

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6472670号
(P6472670)

(45) 発行日 平成31年2月20日 (2019. 2. 20)

(24) 登録日 平成31年2月1日 (2019. 2. 1)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 B	11/00	(2006. 01)	GO 1 B	11/00	H
GO 1 C	3/06	(2006. 01)	GO 1 C	3/06	I 1 O V
GO 8 B	21/02	(2006. 01)	GO 8 B	21/02	
			GO 1 B	11/00	A

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-12697 (P2015-12697)	(73) 特許権者	304020177 国立大学法人山口大学
(22) 出願日	平成27年1月26日 (2015. 1. 26)		山口県山口市吉田 1 6 7 7 - 1
(65) 公開番号	特開2016-138771 (P2016-138771A)	(74) 代理人	110001601 特許業務法人英和特許事務所
(43) 公開日	平成28年8月4日 (2016. 8. 4)	(72) 発明者	中島 翔太 山口県宇部市常盤台 2 - 1 6 - 1 国立大 学法人山口大学工学部内
審査請求日	平成29年11月7日 (2017. 11. 7)	(72) 発明者	田中 幹也 山口県宇部市常盤台 2 - 1 6 - 1 国立大 学法人山口大学工学部内
		審査官	齋藤 卓司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 一次元輝度分布検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

監視対象空間における対象者又は対象物の有無、位置又は動作状態を監視するための一次元輝度分布検知装置であって、

前記監視対象空間に対向する第一のセンサ平面上に第一の距離をおいて一直線上に水平方向に設置される一対の第一ラインセンサと、

前記監視対象空間に対向する第二のセンサ平面上に第二の距離をおいて一直線上に鉛直方向に設置される一対の第二ラインセンサと、

前記一対の第一ラインセンサの前記監視対象空間側にそれぞれ第三の距離をおいて鉛直方向に設置される一対の第一スリット又は第一棒状レンズと、

前記一対の第二ラインセンサの前記監視対象空間側にそれぞれ第四の距離をおいて水平方向に設置される一対の第二スリット又は第二棒状レンズと、

前記一対の第一ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号及び前記一対の第二ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、前記監視対象空間における対象者若しくは対象物の有無及び前記監視対象空間の水平方向及び鉛直方向における前記対象者若しくは対象物の位置を判別する判別手段と、

前記一対の第一ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号及び前記一対の第二ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、前記監視対象空間における対象者若しくは対象物と前記一対の第

ースリット又は第一棒状レンズを含む平面との距離及び前記監視対象空間における対象者若しくは対象物と前記一对の第二スリット又は第二棒状レンズを含む平面との距離を計測する距離計測手段を備えている

ことを特徴とする一次元輝度分布検知装置。

【請求項 2】

前記距離計測手段で計測された距離と前記複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、前記対象者若しくは対象物の水平方向及び鉛直方向における大きさを計測する大きさ計測手段を備える

ことを特徴とする請求項 1 に記載の一次元輝度分布検知装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、二次元画像を用いずに監視対象空間内における対象者又は対象物の有無、位置又は動作状態を把握することができるとともに、対象者又は対象物の距離測定を行うことができる一次元輝度分布検知装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

監視対象空間内における対象者又は対象物の有無、位置又は動作状態を把握するには、通常のカメラを用いた二次元画像が使用されているが、プライバシー保護の面から居宅などでの使用が制限されている。

20

一方、二次元画像を一次元画像に変換する方法も考えられるが、二次元画像を得る時点や得た後で二次元画像情報の流用や盗用が起き、画像を取得する場所によってはプライバシーを侵害するおそれがあった。

【0003】

そこで、複数の焦電センサを天井に配置して、対象者の動きを検知する提案がある。

また、特許文献 1（特許第 5 1 1 5 9 9 1 号公報）には、対象者の体表面に電磁波を発するタグを取り付け、タグリーダーとのセットで、動きの状態を感知する提案や、対象者の行動空間にセンサ付きタグを設置して情報収集する提案が記載されている。

さらに、特許文献 2（特開 2 0 1 2 - 4 8 3 3 5 号公報）には、対象者に携帯端末を所持させ、携帯端末 1 2 から発報される情報に基づいて対象者を監視する提案が記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 5 1 1 5 9 9 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 2 - 4 8 3 3 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、複数の焦電センサを天井に配置して、対象者の動きを検知する提案のものは、装置の取り付けに大掛かりな改修が必要であり、設置コストが大きかった。

40

また、特許文献 1 に記載されている提案のものは、対象者にタグを取り付ける煩わしさや、ベースメーカーへの悪影響の恐れがあり、特許文献 2 に記載されている提案のものは、対象者が携帯端末を所持していないと監視することができなかった。

【0006】

そこで、本発明者らは、この発明に先立ち、監視対象空間内における対象物の有無、位置又は動作状態を把握することを目的として、ロッドレンズの焦点距離上にラインセンサを配置することによって輝度分布を取得する研究を実施した。

