

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3812463号  
(P3812463)

(45) 発行日 平成18年8月23日(2006.8.23)

(24) 登録日 平成18年6月9日(2006.6.9)

(51) Int. Cl.	F I	
<b>GO 1 C 15/00 (2006.01)</b>	GO 1 C 15/00	1 O 4 C
<b>A 4 7 L 9/00 (2006.01)</b>	GO 1 C 15/00	1 O 3 D
<b>A 4 7 L 9/28 (2006.01)</b>	A 4 7 L 9/00	1 O 2 Z
	A 4 7 L 9/28	E

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-62815 (P2002-62815)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成14年3月8日(2002.3.8)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2003-262520 (P2003-262520A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成15年9月19日(2003.9.19)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成16年3月11日(2004.3.11)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	荒井 穰
			茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
			日立製作所 機械研究所内
		(72) 発明者	竹内 郁雄
			茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
			日立製作所 機械研究所内
		(72) 発明者	小関 篤志
			茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
			日立製作所 機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 方向検出装置およびそれを搭載した自走式掃除機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光を発光し固設された発光体と、移動体に搭載された光センサユニットとを備えた方向検出装置において、前記光センサユニットに、発光体から発光された光を受光する複数の第1の受光手段と、この第1の受光手段よりも受光可能な入射範囲が狭い第2の受光手段と、を備え、

前記移動体を回転させ前記第2の受光手段が前記発光体を検出した方向に基づいて、前記発光体が各方向に存在するときの各前記第1の受光手段の受光強度比と対応する評価関数の値と評価関数を求めるために前記第1の受光手段のうちどの素子を用いたかが記録される方向検出データベースが構築され、前記発光体の方向は前記方向検出データベースのデータに基づいて検出される方向検出装置。

10

【請求項2】

前記移動体に移動体の移動量を検出する手段を設けたことを特徴とする請求項1または2に記載の方向検出装置。

【請求項3】

前記第1および第2の受光手段は、略円筒上に形成された受光面の外周部に設けられており、前記第2の受光手段を移動体の進行方向またはその逆方向に設けたことを特徴とする請求項1に記載の方向検出装置。

【請求項4】

前記移動体が自走式掃除機であり、請求項1に記載の方向検出装置を搭載したことを特

20

徴とする自走式掃除機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は方向検出装置に係り、特に自走式掃除機や自走式台車に好適な方向検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

自走式移動体に用いる従来の位置検出装置の例が、特開平7-311041号公報に記載されている。この位置検出装置は、自律的に現在位置を把握するために、駆動輪を有する移動体の上面に平面的に所定距離離れた位置に2つの受光部を取り付けている。これらの受光部は旋回可能になっている。それとともに基準局の側面には、平面的に所定距離離れた位置に2つの発光部を取付けている。移動体上の受光部が旋回しながらサンプリングすると受光量が変化する。受光量のピークとなった旋回角に基づいて、相対位置と相対的な姿勢角を求めている。

10

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

上記公報に記載の位置検出方法では、移動体に2組の旋回可能な受光軸を設けているので、受光部の構成が複雑になっている。そのため、家庭用の掃除機等にこれらの受光体を搭載するときには、小型化の阻害要因となっている。

20

【0004】

本発明は、上記従来技術の不具合に鑑みなされたものであり、その目的は移動体に搭載する方向検出装置を小型化することにある。本発明の他の目的は、安価な方向検出装置を実現することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため本発明は、光を発光し固設された発光体と、移動体に搭載された光センサユニットとを備えた方向検出装置において、前記光センサユニットに、発光体から発光された光を受光する複数の第1の受光手段と、この第1の受光手段よりも受光可能な入射範囲が狭い第2の受光手段と、を備え、前記移動体を回転させ前記第2の受光手段が前記発光体を検出した方向に基づいて、前記発光体が各方向に存在するときの各前記第1の受光手段の受光強度の比と対応する評価関数の値と評価関数を求めるために前記第1の受光手段のうちどの素子を用いたかが記録される方向検出データベースが構築され、前記発光体の方向は前記方向検出データベースのデータに基づいて検出されるものである。

30

【0007】

上記目的を達成するための他の特徴として、移動体を自走式掃除機とし、上記いずれかの特徴の方向検出装置を搭載したものである。

【0008】

【発明の実施の形態】

40

以下本発明に係る方向検出装置の一実施例を、自走式掃除機に搭載した例について図面を用いて説明する。図1に、自走式掃除機の模式図を示す。自走式掃除機4の上部には、赤外線を発光する光センサユニット1が取り付けられている。自走式掃除機4から離れた位置に、発光体5が固定されている。光センサユニット1は、発光体5から照射される変調された赤外線11を受け取るために、広指向角の受光素子2と狭指向角の受光素子3とを備えている。これらの受光素子2、3の個々の受光強度情報は、自走式掃除機4内部に設けた演算手段7に送られる。

