、5 4 b 押さえ板

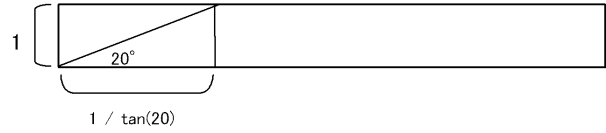
【図1】



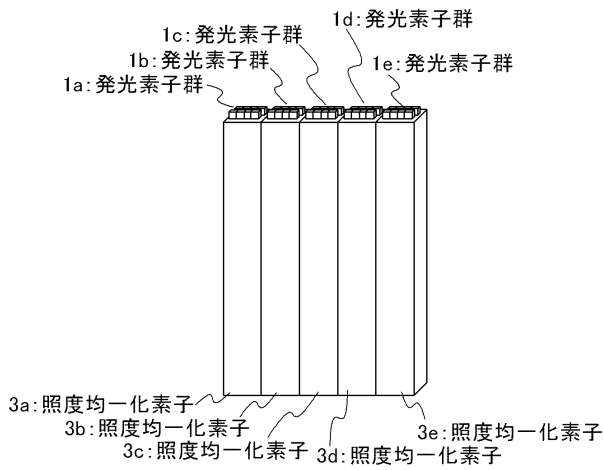
【図2】



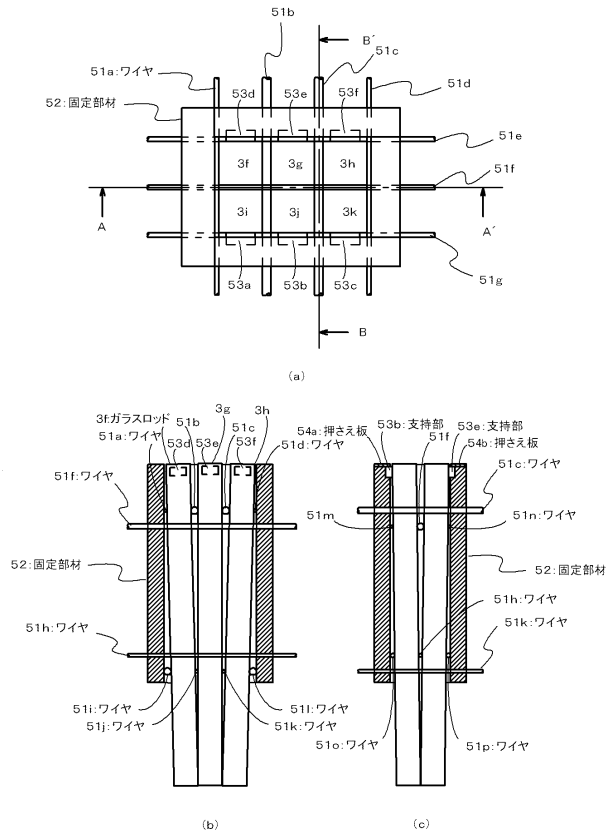
【図3】



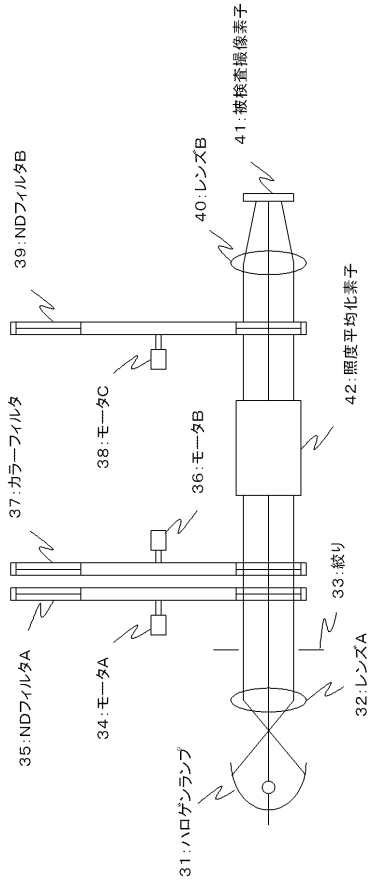
【図4】



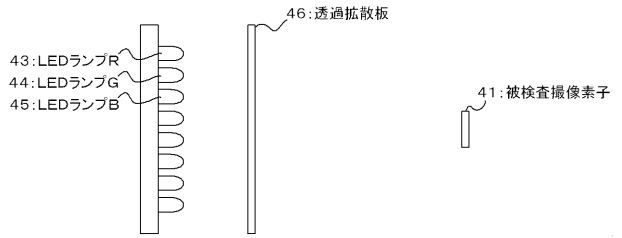
【図5】



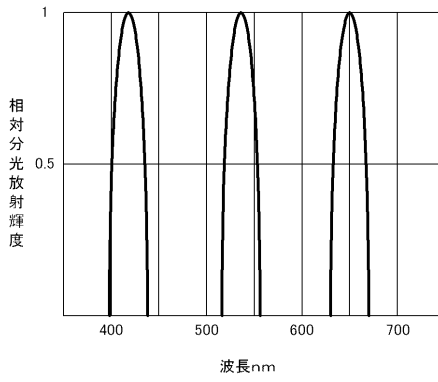
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

審査官 豊田 直樹

- (56)参考文献 特開2003-043411(JP,A)
特開平10-269802(JP,A)
実開平05-053354(JP,U)
特開2002-230522(JP,A)
特開2004-126283(JP,A)
特開2005-070021(JP,A)
特開2002-214072(JP,A)
特開平10-021703(JP,A)
特開2002-314054(JP,A)
特開2000-149607(JP,A)
特開2003-302702(JP,A)
特開2002-181659(JP,A)
特開2004-287368(JP,A)
特開平06-244396(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/84 - 21/958
G01M 11/00 - 11/08