しかし、この手法ではロッドレンズから対象物までの距離が不明で、対象物の大きさを把握することができないため、センサの設置環境によっては、全く大きさの異なる荷物や

50

ペットを人間（監視すべき対象）として誤検知する可能性があるという問題があった。

また、ロッドレンズの焦点距離とサイズによって検知範囲や距離が限定されるため、応用範囲が限られるという問題もあった。

したがって、この発明は、特別なタグや携帯端末を用いることなく、小さい設置コストで対象者又は対象物の有無、位置、動作状態、距離又は大きさの監視ができる一次元輝度分布検知装置を提供すること、三次元的な広がりのある空間における輝度分布を監視できるにもかかわらず、プライバシーの保護が必要な場所に設置できる一次元輝度分布検知装置を提供すること、及びロッドレンズとラインセンサを用いた一次元輝度分布検知装置の問題点を解消するとともに、その長所を生かすことができ、特定範囲の波長による監視も可能とすることを目的としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1に係る発明は、監視対象空間における対象者又は対象物の有無、位置又は動作状態を監視するための一次元輝度分布検知装置であって、前記監視対象空間に対向する第一のセンサ平面上に第一の距離をおいて一直線上に水平方向に設置される一対の第一ラインセンサと、前記監視対象空間に対向する第二のセンサ平面上に第二の距離をおいて一直線上に鉛直方向に設置される一対の第二ラインセンサと、前記一対の第一ラインセンサの前記監視対象空間側にそれぞれ第三の距離をおいて鉛直方向に設置される一対の第一スリット又は第一棒状レンズと、前記一対の第二ラインセンサの前記監視対象空間側にそれぞれ第四の距離をおいて水平方向に設置される一対の第二スリット又は第二棒状レンズと、前記一対の第一ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号及び前記一対の第二ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、前記監視対象空間における対象者若しくは対象物の有無及び前記監視対象空間の水平方向及び鉛直方向における前記対象者若しくは対象物の位置を判別する判別手段と、前記一対の第一ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号及び前記一対の第二ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、前記監視対象空間における対象者若しくは対象物と前記一対の第一スリット又は第一棒状レンズを含む平面との距離及び前記監視対象空間における対象者若しくは対象物と前記一対の第二スリット又は第二棒状レンズを含む平面との距離を計測する距離計測手段を備えていることを特徴とする。

【0008】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の一次元輝度分布検知装置において、前記距離計測手段で計測された距離と前記複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、前記対象者若しくは対象物の水平方向及び鉛直方向における大きさを計測する大きさ計測手段を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

請求項1に係る発明の一次元輝度分布検知装置によれば、監視対象空間に対向する第一のセンサ平面上に第一の距離をおいて一直線上に水平方向に設置される一対の第一ラインセンサと、監視対象空間に対向する第二のセンサ平面上に第二の距離をおいて一直線上に鉛直方向に設置される一対の第二ラインセンサと、一対の第一ラインセンサの監視対象空間側にそれぞれ第三の距離をおいて鉛直方向に設置される一対の第一スリット又は第一棒状レンズと、一対の第二ラインセンサの監視対象空間側にそれぞれ第四の距離をおいて水平方向に設置される一対の第二スリット又は第二棒状レンズと、一対の第一ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号及び一対の第二ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、監視対象空間における対象者若しくは対象物（以下単に「対象」という。）の有無及び監視対象空間の水平方向及び鉛直方向における対象の位置を判別する判別手段を備えるだけで、監視対象空間における対象の有無及び対象が水平方向及び鉛直方向のどこに存在しているかを判別できるので、特別なタグや携帯端末を用いることなく、小さい設置コストで対象の有無

10

20

30

40

50

や位置を監視することができ、対象の監視対象空間における斜め方向の動きを分析することもできる。

また、三次元的な広がりのある空間における対象の有無や位置を監視することができるにもかかわらず、得られる情報は一次元的な輝度分布情報のみなので、プライバシーの保護が必要な場所にも設置することができる。

さらに、一对の第一ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号及び一对の第二ラインセンサの長手方向に配置されている複数の受光素子からの光強度信号に基づいて、対象と一对の第一スリット又は第一棒状レンズを含む平面との距離及び対象と一对の第二スリット又は第二棒状レンズを含む平面との距離を計測する距離計測手段を備えているため、対象の前後方向の動きも検知することができる。

10

そして、一对のスリットを用いた場合、検知距離が限定されないという長所があるとともに、スリットの長さやラインセンサとスリットとの距離を変更するだけで、検知範囲を変更することができ、逆に一对の棒状レンズを用いた場合、監視対象空間に存在する対象を精度良く検知することができる。

【0011】

請求項2に係る発明の一次元輝度分布検知装置によれば、請求項1に係る発明の効果に加え、対象の水平方向及び鉛直方向における大きさを計測する大きさ計測手段を備えているので、全く大きさの異なる対象を監視すべき対象として誤検知することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0013】

【図1】ラインセンサ1とスリット2と監視対象空間3からラインセンサ1に入射する光の関係を示す図。

【図2】ラインセンサ1とスリット2と監視対象空間3の水平断面図。

【図3】対象が監視対象空間3内に存在していない場合において、ラインセンサ1の各受光素子によって検知される光強度を示すグラフ。

【図4】対象が監視対象空間3の右側に位置している場合において、ラインセンサ1の各受光素子によって検知される光強度を示すグラフ。

【図5】対象が監視対象空間3の中央に位置している場合において、ラインセンサ1の各受光素子によって検知される光強度を示すグラフ。

30

【図6】対象が監視対象空間3の左側に位置している場合において、ラインセンサ1の各受光素子によって検知される光強度を示すグラフ。

【図7】スリットを用いた一次元輝度分布検知装置の全体構成を示す図。

【図8】スリット板14にロッドレンズ12L、12Rを保持させた状態の斜視図。

【図9】スリット板14にロッドレンズ12L、12Rを保持させた状態の断面図。

【図10】対象の奥行き距離を検出する原理を示す図。

【図11】対象までの距離が1m、センサ間距離が20cm及び40cmである場合におけるヒストグラムの一例。

【図12】対象までの距離が2m、センサ間距離が20cm及び40cmである場合におけるヒストグラムの一例。

40

【図13】実施例に係る一次元輝度分布検知装置の全体構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の実施形態を説明する前に、スリットを用いた一次元輝度分布検知装置によって三次元的な広がりのある空間における対象の有無や位置を監視する原理及びその装置構成について説明する。