【0009】

演算手段7は、自走式掃除機4を駆動する駆動系の制御部6に接続されている。駆動系は一对の駆動輪10を有しており、演算手段7は、駆動輪10の回転速度と回転量を駆動系

50

制御部 6 に指令する。演算手段 7 の指令に応じた回転速度と回転量で駆動輪 10 が回転すると、駆動系制御部 6 から演算手段 7 に実際の駆動輪 10 の回転速度と回転量の情報が送られる。自走式掃除機 4 の前下部には掃除機部 8 が設けられており、自走式掃除機 4 の移動とともに床面に散乱したごみ等を吸い込む。演算手段 7 はこの掃除機部 8 にも接続されており、掃除機部 8 の運転と停止を制御する。演算手段 7 はさらに、記憶手段 9 と接続されている。記憶手段 9 は、広指向角の受光素子 2 の受光強度と、発光体 5 に対する光センサユニット 1 の姿勢角の関係についての情報を記憶する。演算手段 7 の指令情報および記憶手段に記憶される情報は、この自走式掃除機 4 に設けた図示しない入力手段または、この自走式掃除機 4 とは別体に設けたりモコンから入力される。

#### 【0010】

このように構成した自走式掃除機に搭載される光センサユニットの詳細を、図 2 および図 3 に示す。図 2 は、光センサユニットの斜視図である。光センサユニット 1 は、円筒形状をしており、その外周部に広指向角の受光素子 2 と狭指向角の受光素子 3 が配置されている。図 3 に、光センサユニット 1 の横断面図を示す。広指向角の受光素子 2 を、円周方向 60 度おきに 6 個配置する。各受光素子 2 の受光可能な入射角範囲は、光軸から左右にそれぞれ 60 度以上になっており、入射角で 120 度以上の範囲については、発光体 5 からの赤外光 11 を検出できる。これにより、360 度どの方向に発光体 5 が存在しても、いずれかの隣り合う 2 個の広指向角の受光素子 2 が、赤外光 11 を検出できる。

#### 【0011】

狭指向角の受光素子 3 は、円周方向に 1 か所だけ設けられており、広指向角の受光素子 2、2 の中間に位置している。狭指向角の受光素子 3 の前面には図示しないスリットが形成されている。このスリットは、発光体 5 が発光する赤外光 11 の受光可能な範囲、すなわち入射角の方向と広さを調整する。これにより、狭指向角の受光素子 3 の受光範囲を、広指向角の受光素子 2 の受光範囲に比べて狭くしている。

#### 【0012】

図 4 に、図 1 に示した自走式掃除機 4 の上面図を示す。光センサユニット 1 は、2 個の駆動輪 10 の中央部の真上に位置している。駆動輪 10 の一方を正転させ、もう一方を同じ速度で逆転させると、自走式掃除機は光センサユニット 1 を中心に、その場で回転する。

#### 【0013】

広指向角の受光素子 2 の赤外線 11 に対する感度  $S$  と入射角  $\theta$  の関係を、図 5 に示す。受光素子 2 の感度は、受光素子 2 に垂直な方向からの入射時にピークとなり、入射角が垂直方向からずれるにつれて急激に感度が低くなる。図 6 および図 7 を用いて、光センサユニット 1 の受光範囲を説明する。図 6 の位置に発光体 5 が位置した場合には、広指向角の受光素子 2 a、2 b の 2 つの受光素子が受光可能である。このときの受光素子 2 a、b の感度  $S_{2a}$ 、 $S_{2b}$  を示したのが、図 5 である。

#### 【0014】

光センサユニット 1 と発光体 5 との距離が十分に離れている場合は、各受光素子 2 a、2 b から発光体 5 までの距離はほぼ等しいとみなされる。そこで、発光体 5 までの距離が略等しい関係から各受光素子 2 a、2 b が光センサユニット 1 の中央にあると模擬する。そして、各受光素子 2 a、2 b の受光強度の比を用いて光センサユニット 1 の中央部における受光強度を求め、光センサユニット 1 に対する発光体 5 の方向を求める。

