

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4425170号
(P4425170)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int. Cl.		F I	
G05D	1/00	(2006.01)	G05D 1/00 B
B25J	5/00	(2006.01)	B25J 5/00 E
B25J	13/00	(2006.01)	B25J 13/00 Z
G05D	1/02	(2006.01)	G05D 1/02 Z

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-103406 (P2005-103406)	(73) 特許権者	000108085
(22) 出願日	平成17年3月31日 (2005.3.31)		セコム株式会社
(65) 公開番号	特開2006-285547 (P2006-285547A)		東京都渋谷区神宮前一丁目5番1号
(43) 公開日	平成18年10月19日 (2006.10.19)	(72) 発明者	梶谷 忠
審査請求日	平成20年1月30日 (2008.1.30)		東京都三鷹市下連雀6-11-23セコム株式会社内
		(72) 発明者	高橋 哲也
			東京都三鷹市下連雀6-11-23セコム株式会社内
		(72) 発明者	阿部 幸司
			東京都三鷹市下連雀8-10-16セコム株式会社内
		審査官	大屋 静男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動ロボット及び移動ロボットによる監視システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の環境内を移動する移動手段と前記環境内の警備情報を収集する警備情報収集部とを備えて前記環境内を遠隔から監視可能とする移動ロボットであって、

前記警備情報を遠隔の監視センタに送信する通信部と、

各部に電源を供給するバッテリーと、

前記バッテリーの残量を検出する残量検出部と、

自己の現在位置を認識する位置認識部と、

前記環境内に設定される充電設備を有した基準位置と前記環境内の移動経路及び距離情報を含む経路情報を記憶した記憶部と、

前記経路情報に基づき現在位置から前記基準位置までの移動経路を探索する経路探索部と、

前記経路情報に基づき前記経路探索部が探索した経路の移動に要するバッテリー量を算出し、前記経路探索部が複数の経路を探索した場合は各経路ごとに各々算出される複数のバッテリー量のうち最小となる最小バッテリー量を前記基準位置までの移動に要するバッテリー量として出力する移動バッテリー量算出部と、

前記残量検出部が検出したバッテリーの残量と前記基準位置までの移動に要するバッテリー量との差が所定しきい値以下になると前記通信部よりバッテリー警告信号を送信する残量警告部と、

前記バッテリー警告信号を送信した後も前記警備情報の収集を継続し、前記監視センタか

ら基準位置移動信号を受信すると、前記警備情報収集部の作動を停止して前記経路探索部が探索した経路に基づいて前記基準位置まで移動するよう移動手段を制御する制御部と、を備えたことを特徴とする移動ロボット。

【請求項 2】

前記経路情報は、さらに前記環境内の移動経路の傾斜度を記憶し、

前記移動バッテリー量算出部は、前記経路情報に記憶された距離と傾斜度とを用いて前記経路探索部が探索した複数の経路ごとに移動に要するバッテリー量を算出する請求項 1 に記載の移動ロボット。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動ロボットに関し、特に、バッテリーが消耗したとき、状況に応じた動作が可能となる移動ロボットに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、自律的に移動する移動ロボットが供されてきている。このような移動ロボットとしては、駆動エネルギーを供給するための電源手段として二次電池（バッテリー）を採用したものが知られるところである。

20

【0003】

このような移動ロボットとして、特許文献 1 には、経路を走行しながら掃除を行うロボット掃除機に関して、特に、走行時に変化するバッテリーの電圧レベルを検出する充電レベル検出手段を具備し、バッテリーの電圧レベルが予め設定された所定レベル以下に低下するとバッテリーを充電させることが記載されている。

このロボット掃除機は、バッテリーの充電設備となる電源供給器の位置情報を記憶しておき、走行時に充電レベル検出手段により検出されたバッテリーの電圧レベルが予め設定された所定レベル以下に低下すると、記憶した電源供給器に移動させてバッテリーを充電するよう動作する。

【特許文献 1】特開平 8 - 8 3 1 2 5 号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 のロボット掃除機は、バッテリーの充電要否を予め設定された所定レベルに基づき判定するために、バッテリーを有効的に活用して効率的に作業することが考慮されていないという問題がある。

即ち、特許文献 1 のロボット掃除機は、ロボット掃除機の現在位置と充電設備との遠近に関係なく、所定のレベルに基づき充電要否を判定するために、ロボット掃除機が充電設備近傍に位置する場合には、まだ作業を継続できる電圧レベルであるにも拘らず充電設備に帰還させてしまい、作業効率が低下するという問題がある。

40

また、ロボット掃除機が充電設備の遠方に位置する場合には、所定レベルと比較して充電要と判断されたときの電圧レベルが、充電設備への帰還に要するレベルに満たないという問題が生じるおそれがある。

【0005】

また更に、特許文献 1 のロボット掃除機は、バッテリー残量が所定レベル以下になると自律的に充電設備に帰還するために、バッテリー減少時の状況を鑑みた動作ができないという問題がある。

例えば、緊急事態が発生したときに作業するロボットや、緊急事態を未然に防止するために作業するロボットなどにおいては、バッテリー減少時であっても継続した作業が望まれる場合がある。

50

このように、バッテリーが減少していてもロボットが自律的な判断で帰還することは好ましくない場合があるが、特許文献1のロボット掃除機では、このような要望を解決することができない。

【0006】

そこで、本発明は、充電設備まで移動するために要するバッテリーの消費量を算出して、バッテリーが減少したときに、状況に応じた動作が可能となる移動ロボット及び移動ロボットによる監視システムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために本発明による移動ロボットは、所定の環境内を移動する移動手段と前記環境内の警備情報を収集する警備情報収集部とを備えて前記環境内を遠隔から監視可能とする移動ロボットであって、前記警備情報を遠隔の監視センタに送信する通信部と、各部に電源を供給するバッテリーと、前記バッテリーの残量を検出する残量検出部と、自己の現在位置を認識する位置認識部と、前記環境内に設定される充電設備を有した基準位置と前記環境内の移動経路及び距離情報を含む経路情報を記憶した記憶部と、前記経路情報に基づき現在位置から前記基準位置までの移動経路を探索する経路探索部と、前記経路情報に基づき前記経路探索部が探索した経路の移動に要するバッテリー量を算出し、前記経路探索部が複数の経路を探索した場合は各経路ごとに各々算出される複数のバッテリー量のうち最小となる最小バッテリー量を前記基準位置までの移動に要するバッテリー量として出力する移動バッテリー量算出部と、前記残量検出部が検出したバッテリーの残量と前記基準位置までの移動に要するバッテリー量との差が所定しきい値以下になると前記通信部よりバッテリー警告信号を送信する残量警告部と、を備え、前記バッテリー警告信号を送信した後も前記警備情報の収集を継続することを特徴としている。