【0015】

図1は、スリットを用いた一次元輝度分布検知装置のラインセンサ1とスリット2と監視対象空間3からラインセンサ1に入射する光の関係を示す図である。

ラインセンサ1は、長さ28.5mmで長手方向に2068個の受光素子が並んでおり

50

、ほぼ水平に設置される。

スリット 2 は、幅 4 0 m m、高さ 2 5 m m、厚さ 1 m m の平板の中央に側辺と平行に長さ 1 1 m m、幅 1 m m の細長い孔を開けて形成されており、ラインセンサ 1 の長手方向に延びる直線 4 を含み監視対象空間 3 に向かって水平に延びる延長平面 5 と垂直に交差している。すなわち、スリット 2 は鉛直方向に配置されている。

また、延長平面 5 とスリット 2 はスリット 2 の中央で交差している。

【 0 0 1 6 】

そして、図 1 に示すように監視対象空間 3 の背面が平面の壁 6 であると仮定した場合、ラインセンサ 1 で輝度を計測できる監視対象空間 3 は、ラインセンサ 1 の左端とスリット 2 の下端を通る直線が壁 6 と交差する点 R 1、ラインセンサ 1 の右端とスリット 2 の下端を通る直線が壁 6 と交差する点 L 1、ラインセンサ 1 の左端とスリット 2 の上端を通る直線が壁 6 と交差する点 R 3、ラインセンサ 1 の右端とスリット 2 の上端を通る直線が壁 6 と交差する点 L 3、スリット 2 の下端及びスリット 2 の上端の 6 点で囲まれる空間となる。

10

【 0 0 1 7 】

監視対象空間 3 の壁 6 の幅 X 及び高さ Y は、図 2 に示すようにラインセンサ 1 の長さを x、スリット 2 の長さを y、ラインセンサ 1 とスリット 2 の距離を d、スリット 2 と壁 6 の距離を D とし、スリット 2 の幅 s を無視した場合、次の式で表される。

$$X = x \times D / d$$

$$Y = y \times D / d$$

20

【 0 0 1 8 】

なお、検知できる幅 X はスリット 2 の幅 s 及び平板の厚さ t にも関係し、検知できる角度を (d e g) とすると、及び X は次の式で求められる。

$$= \arctan \{ d / (x / 2 + s / 2) \}$$

ただし、下限は $\arctan (t / s)$

$$X = 2 \times D \times \tan (90^\circ -)$$

ここで、実際の一次元輝度分布検知装置においては、 $d = 15.47 \text{ mm}$ 、 $t = 1 \text{ mm}$ 、 $x = 28.5 \text{ mm}$ であるので、これらの値を上記の式に代入するとともに $s = 0$ とすると、 $= 47^\circ$ となる。

そして、 $\arctan (1 / s)$ が 47° となる s は 0.92 mm と計算されるので、s が 0.92 mm 以上あれば、検知角度 が下限にかかることはない。そのため、実際の一次元輝度分布検知装置においてはスリット幅を 1 mm としてある。

30

【 0 0 1 9 】

監視対象空間 3 に対象が無い場合に、ラインセンサ 1 の左端にある受光素子 S 1 に入射する光強度は、図 1 に示すように、R 1 から R 2 を通って R 3 に至る線上の壁で反射される光の強度の和となり、ラインセンサ 1 の中央にある受光素子 S 2 に入射する光強度は、同じく図 1 の C 1 から C 2 を通って C 3 に至る線上の壁で反射される光の強度の和となり、ラインセンサ 1 の右端にある受光素子 S 3 に入射する光強度は、同じく図 1 の L 1 から L 2 を通って L 3 に至る線上の壁で反射される光の強度の和となる。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、監視対象空間 3 に対象が無い場合において、各受光素子で発生する電荷量に対応する A D U 値のグラフである。横軸は受光素子が左側から何番目かを示し、縦軸の単位は A D U である。

40

受光素子で発生する電荷量は入射する光の強度によって変化するので、図 3 は各受光素子によって検知される光強度を示すグラフといえることができる。

【 0 0 2 1 】

図 4 は、監視対象空間 3 の右側に対象が存在している場合における図 3 と同様のグラフである。

通常、対象は壁より反射率が低いので、図 1 から分かるように、監視対象空間 3 の右側に対象が存在している場合、その対象の存在している位置に対応するラインセンサ 1 の左

50

側にある受光素子によって検知される光強度が下がることとなる。

そのため、グラフの左側の一部において点線で示す図3のグラフよりADU値が下がっている。

【0022】

図5は、監視対象空間3の中央に対象が存在している場合における図3と同様のグラフである。

この場合、グラフの中央において点線で示す図3のグラフよりADU値が下がっている。

【0023】

図6は、監視対象空間3の左側に対象が存在している場合における図3と同様のグラフである。

この場合、グラフの右側の一部において点線で示す図3のグラフよりADU値が下がっている。

【0024】

図4～6においては、対象が監視対象空間3の左右方向のどこに存在しているかによって、その位置に対応した部分のADU値が下がっているが、対象が光を発している場合や、反射率の高いものである場合には、図3のグラフよりADU値が上がる場合もある。

しかし、いずれにしても対象が存在している場合には、図3のグラフに対して何らかの変動が生じるので、図3のグラフにおけるADU値（基準値）と実測されたADU値との差分を検証すれば、対象が監視対象空間3の左右方向のどこに存在しているかを判別することができる。