#### 【0015】

本方法を用いれば、発光体 5 がどの方向にあっても広指向角の受光素子 2 のうち 2 個以上が受光可能となる。したがって、受光量が上位 2 個の素子を選んで受光量の比を求めれば、発光体 5 の方向を定めることができる。さらに円周上に配置した全部の広指向角の受光素子 2 の受光強度を同時に検出できるようにすれば、自走式掃除機 4 の走行中にも、発光体 5 の位置を検出できる。

#### 【0016】

狭指向角の受光素子 3 の感度特性を、図 8 に示す。図 8 の細い実線は、スリットを形成しないときの感度分布特性であり、太い実線はスリットを形成した場合である。図 7 にこの

10

20

30

40

50

狭指向角の受光素子 3 で発光体 5 を検出する様子を示す。スリットを形成したことにより、狭指向角の受光素子 3 は略垂直に入射する発光素子 5 b からの赤外光しか受光できない。すなわち図 7 に示すように、発光体 5 が狭指向角の受光素子 3 の垂直面から離れた方向にある発光体 5 a のときは、感度は図 8 に示すように略 0 となる。

**【 0 0 1 7 】**

なお、狭指向角の受光素子 3 が赤外線 1 1 を検出したかどうかにより、発光体 5 が光センサユニット 1 の所定方向にあるかどうかを判別する。狭指向角の受光素子 3 の分解能は、受光素子 3 の検出可能な入射角の範囲により定まる。また、受光素子の特性が図 8 において細線で示したように左右対称であっても、受光可能な入射角の範囲はスリットにより定まる。

10

**【 0 0 1 8 】**

図 9 に、自走式掃除機 4 が狭指向角の受光素子 3 を用いて発光体 5 を検出する例を示す。自走式掃除機 4 をその場で回転させ、狭指向角の受光素子 3 が赤外線 1 1 を検出した方向を発光体 5 の方向とみなす。狭指向角の受光素子 3 の受光可能範囲が要求される分解能よりも広い場合には、自走式掃除機 4 をその場で回転させる際に、狭指向角の受光素子 3 が赤外線 1 1 を検出し始めた方向と赤外線 1 1 を検出できなくなった方向との 2 つの方向の中間の方向を発光体 5 の方向とみなす。

**【 0 0 1 9 】**

図 10 に、発光体 5 の方向を検出する際の情報の流れを示す。狭指向性の受光素子 3 の受光量に基づいて演算手段 7 が受光の有無を判定する。受光素子 3 が受光していると判定したときは、そのときの発光体 5 の方向を角度情報として記憶し、走行経路を計画するときに用いる。一方、広指向性の受光素子 2 の受光強度を、記憶手段 9 に記憶されている方向検出データベースと比較するために、比較可能な形に変換する。つまり、広指向性の受光素子 2 のなかで最も受光強度が強い素子と、2 番目に受光強度が強い素子の受光強度の比から評価関数を決定し、データベースの記憶値と比較する。評価関数は受光強度の比と 1 対 1 に対応するものであれば良い。

20

**【 0 0 2 0 】**

評価関数の値と評価関数を求めるためにどの素子の受光強度を用いたかの情報とを、方向検出データベースと照合する。方向検出データベースには、発光体 5 が各方向に存在するときの評価関数の値と評価関数を求めるためにどの素子を用いたかが記録されている。方向検出データベースと評価関数を照合するときは、評価関数の値を求めるのに用いた素子のデータを、データベースから検索する。次に検索されたデータを補間もしくは外挿する。これにより、評価関数の値に対応する方向が求められる。この方向は走行経路を計画するときに用いられる。

30

**【 0 0 2 1 】**

広指向角の受光素子 2 は方向検出データベースのデータに基づいて発光体 5 の方向を検出する。経年変化や光学系の汚れなどで素子の特性が変化したときは、方向検出データベースを再構築する。図 11 に、方向検出データベースの再構築のフローチャートを示す。

**【 0 0 2 2 】**

ステップ 1 0 0 で再構築を開始する。狭指向角の受光素子 3 を用いて、正確な発光体 5 の方向を検出する(ステップ 1 1 0)。次に上述した評価関数を計算する(ステップ 1 2 0)。発光体 5 の方向、評価関数の値および評価関数の値を求めるのに用いた広指向角の受光素子 2 の番号を記憶手段 9 に記憶する(ステップ 1 3 0)。

40

**【 0 0 2 3 】**

所定の角度だけ自走式掃除機 4 を、その場で回転させる。このときの回転の角度は駆動輪 1 0 に取り付けられたエンコーダから求める(ステップ 1 4 0)。方向検出データベースの再構築を始めてから、自走式掃除機 4 を合計 3 6 0 度以上回転したか否かを判断する(ステップ 1 5 0)。3 6 0 度以上回転していれば方向検出データベースの再構築を終了する(ステップ 1 6 0)。自走式掃除機 4 の回転が 3 6 0 度に満たない場合は、ステップ 1 2 0 に戻る。以下、上述したステップを繰り返す。