【0008】

好ましくは、前記基準位置は、前記バッテリーを充電する充電設備の位置であることを特徴としている。

【0009】

また、好ましくは、さらに、前記バッテリー警告信号を送信した後に、前記監視センタから基準位置移動信号を受信すると、前記警備情報収集部の作動を停止して前記経路探索部が探索した経路に基づいて前記基準位置まで移動するよう移動手段を制御する制御部を備えたことを特徴としている。

【0010】

また、好ましくは、前記経路情報は、さらに前記環境内の移動経路の傾斜度を記憶し、前記移動バッテリー量算出部は、前記経路情報に記憶された距離と傾斜度とを用いて前記経路探索部が探索した複数の経路ごとに移動に要するバッテリー量を算出することを特徴としている。

【0011】

その他、本発明は上述の移動ロボットに限定されない。本発明は、方法、プログラムまたはシステムの態様で表現及び特定されてもよい。例えば、本発明の別の態様は、上記の構成の動作を行う移動ロボットの制御方法である。また本発明の別の態様は、そのような方法をコンピュータに実行させるプログラムである。また、本発明の別の態様は移動ロボットと監視センタとが通信で接続されたシステムである。

【0012】

また、本発明に係る別の態様は、移動ロボットによる監視システムに関し、移動手段を備えて所定環境内の警備情報を収集する移動ロボットと、該移動ロボットと通信する監視センタとから構成される移動ロボットによる監視システムであって、前記移動ロボットは、前記環境内の警備情報を収集する警備情報収集部と、前記警備情報収集部が収集した警備

情報を監視センタに送信する通信部と、各部に電源を供給するバッテリーの残量を検出する残量検出部と、自己の現在位置を認識する位置認識部と、前記環境内に設定される基準位置を記憶した記憶部と、現在位置から前記基準位置までの移動経路を探索する経路探索部と、前記経路探索部が探索した経路の移動に要するバッテリー量を算出する移動バッテリー量算出部と、前記残量検出部が検出したバッテリーの残量と前記基準位置までの移動に要するバッテリー量との差が所定しきい値以下になると前記通信部よりバッテリー警告信号を送信する残量警告部と、前記通信部を介して前記監視センタから基準位置移動信号を受信すると、前記警備情報収集部の作動を停止し、前記経路算出部が算出した経路に基づいて前記基準位置まで移動するよう移動手段を制御する制御部と、を備え、前記監視センタは、前記移動ロボットと通信する通信部と、前記移動ロボットが収集した警備情報及び移動ロボットから受信したバッテリー警告信号を表示する表示部と、前記移動ロボットを基準位置に移動させるか否かを入力する入力部と、前記入力部から移動ロボットの基準位置への移動が入力されると前記通信部を介して移動ロボットに基準位置移動信号を送信する制御部と、を備えたことを特徴としている。

10

【発明の効果】**【0013】**

本発明に係る移動ロボットによれば、移動ロボットが、基準位置への移動に必要なバッテリー量を算出し、この値に基づきバッテリーの減少を自律的に判断することが可能となり、バッテリーを有効的に活用して効率的に作業することが可能となる。

【0014】

20

また、移動ロボットは、バッテリーの減少を監視センタに通知し、監視センタから基準位置移動信号を受信すると、現在行っている作業を中止して基準位置に移動するので、基準位置移動信号を受信した後の不用意なバッテリー減少を防止して、限られたバッテリー残量を有効的に活用できる。

さらに、移動ロボットを監視する監視センタにて逐一移動ロボットのバッテリー残量を監視する必要がなく、監視センタの負担が軽減できる。

【0015】

また、バッテリー減少の判断に用いられる基準位置への移動に要するバッテリー量は、基準位置への複数の移動経路の中から、最も少ないバッテリー量で移動できる経路に基づくものであるため、バッテリーの減少度合いを適切に判断できる。

30

【0016】

さらに、バッテリーが減少してもロボットが自律的な判断で作業を中止することがないため、バッテリー減少時の状況を鑑みた動作が可能となる。特に、移動ロボットが、警備情報の収集作業を行うものであるときには、バッテリー減少時に警備を中止して基準位置に帰還するか、継続して警備を行うかが選択可能となり、セキュリティ性の低下を防止して環境内の安全性が向上できる。

【0017】

また、本発明に係る移動ロボットによる監視システムによれば、警備情報の収集作業を行う移動ロボットのバッテリーが減少したことを、遠隔の監視センタにおいて把握することが可能となり、当該バッテリー減少時に基準位置に帰還するか、継続して警備を行うかを選択可能とすることで、セキュリティ性の低下を防止して環境内の安全性が向上できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

以下、本発明による移動ロボットを用いた監視システムの実施形態を図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明に係る移動ロボットを用いた監視システムを示す構成図、図2は移動ロボット1の構成を示す図、図3は移動ロボットが使用される警備区域を示す図である。

【0019】

本実施の形態においては、警備区域6となる所定の環境内を移動して、警備情報の収集作業を行う移動ロボットを例に説明する。警備情報の収集作業とは、例えば、警備区域内6

50

を巡回して区域内の異常（物体の侵入や、消失、火災の発生）を検知する作業、警備区域内6の重要物の監視作業、侵入物体の追跡作業などである。

移動ロボット1は、侵入者や火災などの異常を検出する異常検出部や、周囲の状況を撮影する撮像ユニット、撮像画像から異常を検出する画像処理部などを警備情報収集部25として機能させて警備情報を収集し、異常事態が発生したと判定すると遠隔の監視センタ2に異常信号を送信する。

【0020】

また、移動ロボット1は、駆動エネルギーを供給するための電源手段としてバッテリー23を具備しており、当該バッテリー23の残量を監視してバッテリー量の減少を判定すると遠隔の監視センタ2にバッテリー警告信号を送信する。