また、図1に示す一次元輝度分布検知装置では監視対象空間3の鉛直方向における光強度の和を各受光素子で検出するので、立っていた対象が倒れたりして横になった場合、左右方向の限定された位置のADU値が非常に低い状態から、左右方向の対象が倒れている位置のADU値が少し低い状態に変化することになる。そして、このようなADU値の変化を把握することによって、対象が立った状態から横になった状態に変化したことを判別することもできる。

【0025】

図7は、スリットを用いた一次元輝度分布検知装置の全体構成を示す図である。

一次元輝度分布検知装置は、監視対象空間3からの光を絞り込むスリット2と、スリット2を通過した光の強度を検出するラインセンサ1と、ラインセンサ1の各受光素子における受光量に応じた光強度信号を受けて、監視対象空間3内における対象の有無、位置及び動作状態を判別し、その報知を行うための映像情報を送信する判別手段7を備えている。

【0026】

判別手段7は、受信した光強度信号を受光素子毎の時系列データとして記憶する記憶手段9と、一時点における光強度信号に基づいて対象の有無及び位置を判別するとともに、時系列の光強度信号に基づいて対象の動作状態を判別し、それらの判別結果に基づく報知情報を作成するCPU8と、CPU8からの報知情報に基づいて画像情報を表示手段11に送信する表示制御手段10を有している。

【0027】

表示手段11は、表示制御手段10からの画像情報を受信して、対象の有無、位置及び動作状態についての情報を表示するものであって、一次元輝度分布検知装置とともに設けても良いし、一次元輝度分布検知装置から離れた位置に設けても良い。

表示装置11には、対象の有無、位置及び動作状態を表示するが、その表示態様としては、(1)文字や記号による表示、(2)監視対象空間3を示すエリア表示を行うとともに、そのエリア表示内に対象の有無や位置に応じた画像の表示を行うビジュアル表示、(3)光強度信号をグラフ化した表示等がある。

そして、これらの表示態様の中から利用者のニーズに合わせて1つ又は複数の表示を適宜選択して表示させれば良い。

10

20

30

40

50

【0028】

また、判別手段7は記憶手段9を有しているので、判別装置7に対する指示入力手段を追加することにより、過去の指定した時間における対象の有無、位置及び動作状態についての情報を表示手段11に表示させることもできる。

さらに、指定した時間から所定時間ずつ前又は後の時間における対象の有無及び位置を、連続的に表示させることによって、対象の動作状態を追跡することができる。

そうした場合、所定時間を長くすれば、長時間にわたる対象の動作状態の追跡を短時間で行うことができ、逆に所定時間を短くすれば、特に注視したい時間における対象の動作状態の詳細な追跡を行うことができる。

【実施例】

【0029】

以下、実施例によって本発明の実施形態を説明する。

【0030】

図8は実施例に係る一次元輝度分布検知装置のスリット板14にロッドレンズ12L、12Rを保持させた状態の斜視図、図9は同じくスリット板14にロッドレンズ12L、12Rを保持させた状態の断面図であり、図1、図2に示す一次元輝度分布検知装置とはスリット板14に2つのスリット2L、2Rが設けてある点で異なり、また、スリット2L、2Rにそれぞれロッドレンズ12L、12Rを着脱自在に保持させるとともに、図1、図2と同様の位置関係でそれぞれラインセンサ1L、1Rが配置してある点で異なる。

【0031】

実施例に係る一次元輝度分布検知装置は、スリット2L、2Rの背面側にマウント部材13L、13Rを備えており、このマウント部材13L、13Rによってロッドレンズ12L、12Rや可視光のみ又は赤外光のみを透過可能なカバー体(図示せず)を着脱可能に保持することができる。

図8及び図9は、スリット板14に設けてあるレンズ通過部15L、15Rの上方からロッドレンズ12L、12Rを差し込んで、スリット2L、2Rとマウント部材13L、13Rとの間に保持した状態を示している。

そして、ロッドレンズ12L、12Rは、この状態からレンズ通過部15L、15Rの上方へ引き抜くことによりスリット板14から外すことができるようになっている。

カバー体については図示しないが、ロッドレンズ12L、12Rと同等の長さを有する長方形の板であり、スリット板14の上方から差し込むことによりスリット2L、2Rとマウント部材13L、13Rとの間に保持でき、上方へ引き抜くことによりスリット板14から外すことができるようになっている。

【0032】

実施例においては、スリット2L、2Rとマウント部材13L、13Rとの間に(1)何も保持しない状態、(2)それぞれカバー体を保持した状態、(3)ロッドレンズ12L、12Rを保持した状態、(4)それぞれロッドレンズ及びカバー体を保持した状態に変更可能である。

そのため、監視目的や環境に合わせて上記(1)~(4)からいずれかの状態を選択し、的確に対象の有無、位置又は動作状態を監視することができる。

なお、上記(4)の状態にするためには、ロッドレンズをスリット2L、2Rとカバー体との間に挟まれた状態とする必要があるため、ロッドレンズ12L、12Rより小径のものを用いる。

【0033】

ここで、上記(1)、(2)の状態は広い監視対象空間において対象を監視する場合に適しており、上記(3)、(4)の状態は限られた監視対象空間において対象を精度良く監視する場合に適している。

また、(2)、(4)の状態については、カバー体が可視光のみを透過可能であれば監視対象空間が明るい場合に適しており、カバー体が赤外光のみを透過可能であれば監視対象空間が暗く、監視する対象が赤外線を発する場合に適している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

上記(1)～(4)いずれかの状態におけるADU値のグラフは、監視対象空間に対象が無い場合、監視対象空間の右側に対象が存在している場合、監視対象空間の中央に対象が存在している場合、及び監視対象空間の左側に対象が存在している場合において、それぞれ図3～6のグラフと同様の傾向のものとなる。