50

## 【 0 0 2 4 】

以上の動作を実行すると、広指向角のセンサ 2 が発光体 5 の方向を正確に検出できる。方向検出データベースをユーザが任意に再構築することもできるし、自走式掃除機 4 を起動するごとに再構築しても良い。また、狭指向角の受光素子 3 が発光体 5 の方向を検出し、広指向角の受光素子 2 も発光体 5 の方向を検出したときであって、2 種の受光素子 2、3 の検出角度の差が大きくなったときに自動的に実行するようにしても良い。なお、この場合、データベースを再構築せずに、ユーザに対してデータベースの再構築を促す表示をするようにしてもよい。

## 【 0 0 2 5 】

図 1 2 に、発光体 5 を基準にして位置を検出する方法を示す。発光体 5 c、5 d を自走式掃除機 4 の使用環境に設置する。発光体 5 c、5 d が発する赤外線 1 1、1 1 は、それぞれ異なる変調周波数で変調されている。この変調周波数の違いにより、発光源を区別できる。自走式掃除機 4 は、図の左方である A の位置で発光体 5 c、5 d の方向を検出する。この点 A から距離 L だけ右方に離れた位置 B まで自走式掃除機 4 が走行したことを計測するのに、自走式掃除機 4 の駆動輪 1 0 に取り付けられたエンコーダ(図示せず)を使用する。

10

## 【 0 0 2 6 】

位置 B で、再度発光体 5 c、5 d の方向を検出する。この動作により、自走式掃除機 4 の移動方向に対する発光体 5 c、5 d の方向が求められる。すなわち、発光体 5 c の位置 A における方向は  $A_c$  であり、発光体 5 d の位置 A における方向は  $A_d$  であり、発光体 5 c の位置 B における方向は  $B_c$  であり、発光体 5 d の位置 B における方向は  $B_d$  である。これらの角度と、自走式掃除機 4 の移動距離 L とから、三角測量の原理を用いて、発光体 5 c、5 d と自走式掃除機 4 の相対的な位置関係が求められる。なお、発光体 5 c、5 d の座標が既知であれば、位置 A、B の座標を求めることもできる。

20

## 【 0 0 2 7 】

なお、上記実施例では移動体として自走式掃除機を例に取り説明したが、工場内で使用される無人搬送車や各種自走ロボットに本発明を適用できることは言うまでもない。無人搬送車の場合、発光体位置を求めるのが容易であり、かつ通常搬送路は概略定まっているので、高精度に搬送車の位置決め等が可能になる。

## 【 0 0 2 8 】

## 【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、予め設定した発光体の移動体に対する方向角度を三角測量の原理を用いて求めることができるので、方向検出装置の可動部品数を低減でき、方向検出装置の信頼性を高めるとともに、安価に方向検出装置を実現できる。

30

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る自走式掃除機の一実施例の模式図。

【図 2】図 1 に示した自走式掃除機に用いられる光センサユニットの斜視図。

【図 3】図 2 の光センサユニットの横断面図。

【図 4】図 1 に示した自走式掃除機の上面図。

【図 5】第 1 の受光手段の感度を説明するグラフ。

【図 6】第 1 の受光手段を説明する図。

40

【図 7】第 2 の受光手段を説明する図。

【図 8】第 2 の受光手段の感度を説明するグラフ。

【図 9】図 1 に示した自走式掃除機の動作を説明する図。

【図 1 0】方向検出時の情報の流れを説明するブロック図。

【図 1 1】方向検出データベースの再構築の手順を説明するフローチャート。

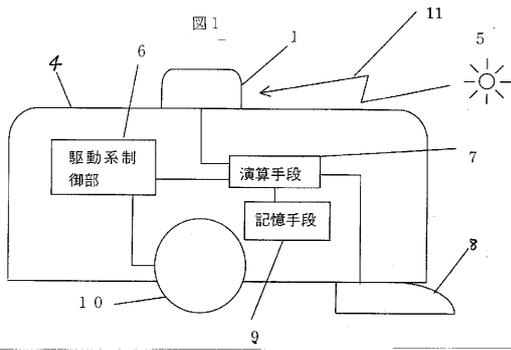
【図 1 2】図 1 に示した自走式掃除機の動作を説明する図。

## 【符号の説明】

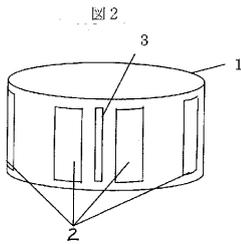
1 ... 光センサユニット、2、2 a、2 b ... 広指向角の受光素子(第 1 の受光手段)、3 ... 狭指向角の受光素子(第 2 の受光手段)、4 ... 移動体、5、5 a、5 b、5 c、5 d ... 発光体、6 ... 駆動系制御部、7 ... 演算手段、9 ... 記憶手段、1 0 ... 駆動輪。