10

【0021】

監視センタ2には、センタ装置3が設けられており、管制員が、通信網4及び無線基地局5を介して移動ロボット1から伝送される情報により警備区域6を監視している。センタ装置は、液晶モニターやCRTなどで構成される表示部31と、キーボードやジョイスティック、ポインティングデバイスなどで構成される入力部32と、CPU等を備えたコンピュータで構成されてセンタ装置を制御する制御部33とを含んでいる。

表示部31には、移動ロボット1の位置情報、移動ロボット1が撮影した画像、移動ロボット1が検出した異常の情報などが表示される。入力部32は、管制員によって操作されて所定のコマンドや情報の入力が行われる。制御部33は、移動ロボット1から受信した信号を伸張して表示部31に表示するとともに、入力部32から入力されたコマンドに基づき制御信号を移動ロボット1に送信する。

20

【0022】

監視センタ2では、移動ロボット1から異常信号を受信すると、異常の情報を管制員が確認し、異常の存在が認められると移動ロボット1に制御信号を送信して異常に対処させる。

また、監視センタ2は、移動ロボット1からバッテリー警告信号を受信すると、この情報をセンタ装置3の表示部31に表示する。管制員は、移動ロボット1が従事している作業の内容や緊急性を鑑みて、移動ロボット1を充電設備まで帰還させるか、作業を継続するかを判断する。そして、充電設備まで帰還させる場合には入力部32からコマンドを入力して移動ロボット1に基準位置帰還信号を送信する。

30

【0023】

以下、移動ロボット1について説明する。

図2に示すように、移動ロボット1は、移動手段11、移動制御部12、ガイド検出部13、自己位置検出部14、障害物検出部15、警備情報収集部25、通信部19、記憶部20、バッテリー管理部21、これら各部を制御する制御部22、および、各部に電力を供給するバッテリー23より構成されている。

【0024】

移動手段11は、右輪111、左輪112と左右輪を独立に駆動するモータ113、114で構成されている。移動ロボット1は図1に示すように4つの車輪を有しており、それらのうち右輪111、左輪112の2つが駆動輪として機能する。これら駆動輪が回転して移動ロボット1が走行する。そして、左右輪111、112の回転速度により直進走行速度、旋回走行速度が制御され、旋回方向も制御される。この左右輪111、112の回転速度は移動制御部12により制御される。

40

なお、左右独立に制御する代わりに舵角を制御して旋回速度を制御する方式が採用されてもよい。また、車輪駆動でなく、左右のクローラを独立に制御する方式が採用されてもよい。

【0025】

ガイド検出部13は、移動ロボット1の巡回経路を指示するガイド手段を検出する。ガイド手段は図3に示されている。予め設定された移動ロボット1が巡回する巡回経路には、図示のように、経路の全長にわたってガイド手段としての白線テープ7が固定的に設け

50

られている。また、巡回経路中の所定の地点には、白線テープ7とともに、地点指示手段としての指示マーカ8が固定的に設けられている。指示マーカ8は、巡回経路中の複数地点に設けられて、巡回経路中に設定された区間の境界や重要監視位置、基準位置を移動ロボットに教示する白色矩形のマークである。指示マーカ8が設置された位置の情報は、予め記憶部20の経路情報201に記憶される。移動ロボット1は、この指示マーカ8を検出して、巡回経路中に設定された区間、及び重要監視位置、基準位置などを認識する。

【0026】

ここで、区間の境界とは、例えば直線からカーブに移る地点およびその逆の地点や、経路が分岐する地点である。また、重要監視位置とは、予め設定された重要な監視対象物が存在する位置であり、巡回中に移動ロボット1が所定時間停止して周囲を監視する位置である。

10

【0027】

また、警備区域6内には、バッテリー23を充電する充電設備を備えて移動ロボット1の基地となる基準位置9が設定されている。基準位置9は白線テープ7により巡回経路と接続されている。移動ロボット1は、基準位置9から巡回を開始して、巡回が終了すると基準位置9へと帰還する。本実施形態では、図3に示すように、基準位置9への経路と巡回経路との合流地点で白線テープ7が分岐して設けられ、基準位置9と巡回経路が接続されている。

【0028】

ガイド検出部13は、白線検出カメラ131と路面情報抽出部132とから成る。白線検出カメラ131は、路面を撮影可能に移動ロボット1の底面に設置されている。路面情報抽出部132は、エッジ抽出やハフ変換などの処理により、白線検出カメラ131の撮影画像から、移動ロボット1の経路を誘導すべき白線テープ7、及び指示マーカ8を検出して制御部22に出力する。制御部22は、路面情報抽出部132から入力された指示マーカ8の検出情報に基づき、巡回経路の各区間の始点と終点を検出する。すなわち、指示マーカ8の検知回数を計数し、この検知回数と経路情報201に基づいて現在の区間を判別する。また、このとき、経路情報201に基づいて、検出された指示マーカ8の属性情報(重要監視位置、基準位置)を検出する。

20

【0029】

なお、ガイド検出部13は、磁気センサ、電磁誘導センサ、などで構成されても良く、それぞれ巡回経路に設置されたガイド手段や地点指示手段としての磁気ガイド、電磁誘導ガイドやタグを検出するようにすることもできる。ガイド手段及びガイド検出部13は設置する環境により選択できるようなことが好ましい。

30

【0030】

移動制御部12は、移動手段11のモータ113, 114を制御するための手段である。移動制御部12は、ガイド検出部13による白線テープ7の検知出力に応じて、例えば周知のPID制御などにより、白線テープ7に沿って移動するようモータ113, 114を制御する。

また、移動制御部12は、制御部22による走行区間の検出に応じて、予め設定された経路情報201に基づき移動速度を制御する。移動速度は予め区間毎に設定され経路情報201の一部として記憶されている。また、移動制御部12は、移動ロボット1が経路を巡回しているときに制御部22による指示マーカ8の属性情報の検出により、重要監視位置や基準位置に到達したことを検知すると、移動手段11の駆動を停止する。