ただし、上記(3)、(4)の状態におけるADU値のグラフは、スリットを用いた一次元輝度分布検知装置や上記(1)又は(2)の状態のようにスリット2L、2Rを用いる場合に比べて、ロッドレンズ12L、12Rによって多くの光を集めることができるため、同じ監視対象空間であればより大きなADU値が得られ、輝度分布の分解能が高まる。その結果、誤検知が減少して多くの状態判別が可能になる。

10

【 0 0 3 5 】

図10は、対象の奥行き距離を検出する原理を示す図である。

ラインセンサ1L、1R及びロッドレンズ12L、12Rは、それぞれ中心と中心との距離及び中心線と中心線との距離(以下「センサ間距離」という。)が w となるように配置され、ロッドレンズ12L、12Rは、それぞれラインセンサ1L、1Rの中心の監視対象空間側に距離 f を置いて配置されている。

図10においては、監視対象空間内に対象16が存在し、背景、対象16及びその他の監視対象空間内に存在する物体等から反射又は出射される光が、図1と同様の経路によってロッドレンズ12L、12Rを通過して、それぞれラインセンサ1L、1Rに入射する。

20

【 0 0 3 6 】

例えば、対象16の上下に延びる線状領域(以下単に「線状領域」という。)からの光が光路17L、17Rを通過してラインセンサ1L、1Rに入射し、それぞれ受光素子 g_L 及び g_R で検出された場合、ロッドレンズ12L、12Rの中心線を含む平面と対象16の線状領域との距離 z (以下「対象の奥行き距離」という。)は次の式で求められる。

$$z = f \times w / (x_L + x_R)$$

ここで、 x_L はラインセンサ1Lの中心(左端から1034番目)にある受光素子 c_L と受光素子 g_L の距離、 x_R はラインセンサ1Rの中心(左端から1034番目)にある受光素子 c_R と受光素子 g_R の距離である。

したがって、特定の線状領域からの光がラインセンサ1L、1Rのどの受光素子で検出されたか判別できれば、特定の線状領域が存在している対象の奥行き距離を求めることができる。

30

【 0 0 3 7 】

そして、ロッドレンズ12L、12Rとラインセンサ1L、1Rは近接して配置されているので、ラインセンサ1L、1Rで得られる輝度分布は左右にずれた同様のものとなり、例えばラインセンサ1Lにおいて受光素子 g_L で特異値が検出され、ラインセンサ1Rにおいて受光素子 g_R で特異値が検出された場合、受光素子 g_L に対応する線状領域と受光素子 g_R に対応する線状領域は、同じ線状領域と推定されるので、それぞれの特異値が検出された受光素子 g_L 、 g_R を抽出することによって対象の奥行き距離を求めることができる。

40

特異値を検出するに際しては、基準となるADU値と実測されたADU値との差分の絶対値を用い、そのピーク値を用いると良い。

なせなら、ピーク値の抽出は容易に行うことができ、かつ、そのピーク値が検出された受光素子に対応する線状領域は、背景に対して非常に暗いか非常に明るい特定の線状領域であると推定されるからである。

【 0 0 3 8 】

図11は、対象までの距離が1m、センサ間距離 w が20cm及び40cmである場合におけるヒストグラムの一例であり、図12は、対象までの距離が2m、センサ間距離 w が20cm及び40cmである場合におけるヒストグラムの一例である。

このヒストグラムは、対象が存在していない時又は対象が移動する前における監視対象

50

空間の測定輝度（背景輝度）のADU値と、対象が存在している時又は対象が移動した後における監視対象空間の測定輝度（変動輝度）のADU値との差の絶対値（以下「ADU差分値」という。）の分布である。

そして、監視対象空間内に対象が移動してきた場合又は監視対象空間内で止まっていた対象が動いた場合、ADU差分値は、その対象が存在する領域において比較的大きな値となり、その対象が存在しない領域において比較的小きな値となる。

また、このヒストグラムにおいてADU差分値が最大となっている受光素子に対応する線状領域は、背景に対して非常に暗いか非常に明るい線状領域である。

【0039】

次に、ヒストグラムから対象の奥行き距離を測定する方法について説明する。

例えば、図11(a)では、ラインセンサ1LにおけるADU差分値のピーク値に対応する受光素子とcLとの距離からxLを、ラインセンサ1RにおけるADU差分値のピーク値に対応する受光素子とcRとの距離からxRを得ることができる。

そうすると、センサ間距離w並びに距離fは一次元輝度分布検知装置の仕様に応じた既知の値であるから、 $f \times w / (xL + xR)$ の式にf、w及び得られたxLとxRの値を代入することで対象の奥行き距離を計算することができる。

そして、対象の奥行き距離が1mの図11(a)(b)及び同2mの図12(a)(b)のヒストグラムから計算された対象の奥行き距離（測定距離）は次のとおりとなった。

図11(a)の測定距離：1.2m（センサ間距離w：20cm、誤差0.2m）

図11(b)の測定距離：1.14m（センサ間距離w：40cm、誤差0.14m）

図12(a)の測定距離：1.57m（センサ間距離w：20cm、誤差0.43m）

図12(b)の測定距離：1.79m（センサ間距離w：40cm、誤差0.21m）

なお、距離fはいずれの場合でも8mmである。

【0040】

これらの結果から、センサ間距離wを40cmとした場合、実際の奥行き距離と測定距離との差は最大で0.21mであり、ロッドレンズ12L、12Rとラインセンサ1L、1Rを左右に並べて配置した一次元輝度分布検知装置によって、対象の奥行き距離をそれほど大きな誤差を生じることなく測定できることが確認できた。