50

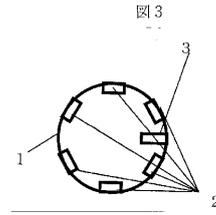
【 図 1 】



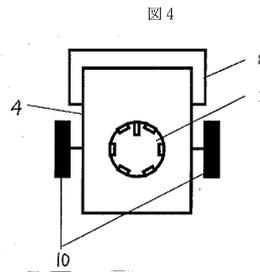
【 図 2 】



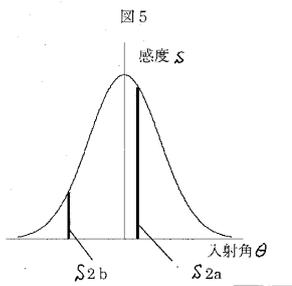
【 図 3 】



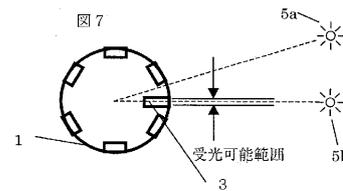
【 図 4 】



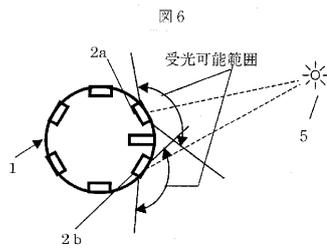
【 図 5 】



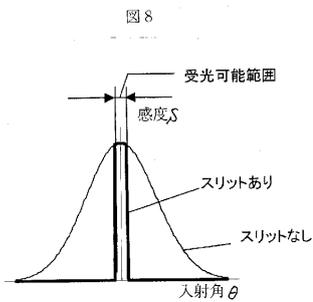
【 図 7 】



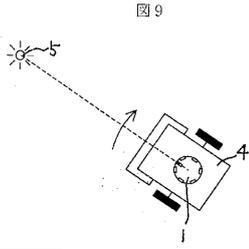
【 図 6 】



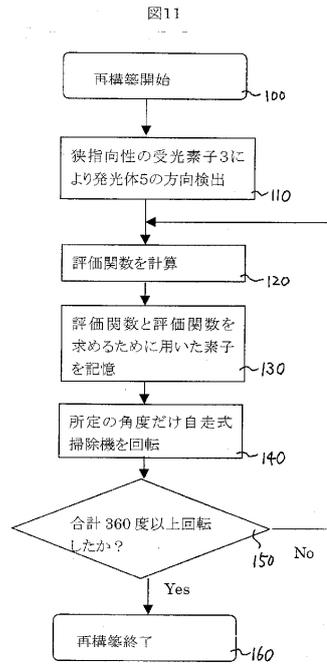
【 図 8 】



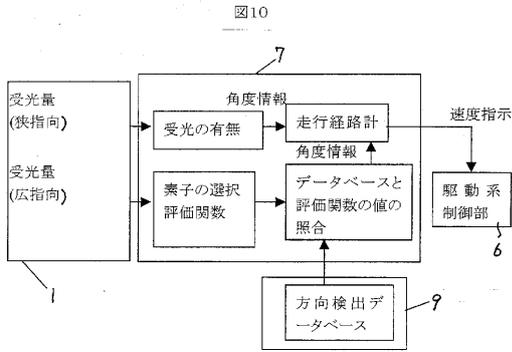
【 図 9 】



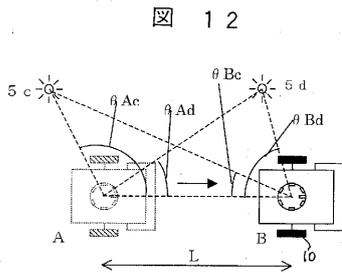
【 図 1 1 】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 柄川 索

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内

(72)発明者 田島 泰治

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内

審査官 うし 田 真悟

(56)参考文献 特開平03-094310(JP,A)

特開昭59-200906(JP,A)

実開平02-007516(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

A47L 9/00

G01C 15/00

G05D 1/02