40

【0031】

さらに、移動制御部12は、制御部22からの出力により、移動ロボット1の状態に応じて経路上の分岐における走行方向を制御する。例えば、巡回中においては経路上の分岐にさしかかると、予め設定された巡回の順路となる方向に移動する。巡回中における分岐通過の設定例としては、一回目の通過では直進方向に、2回目の通過時はカーブ方向に移動する、などである。経路上に設定された分岐とその通過順路の設定は予め経路情報201の一部として記憶されている。また、バッテリー23の低下時など、基準位置移動信号によ

50

り基準位置 9 に移動する場合は、経路上の分岐を基準位置 9 への移動経路となる方向に走行する。

【 0 0 3 2 】

自己位置検出部 1 4 は、モータ 1 1 3 , 1 1 4 に設置されたレゾルバ 1 4 1 , 1 4 2、位置算出部 1 4 3 からなる。レゾルバ 1 4 1 , 1 4 2 は、それぞれモータ 1 1 3 , 1 1 4 に設置されており、モータ回転軸の絶対位置をそれぞれ検出する。レゾルバ 1 4 1 , 1 4 2 は、回転量検出部の一形態であり、これに限定されるものではなく、ロータリーエンコーダなどで構成されていてもよい。

【 0 0 3 3 】

位置算出部 1 4 3 はレゾルバ出力から得られるモータ回転軸の回転量から左右輪 1 1 1 , 1 1 2 それぞれの回転量を算出し、後述の環境地図 2 0 2 上の現在のロボット 1 の位置 (X , Y) と姿勢 (ロボットの向き) を算出する。この処理では、車輪回転量から走行距離と角度変化が求められ、これらの情報から各時点の位置と姿勢が捕捉される。また角度変化は左右車輪 1 1 1 , 1 1 2 の回転量の差と車輪間隔から算出される。このような位置検出は、デッドレコニング (自律航法) として一般に知られる手法である。また、位置算出部 1 4 3 は、ガイド検出部 1 3 による指示マーカ 8 の検知出力と、制御部 2 2 による区間始点終点の判別に応じて、自己位置の補正などを行う。

【 0 0 3 4 】

障害物検出部 1 5 は、障害物センサ 1 5 1 と障害物判定部 1 5 2 とから成る。障害物センサ 1 5 1 は、障害物の相対位置を検出するためのセンサ手段である。障害物センサ 1 5 1 は、移動ロボット 1 の進行方向や周囲にレーザ光線や可視光線、超音波、赤外線などの探査信号を照射して、障害物からの反射帰帰信号を検出信号として受信する。障害物判定部 1 5 2 は、障害物センサ 1 5 1 の出力より障害物の相対位置を算出し、制御部 2 2 に出力する。障害物判定部 1 5 2 は、障害物センサ 1 5 1 による探査信号の照射から反射帰帰信号検出までの時間、及び、探査信号の照射角又は反射信号の入射角から障害物までの相対距離と相対角度を算出し、これらに基づき障害物の相対位置を算出して、制御部 2 2 に出力する。制御部 2 2 は、障害物の相対位置が入力されると、移動制御部 1 2 を制御して、移動の停止や加減速、障害物の回避などの処理を行う。なお、障害物検出部 1 5 は、上記以外の手法によるものであってもよく、例えば、ミリ波レーダタイプのセンサにて障害物を検出するよう構成されていてもよい。

【 0 0 3 5 】

警備情報収集部 2 5 は、警備区域 6 内の情報を収集して監視センタに通知する手段であって、撮像ユニット 1 6 と、画像処理部 1 7 と、異常検出部 1 8 とを備えている。

【 0 0 3 6 】

撮像ユニット 1 6 は、移動ロボット 1 に搭載されてロボットの周囲を撮像する手段である。撮像ユニット 1 6 は、例えば図 1 に示すように、ロボット上部の六角柱型のハウジングに収納されている。ハウジングの中には、6 つの撮像部が 6 方向に向けて収納されており、これにより水平方向の全視野がカバーされる。撮像ユニット 1 6 にて撮像された画像は記憶部 2 0 にバッファされて通信部 1 9 から監視センタ 2 に送信される。

【 0 0 3 7 】

なお、撮像ユニット 1 6 は、上記構成に限らず、例えば、撮像部となるカメラと、このカメラを水平軸および垂直軸に対して可動させる可動部と、可動部を制御する可動制御部とから構成されてもよい。このように構成された撮像ユニット 1 6 は、少なくとも移動ロボット 1 の移動方向前方が撮像範囲内に収まるように可動部を介してカメラを設置し、可動制御部により可動部を制御してパン、チルトすることで、広範な視野を撮像できる。また、ロボット上部に六角柱型のハウジングを設け、その中に撮像部を 6 方向に向けて収納することで水平方向の全視野をカバーする第一撮像ユニットと、水平軸および垂直軸に対して撮像部を可動させる可動部を介して移動ロボット 1 の所定箇所に設置される第二撮像ユニットとを具備する構成としてもよい。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

画像処理部 17 は、巡回経路中に設定された重要監視位置などで作動する手段であり、画像ユニット 16 の撮像画像から異常物体を抽出する画像センシング手段である。移動ロボット 1 は、巡回中に重要監視位置に到達すると、走行を停止して予め設定された監視時間のあいだ画像処理部 17 を作動させて監視対象物を監視する。そして、監視時間が経過すると、移動ロボット 1 は巡回経路の走行を再開する。

画像処理部 17 は、画像ユニット 16 から出力される画像より移動体を抽出し、抽出された移動体の大きさや移動速度などから移動体が侵入者などの異常物体であるか否かを判定する。異常物体と判定されると、制御部 22 に異常信号を出力する。

【0039】

異常検出部 18 は、警備区域 6 内に侵入した物体や消失した物体、火災の発生などを検出して異常を判定する手段である。異常検出部 18 は、異常の発生を検出すると制御部 22 に異常信号を出力する。

異常検出部 18 は、例えば、記憶部 20 に記憶した警備区域 6 内の既設物の位置を示す既設物情報と障害物検出部 15 の出力とを比較して異常を判定する。即ち、既設物体が存在しない位置において障害物検出部により物体が検出されると侵入物が存在しており異常が発生したと判定し、既設物体が障害物検出部 15 により検出されなかったとき既設物体が消失する異常が発生したと判定する。