また、図11と図12における測定距離の比較から、実際の奥行き距離が小さいと誤差は小さくなることがわかり、図11の(a)と(b)及び図12の(a)と(b)における測定距離の比較から、センサ間距離wが大きいと誤差が減少することがわかった。

これは、実際の奥行き距離が小さいほど、また、センサ間距離wが大きいほど、ラインセンサ1L、1Rの中心とADU差分値のピーク値が生じた受光素子との距離であるxL及びxRが大きくなるためと考えられる。

【0041】

なお、ロッドレンズ12L、12Rに代えてスリット2L、2Rを用いた場合の測定結果については省略するが、ADU差分値のピーク値が下がり誤差は広がるものの、センサ間距離wを大きくすることで、比較的近いところに存在している監視対象の距離測定については大きな支障は生じない。

【0042】

さらに、監視対象空間内に対象が移動して来たか監視対象空間内で止まっていた対象が動いたことにより、その対象が存在する領域において比較的大きなADU差分値が生じることを利用して、その対象のラインセンサ長手方向についての大きさを求めることができる。

すなわち、奥行き距離1mの所にラインセンサ長手方向の大きさが1mの対象が移動して来たとき、ラインセンサにおいてmmの領域で比較的大きなADU差分値を含む正の値が継続する場合、測定距離がm、比較的大きなADU差分値を含む正の値が継続している領域の長さがmmであれば、対象のラインセンサ長手方向についての大きさmは次の式で求められる。

$$= \frac{\quad}{\quad} \times$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

図 1 3 は、実施例に係る一次元輝度分布検知装置の全体構成を示す図である。

実施例に係る一次元輝度分布検知装置は、監視対象空間からの光を絞り込むスリット 2 L、2 R 又はロッドレンズ 1 2 L、1 2 R と、スリット 2 L、2 R 又はロッドレンズ 1 2 L、1 2 R を通過した光の強度を検出するラインセンサ 1 L、1 R と、ラインセンサ 1 L、1 R の各受光素子における受光量に応じた光強度信号を受けて、監視対象空間内における対象の有無、位置及び動作状態を判別し、その報知を行うための映像情報を送信する判別手段と、監視対象空間内における対象の奥行き距離を測定する奥行き距離測定手段と、対象のラインセンサ長手方向についての大きさを測定する大きさ測定手段を備えている。

判別手段、奥行き距離測定手段及び大きさ測定手段を合わせて判別測定手段 2 2 という。

10

【 0 0 4 4 】

判別測定手段 2 2 は、受信した光強度信号を受光素子毎の時系列データとして記憶する記憶手段 1 9 と、一時点における光強度信号に基づく対象の有無判別及び位置判別、時系列の光強度信号に基づく対象の動作状態判別、記憶手段 1 9 に記憶された受光素子毎の時系列データに基づく輝度分布が変動する直前における背景輝度分布の保持、同時系列データに基づく変動輝度分布の保持、保持している背景輝度分布と変動輝度分布の差の絶対値の分布に基づく対象の奥行き距離と大きさの測定を行い、それらの判別結果や測定結果に基づく報知情報を作成する CPU 1 8 と、CPU 1 8 からの報知情報に基づいて画像情報を表示手段 2 1 に送信する表示制御手段 2 0 を有している。

20

【 0 0 4 5 】

表示手段 2 1 は、表示制御手段 2 0 からの画像情報を受信して、対象の有無、位置、動作状態、奥行き距離及び大きさについての情報を表示するものであって、一次元輝度分布検知装置とともに設けても良いし、一次元輝度分布検知装置から離れた位置に設けても良い。

表示装置 2 1 には、対象の有無、位置、動作状態、奥行き距離及び大きさを表示するが、その表示態様としては、(1) 文字や記号による表示、(2) 監視対象空間を示すエリア表示を行うとともに、そのエリア表示内に対象の有無、位置、奥行き距離及び大きさに応じた画像の表示を行うビジュアル表示、(3) 光強度信号をグラフ化した表示等がある。

30

そして、これらの表示態様の中から利用者のニーズに合わせて 1 つ又は複数の表示を適宜選択して表示させれば良い。

【 0 0 4 6 】

また、判別測定手段 2 2 は記憶手段 1 9 を有しているので、判別測定装置 2 2 に対する指示入力手段を追加することにより、過去の指定した時間における対象の有無、位置、動作状態、奥行き距離及び大きさについての情報を表示手段 2 1 に表示させることもできる。

さらに、指定した時間から所定時間ずつ前又は後の時間における対象の有無、位置、奥行き距離及び大きさを、連続的に表示させることによって、対象の動作状態を追跡することができる。

40

そうした場合、所定時間を長くとれば、長時間にわたる対象の動作状態の追跡を短時間で行うことができ、逆に所定時間を短くとれば、特に注視したい時間における対象の動作状態の詳細な追跡を行うことができる。

【 0 0 4 7 】

実施例の一次元輝度分布検知装置に関する変形例を列記する。

(1) 実施例においては、ラインセンサ 1 L、1 R を水平方向に、スリット 2 L、2 R 及びロッドレンズ 1 2 L、1 2 R を鉛直方向に配置しているが、ラインセンサ 1 L、1 R を十字状、T 字状又は L 字状とし、スリット 2 L、2 R 及びロッドレンズ 1 2 L、1 2 R を同様に十字状、T 字状又は L 字状としても良い。

そうした場合、水平方向のラインセンサによって検知される光強度を用いて対象が左右

50

方向のどこに存在しているかを判別するとともに左右方向における大きさを測定し、鉛直方向のラインセンサによって検知される光強度を用いて対象が上下方向のどこに存在しているかを判別するとともに上下方向における大きさを測定することができる。

(2) 実施例においては、ラインセンサ 1 L、1 R を水平方向に、スリット 2 L、2 R 及びロッドレンズ 1 2 L、1 2 R を鉛直方向に配置しているが、スリット 2 L、2 R 及びロッドレンズ 1 2 L、1 2 R 又は一次元輝度分布検知装置全体を、スリット板 1 4 の面に垂直な軸の回りに回転させた状態となるように配置しても良い。

そうした場合、監視対象空間を斜めに横切るラインに沿った光強度の和が、ラインセンサ 1 L、1 R の各受光素子に入射するので、対象が上下方向に移動しても左右方向に移動しても、ラインセンサ 1 L、1 R によって検知される光強度が変化することとなる。

10

したがって、2つの一次元輝度分布検知装置を用いたり、上記(1)で述べたように十字状、T字状又はL字状のラインセンサを用いたりすることなく、対象の左右方向及び上下方向の動きを判別することができる。

(3) 実施例の判別測定手段 2 2 は、受信した光強度信号を受光素子毎の時系列データとして記憶する記憶手段 1 9 を備え、時系列の光強度信号に基づいて対象の動作状態を判別できるようになっているが、現時点の対象の有無、位置、奥行き距離及び大きさのみを検知又は計測するだけで良ければ、記憶手段 1 9 や動作状態の判別機能は不要である。

その場合、背景輝度分布は事前に測定して得られたデータを用いることとなる。

また、判別測定手段 2 2 に記憶手段 1 9 や動作状態の判別機能を設けなくても、判別測定手段 2 2 から対象の有無、位置、距離若しくは大きさについての情報又は各受光素子の光強度信号を所定周期で別の解析装置に送信し、それらの情報を受信した解析装置で、時系列に情報を蓄積し解析して対象の動作状態を判別することも可能である。

20

(4) 実施例においては、対象の有無、位置、動作状態、奥行き距離及び大きさを表示手段 2 1 で報知しているが、表示手段 2 1 に代えて又は追加してスピーカを設けても良い。

そうした場合、画像による報知に代えて又は追加して、音による報知を行うことができる。

【符号の説明】

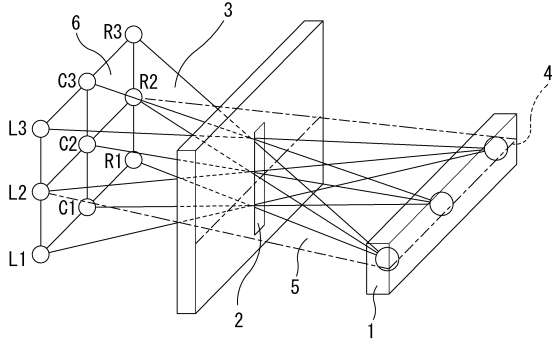
【0048】

- 1、1 L、1 R ラインセンサ 2、2 L、2 R スリット
- 3 監視対象空間 4 ラインセンサ 1 の長手方向に延びる直線
- 5 監視対象空間 3 に向かって水平に延びる延長平面 6 壁
- 7 判別手段 8 CPU 9 記憶手段
- 10 表示制御手段 11 表示手段
- 12 L、12 R ロッドレンズ 13 L、13 R マウント部材
- 14 スリット板 15 L、15 R レンズ通過部
- 16 対象 17 L、17 R 光路
- 18 CPU 19 記憶手段 20 表示制御手段
- 21 表示手段 22 判別測定手段
- d ラインセンサ 1 とスリット 2 の距離 D スリット 2 と壁 6 の距離
- s スリット 2 の幅 x ラインセンサ 1 の長さ X 壁 6 の幅
- f ロッドレンズ 1 2 L、1 2 R とラインセンサ 1 L、1 R の距離
- w センサ間距離 z 対象の奥行き距離
- x L 受光素子 c L と受光素子 g L の距離
- x R 受光素子 c R と受光素子 g R の距離