また、異常検出部 18 は、火災が発生した時に生じる紫外線を検出する紫外線センサを具備し、センサの出力に基づき火災の発生を判定する。ここで、紫外線センサとしては、太陽光に含まれない波長 190 ~ 260 nm の紫外線のみを検知する太陽光ブラインドタイプのものが好ましい。

【0040】

なお、異常検出部 18 は、上述した構成に限られるものではなく、他の検出手段によるものであってもよい。例えば、周知の人体検出センサや火災センサなどにより、侵入者や火災を検出して異常を判定するものでもよい。また、画像処理部 18 を移動ロボット 1 の移動中に常時作動させて、オプティカルフローを用いた物体の抽出処理により物体を抽出して異常を検出する構成としてもよい。

【0041】

記憶部 20 は、移動ロボット 1 の各種処理に使用される情報を記憶している。記憶部 20 が記憶する情報には、巡回経路の情報を示した経路情報 201 と、警備区域 6 を二次元座標系で示した環境地図 202 と、位置算出部 143 により算出された移動ロボット 1 の位置と姿勢とを含む位置情報 203 と、バッテリー 23 の残量を算出するための設定情報を示したバッテリー管理情報 204 が含まれる。

【0042】

経路情報 201 は、巡回経路中の各区間（ある指示マーカから次の指示マーカまでの区間）番号に対応して、各区間の走行速度、分岐の走行方向、予め測量した区間距離、区間の始点終点間の方位角の差（角度差）および、各指示マーカ 8 の属性情報（重要監視位置と監視時間、分岐の有無、基準位置）が記憶されている。経路情報 201 では、区間番号が、該当区間までに検出されるべき指示マーカ 8 の数（検出回数）と対応付けられている。巡回時の走行制御では、指示マーカ 8 の検出回数から区間番号や指示マーカ 8 の属性情報が特定され、そして、区間番号から各区間の走行速度等が特定されることとなる。

【0043】

環境地図 202 は、警備区域 6 の地図情報である。環境地図 202 には、環境地図上での既設物体の位置情報である既設物情報が記憶されている。既設物情報は、環境地図 202 の座標により指定され記憶されており、これにより既設物体の位置が特定される。既設物情報は、実際に移動ロボット 1 を走行させることで取得されてもよいし、警備区域 6 の測量図面から予め入力されていてもよい。

【0044】

なお、環境地図 202 を、所定距離ごとにグリッドで仕切り、各グリッドに識別番号を設定して構成してもよい。この場合、既設物情報は環境地図 202 の各グリッドの属性情報

10

20

30

40

50

からなり、各グリッドの属性情報として既設物体の有無が登録されて、既設物体の位置が特定される。

【 0 0 4 5 】

位置情報 2 0 3 は、位置算出部 1 4 3 により算出された移動ロボット 1 の位置と姿勢である。移動ロボット 1 の位置は、環境地図 2 0 2 上の座標として位置情報 2 0 3 に記憶され、姿勢はロボット 1 の向きとなる角度情報で記憶される。

【 0 0 4 6 】

バッテリー管理情報 2 0 4 は、移動ロボット 1 の駆動電圧に基づき消費バッテリー量を算出するための設定情報である。バッテリー管理情報 2 0 4 には、使用するバッテリー 2 3 に応じて、バッテリー容量、移動ロボット 1 の移動距離に基づく消費バッテリー量などが記憶されている。

10

【 0 0 4 7 】

バッテリー管理部 2 1 は、バッテリー残量検出部 2 1 1 と、帰還経路探索部 2 1 2 と、帰還バッテリー量算出部 2 1 3 と、バッテリー警告部 2 1 4 とから成り、バッテリー 2 3 の残量を監視して基準位置 9 までの移動に必要なバッテリー量が残っているか否かを判定する。

バッテリー残量検出部 2 1 1 は、本発明の残量検出部として機能し、バッテリー 2 3 の電圧値を計測してバッテリー 2 3 の残量 B_t を検出する。電圧値から残量を判定するための係数は、バッテリーに応じた予め設定されたバッテリー情報 2 0 4 に記憶されている。

【 0 0 4 8 】

帰還経路探索部 2 1 2 は、本発明の移動経路探索部として機能し、現在位置から基準位置 9 まで移動するため経路を探索し、探索された移動経路を出力する。帰還経路探索部 2 1 2 は、移動ロボット 1 の現在位置と現在の区間、及び経路情報に基づいて、警備区域 6 に設定された各基準位置 9 までの移動経路を探索する。

20

なお、帰還経路探索部 2 1 2 は、移動ロボット 1 の現在位置が巡回経路（白線テープ 7）上にないときは、現在位置から最も近傍となる巡回経路上の地点までの経路と、この地点から基準位置 9 までの経路を移動経路として探索する。このとき、現在位置から最も近傍となる巡回経路上の地点とは、環境地図 2 0 2 の既設物情報に基づき既設物を迂回して巡回経路まで移動した場合に最短距離となる地点である。

【 0 0 4 9 】

帰還バッテリー量算出部 2 1 3 は、本発明の移動バッテリー量算出部として機能し、帰還経路探索部 2 1 2 より出力された経路を移動するのに必要となるバッテリー量を算出する。帰還バッテリー量算出部 2 1 3 は、帰還経路探索部 2 1 2 が出力した移動経路毎に、現在位置との経路情報 2 0 1 とに基づいて移動経路の距離を算出し、この経路の移動に要するバッテリー量 B_n を算出する。移動距離から消費バッテリーを算定するための情報はバッテリー管理情報 2 0 4 に記憶されている。そして、帰還バッテリー量算出部 2 1 3 は、算出された各移動経路毎の必要バッテリー量 B_n に基づき、最も少ないバッテリー量 $B_{n \min}$ （最小バッテリー量）で移動できる経路 R を判定して、この移動経路 R と当該経路 R の移動に要するバッテリー量 $B_{n \min}$ を出力する。出力された移動経路 R は記憶 2 0 部に記憶される。このとき、記憶部 2 0 では過去に記憶した移動経路 R を上書きして新しく入力された移動経路 R を記憶する。

30

40

【 0 0 5 0 】

なお、帰還バッテリー量算出部 2 1 3 は、帰還経路探索部 2 1 2 が出力した移動経路毎に、経路の距離や傾斜度を算出して、これら距離や傾斜度に基づいて経路の移動に要するバッテリー量 B_n を算出するようにしてもよい。この場合、予め、経路情報 2 0 1 に各区間の傾斜情報を記憶させて、バッテリー管理情報 2 0 4 に傾斜度と距離から消費バッテリー量を算定するための情報を記憶させておく。これにより、各移動経路毎の必要バッテリー量 B_n をより正確に算出することが可能となり、最も少ないバッテリー量 $B_{n \min}$ で移動できる経路 R を判定する精度が向上する。

【 0 0 5 1 】

バッテリー警告部 2 1 4 は、本発明の残量警告部として機能し、バッテリー残量検出部 2 1 4

50

にて検出されたバッテリー残量 B_t と帰還バッテリー量算出部 212 から出力された基準位置までの移動に要するバッテリー量 B_{nmin} とを比較して、両者の差に基づいてバッテリー 23 の残量が十分にあるか否かを判定する。バッテリー残量 B_t の値が基準位置 9 までの移動に要するバッテリー量 B_{nmin} の近傍になると、即ち、バッテリー残量 B_t と基準位置 9 までの移動に要するバッテリー量 B_{nmin} との差が所定のしきい値 T_h 以下になると、バッテリー 23 の残量は基準位置 9 への移動に要する程度であると判定して、バッテリー警告信号を出力する。バッテリー警告部 214 から出力されたバッテリー警告信号は、通信部 19 から監視センタ 2 に送信される。

【0052】

通信部 19 は、無線基地局 5 及び通信網 4 を介して監視センタ 2 と信号を送受信する無線通信手段である。通信部 19 は、撮像ユニット 16 が撮影した画像を圧縮して、自己位置検出部 14 が検出する位置情報とともに監視センタ 2 に送信する。また通信部 19 は、画像処理部 17 または異常検出部 18 が異常を検出した場合、監視センタ 2 に異常信号を送信する。また、通信部 19 は、監視センタ 2 から受信した制御信号を復調して制御部 22 に入力する。

【0053】

制御部 22 は、移動ロボット 1 の各部構成を制御する手段であり、CPU 等を備えたコンピュータで構成される。なお、上述した各部構成で、コンピュータ処理可能なものも同コンピュータで実現されてよい。例えば、路面情報抽出部 132 や、移動制御部 12、位置算出部 143、障害物判定部 152、画像処理部 17、バッテリー管理部 21 などは同コンピュータで実現されてよい。また、記憶部 20 は、同コンピュータのメモリおよび外部記憶装置などで実現されてよい。

【0054】

また、制御部 22 は、監視センタ 2 から受信した制御信号に基づき、移動ロボット 1 の動作モードを切り替える制御を行う。制御部 22 は、監視センタ 2 から基準位置移動信号を受信すると、移動ロボット 1 の動作モードを帰還モードに設定し、監視センタ 2 から遠隔操作信号を受信すると、移動ロボット 1 の動作モードを遠隔操作モードに設定する。

【0055】

移動ロボット 1 は、帰還モードに設定されると、基準位置 9 に移動するための最低限の電力にて駆動して基準位置 9 へと移動する。最低限の電力とは、基準位置 9 への自律走行に不要となる部位の作動を停止し、自律走行するために必要となる部位を作動させた場合の電力である。

【0056】

また、移動ロボット 1 は、遠隔操作モードに設定されると、監視センタ 2 が送信する操作信号にて操作される状態となる。監視センタ 2 が送信する操作信号には、移動方向と速度指示値とが含まれる。移動ロボット 1 は、指示された速度指示値以下で安全に走行できる移動速度を自律的に算出し、監視センタ 2 が指示した移動方向に走行する。即ち、障害物検出部 15 にて障害物が検出されなければ指示された速度指示値となる移動速度で走行し、障害物が検出されると、障害物に接触する前に安全に停止できるよう障害物との距離に応じて減速して走行する。これにより、移動ロボット 1 は、監視センタ 2 から遠隔操作されて侵入者の追跡や異常の対処を行う。

【0057】

次に、本実施の形態に係る移動ロボット 1 の動作を説明する。ここでは、まず、移動ロボット 1 の全体的な動作の概要を説明し、それから、バッテリー 23 の残量に基づく動作制御の詳細を説明する。

【0058】

移動ロボット 1 は、通常、基準位置 9 にてバッテリー 23 を充電した状態で待機モードに設定されている。移動ロボット 1 は、図示しない計時手段によって予め設定された巡回開始時刻の到来を検知したときや、監視センタ 2 からの制御信号を受信することにより、巡回モードに設定され、移動制御部 12 により移動手段 11 を制御してガイド手段である白

10

20

30

40

50

線テープ7に沿って移動を開始して、巡回を開始する。白線テープ7が白線検出カメラ131の画像から検出され、白線テープ7が常に画像の所定位置で所定角度を向くように移動制御部12が両モータ113, 114の回転を独立して制御する。また、指示マーカ8の検出に基づき、記憶部20の経路情報201を参照して現在の巡回区間と走行速度が求められ、モータ回転が制御される。

【0059】

移動ロボット1は、巡回を開始すると、巡回経路を移動して警備情報の収集作業を行い、異常検出部18または画像処理部17により異常の発生を検出すると異常信号を監視センタ2に送信する。監視センタ2は、移動ロボット1から異常信号を受信すると、異常の情報を管制員が確認し、異常の存在が認められると移動ロボット1を遠隔操作するなどして異常に対処させる。異常が認められなければ、または異常の対処が終了すると、移動ロボット1は巡回経路を移動して巡回を続ける。そして、設定された巡回経路の走行が終了して基準位置9まで帰還すると、巡回を終了して待機モードに移行し、警備情報の収集作業を終了する。

10

【0060】

次に、図4を参照してバッテリー残量に基づく動作制御の詳細を説明する。図4はバッテリー残量に応じた移動ロボットの動作制御を示すフローチャートである。

【0061】

移動ロボット1は、巡回を開始すると移動手段11により巡回経路を移動するとともに、障害物検出部18を作動させて周囲の障害物を検出する。また、移動ロボット1は、巡回を開始すると、警備情報収集部25となる撮像ユニット16と異常検出部18とを作動させる(ST1)。