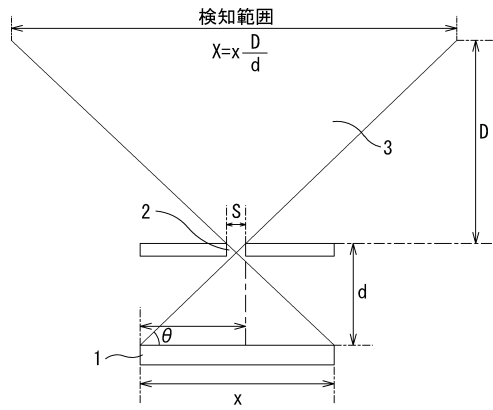
30

40

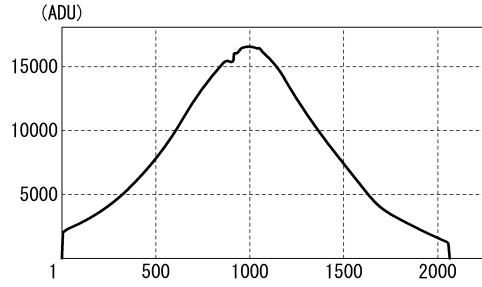
【図1】



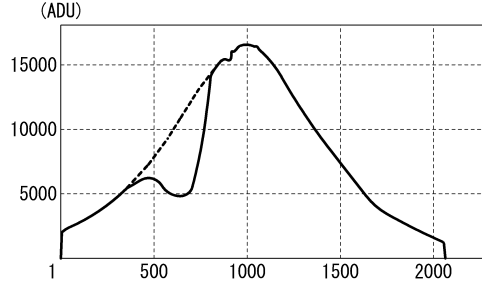
【図2】



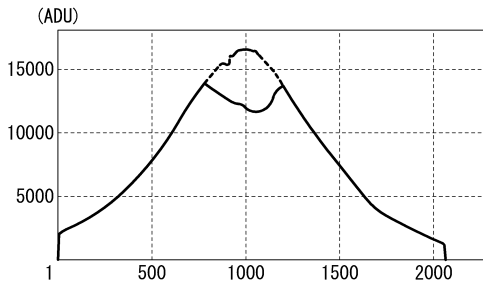
【図3】



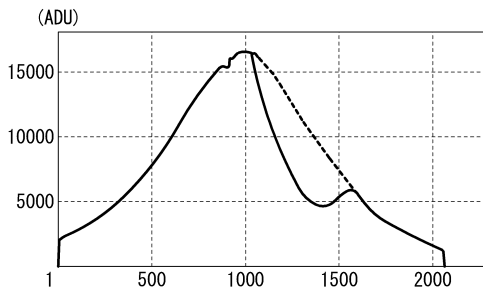
【図4】



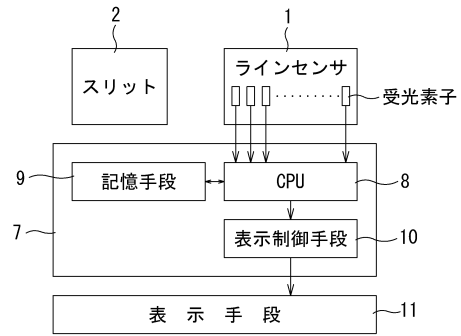
【図5】



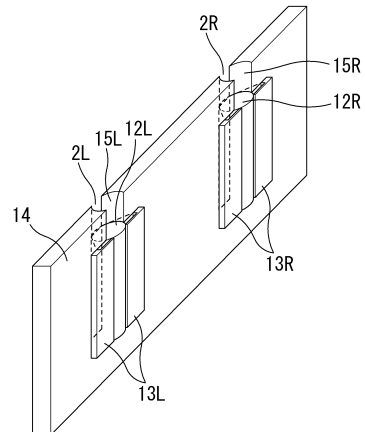
【図6】



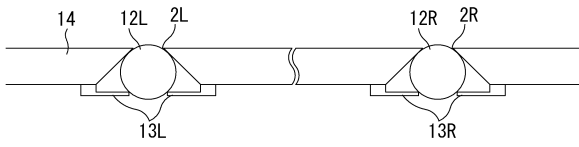
【図7】



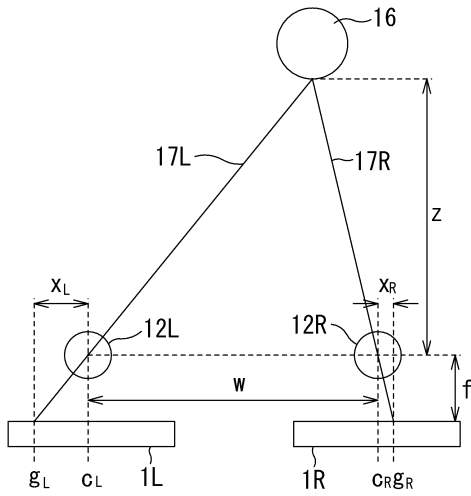
【図8】



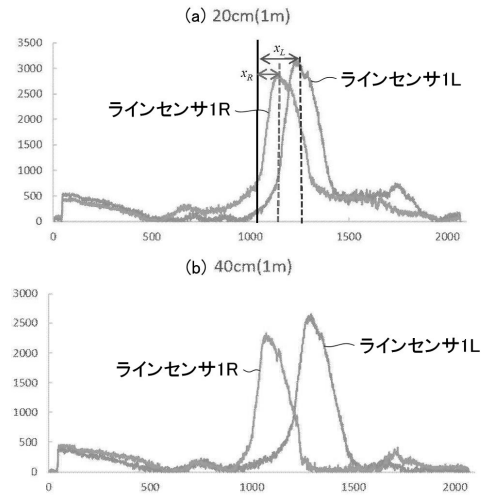
【図9】



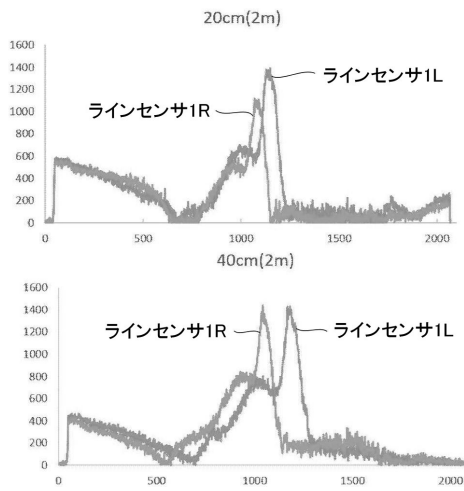
【図10】



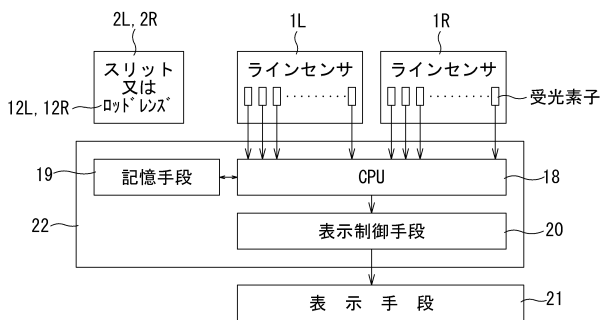
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-181517(JP,A)
特開2014-202521(JP,A)
特開平09-218035(JP,A)
特開2003-098265(JP,A)
特開2000-347797(JP,A)
特開2015-163868(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00
G01C 3/06
G08B 21/02