20

【0062】

移動ロボット1は、巡回経路を移動しながら、撮像ユニット16にて周囲の画像を撮影し、監視センタ2に撮影画像を送信する。また、異常検出部18により異常の有無を監視する(ST2)。

また、移動ロボット1は、指示マーカ8の検出により、巡回経路中の重要監視位置に到達したことを検出すると、移動を停止して予め設定された監視時間のあいだ画像処理部17を作動させて監視対象物の周囲を監視する。所定の監視時間が経過すると、移動手段11を駆動して巡回経路の移動を再開する。移動ロボット1は、上記のような処理により巡回経路を巡回して警備情報を収集し、異常検出部18または画像処理部17により異常の発生を検出すると異常信号を監視センタ2に送信する。このように、移動ロボット1は、巡回経路を自律的に移動して警備情報の収集作業を行う。

30

【0063】

また、移動ロボット1は、制御部22及び自己位置検出部14により現在位置と姿勢を算出して監視センタ2に現在の位置情報を送信する(ST3)。検出された現在位置より、設定された巡回経路の走行終了が判定されれば(ST4 - Yes)、巡回を終了して待機モードに移行し、警備情報の収集作業を終了する。他方、巡回経路の走行が終了していなければ(ST4 - No)、バッテリー管理部21によりバッテリー23の残量が検証される。

【0064】

ST4がNoであれば、バッテリー残量検出部211によりバッテリー残量Btを検出する(ST5)。

40

次に、帰還経路探索部212により、移動ロボット1の現在位置から警備区域6に設定されている基準位置9までの移動経路を探索する(ST6)。このとき、帰還経路探索部212は、警備区域6内に複数の基準位置9が設定されていれば、現在位置から各基準位置9までの移動経路を各々探索して出力する。また、一つの基準位置9に対して複数の移動経路が探索された場合は、各移動経路を出力する。

【0065】

次に、帰還バッテリー量算出部213により、帰還経路探索部212から出力された経路を移動するのに必要となるバッテリー量Bnを算出する(ST7)。このとき、帰還経路探索

50

部 2 1 2 にて複数の移動経路が探索され出力されていれば、帰還バッテリー量算出部 2 1 3 は、各移動経路ごとに必要となるバッテリー量 B_n を算出する。

【 0 0 6 6 】

そして、帰還バッテリー量算出部 2 1 3 は、算出された各移動経路毎の必要バッテリー量 B_n に基づき、最も少ないバッテリー量 $B_{n \min}$ で移動できる経路 R を判定して、この移動経路 R と当該経路 R の移動に要するバッテリー量 $B_{n \min}$ を出力する (S T 8)。出力された移動経路 R は記憶部 2 0 に記憶される。

【 0 0 6 7 】

次に、バッテリー警告部 2 1 4 は、バッテリー残量 B_t と移動経路 R の移動に要するバッテリー量 $B_{n \min}$ との差がしきい値 T_h 以下であるか否かを判定する (S T 9)。ここで、しきい値 T_h は、通信部 1 9 を作動して監視センタ 2 との通信に必要なバッテリー量、及び基準位置 9 への移動に要するバッテリー量の誤差を考慮して設定された成分である。

【 0 0 6 8 】

バッテリー残量 B_t と移動経路 R の移動に要するバッテリー量 $B_{n \min}$ との差がしきい値 T_h より大きければ (S T 9 - N o)、巡回を継続するバッテリー残量があると判定して S T 2 に戻り警備情報の収集作業を行う。

他方、バッテリー残量 B_t と移動経路 R の移動に要するバッテリー量 $B_{n \min}$ との差がしきい値 T_h 以下であれば (S T 9 - Y e s)、バッテリー残量が、基準位置 9 への移動に必要な量程度であると判定して、通信部 1 9 から監視センタ 2 にバッテリー警告信号を送信する (S T 1 0)。

【 0 0 6 9 】

これにより、バッテリー 2 3 の減少度合いを、移動に要するバッテリー量から移動ロボット 1 が自律的に判断するので、バッテリー 2 3 を有効的に使用することができ、予め決められた値に基づき減少度合いを判断する場合に比べ、作業の効率化を図ることができる。また、移動ロボット 1 を監視する監視センタ 2 にて逐一移動ロボット 1 のバッテリー残量を監視する必要がなく、監視センタ 2 の負担が軽減できる。

【 0 0 7 0 】

移動ロボット 1 は、バッテリー警告信号を送信すると、監視センタ 2 から基準位置移動信号を受信するまで、警備情報を収集して巡回を継続する (S T 1 1、S T 1 2、S T 1 3)。この警備情報を収集して巡回する処理は、S T 2、S T 3、S T 4 と同様であり説明を省略する。

これにより、移動ロボット 1 が自律的にバッテリー 2 3 の減少を判断した場合であっても、警備情報の収集作業を継続することにより、セキュリティ性の低下を防止して警備区域の安全性を向上させることができる。

【 0 0 7 1 】

監視センタ 2 から基準位置移動信号を受信すると (S T 1 4 - Y e s)、移動ロボット 1 は帰還モードに設定され、警備情報収集部 2 5 となる異常検出部 1 8、カメラユニット 1 6、画像処理部 1 7 の作動を停止して、警備情報の収集作業を中止する (S T 1 5)。

これにより、監視センタ 2 が基準位置 9 に移動すべきと判定した後の、不用意なバッテリー消費を防止して、残量が低下したバッテリー 2 3 を有効的に活用できる。また、移動ロボット 1 は、基準位置移動信号により警備情報の収集作業を中止するので、警備情報の収集作業の中止判断を監視センタ 2 で行うことができ、バッテリー 2 3 が減少すると自動的に帰還する場合に比べ、セキュリティ性を向上させることができる。

【 0 0 7 2 】

そして、移動ロボット 1 は、記憶部 2 0 に記憶された移動経路 R に基づき巡回経路を移動して基準位置 9 に移動する (S T 1 6)。帰還モードにおいては、移動経路 R 中に重要監視位置が存在していても、移動制御部 1 2 は移動手段 1 1 を停止させることなく移動制御する。移動ロボット 1 は、基準位置 9 に到達すると、待機モードに移行して処理を終了する。

これにより、移動ロボット 1 は、基準位置 9 への自律走行に不要となる部位の作動を停止

10

20

30

40

50

し、安全走行に必要となる最低限の部位を作動させて、最もバッテリー消費の少ない効率的な移動経路を走行して基準位置に移動することができ、残量が低下したバッテリー23を有効的に活用できる。

【0073】

以上に本発明の好適な実施の形態について説明した。上述した実施の形態では、移動ロボットが巡回経路を移動して警備情報の収集作業を行う例について説明したが、これに限定されるものではない。即ち、バッテリー駆動により作業する移動ロボットであれば、本発明を適用することができ、搬送車や、移動式監視カメラや、搬送ロボットや、掃除ロボット、案内ロボットなどであってもよい。

【0074】

また、上述した実施の形態では、基準位置としてバッテリーの充電設備を例に説明したが、これに限定されるものではなく、警備区域において拠点として設定される位置であれば如何様な場所であってもよい。

【0075】

また、上述した実施の形態では、警備情報収集部として異常検出部、カメラユニット、画像処理部を要する構成について説明したが、これに限定されるものではない。即ち、警備情報収集部としては、警備区域内の異常を検出する手段として、少なくとも異常検出部を備えていればよく、異常検出部をもって警備情報収集部として機能させるように構成してもよい。この場合、カメラユニットを警備情報収集部とは独立して制御し、基準位置移動信号の受信によってOFF制御しないようにする。これにより、基準位置移動信号によって基準位置に移動しているときの状況をカメラユニットで撮影して監視センタで確認することができ、基準位置移動信号の受信により警備情報収集部となる異常検出部をOFFすることで不用意なバッテリー消費を防止することができる。

【0076】

このように、本実施形態によれば、移動ロボットが作業を遂行しているときに、現在位置から充電設備を備えた基準位置への移動に要するバッテリー量に基づきバッテリーの減少度合いを判断するので、バッテリーを有効的に使用することができ、予め決められた値に基づき減少度合いを判断する場合に比べ、作業の効率化を図ることができる。また、バッテリーの減少度合いの判断に用いられる基準位置への移動に要するバッテリー量は、基準位置への複数の移動経路の中から、最も少ないバッテリー量で移動できる経路に基づくものであるため、バッテリーの減少度合いを適切に判断できる。

【0077】

また、移動ロボットは、バッテリー残量の低下を判断しても、監視センタから基準位置移動信号を受信するまで作業を継続するので、監視センタにて移動ロボットの状態や現在の作業内容を考慮した上で、作業を中止して基準位置に帰還するか、継続して作業を行うかが選択可能となり、作業の重要性と状況に応じた動作が可能となる。

【0078】

さらに、移動ロボットは、監視センタから基準位置移動信号を受信すると、作業を中止して基準位置への自律走行に不要となる部位の作動を停止し、安全走行に必要となる最低限の部位を作動させて、最もバッテリー消費の少ない効率的な移動経路を走行して基準位置に移動することができ、残量が低下したバッテリーを有効的に活用できる。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の実施の形態に係る移動ロボットを用いた監視システムを示す構成図

【図2】移動ロボットの機能ブロックを示す図

【図3】移動ロボットが使用される警備区域を示す図

【図4】バッテリー残量に応じた移動ロボットの動作制御を示すフローチャート

【符号の説明】

【0080】

1 移動ロボット

10

20

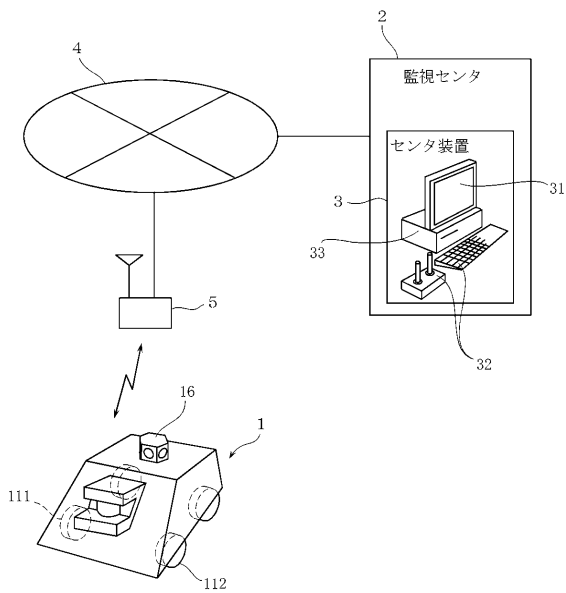
30

40

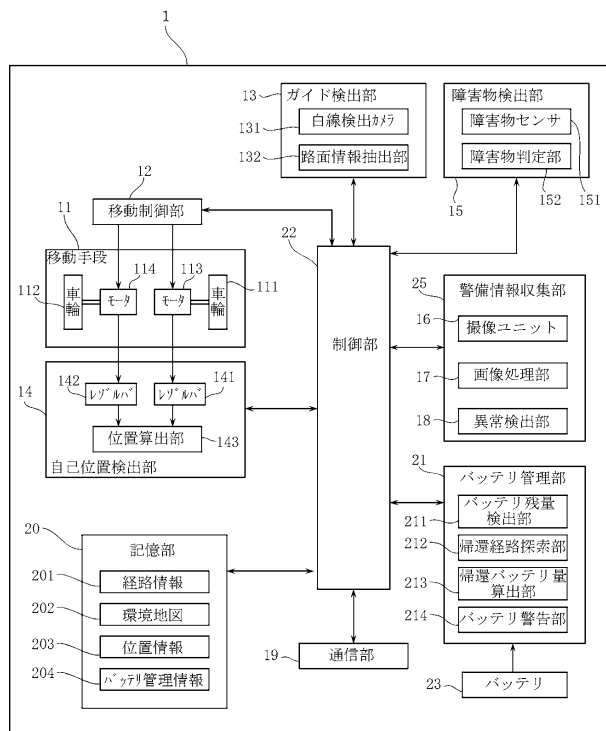
50

- 2 監視センタ
- 3 センタ装置
- 4 通信網
- 5 無線基地局
- 6 警備区域
- 7 白線テープ
- 8 指示マーカ
- 9 基準位置

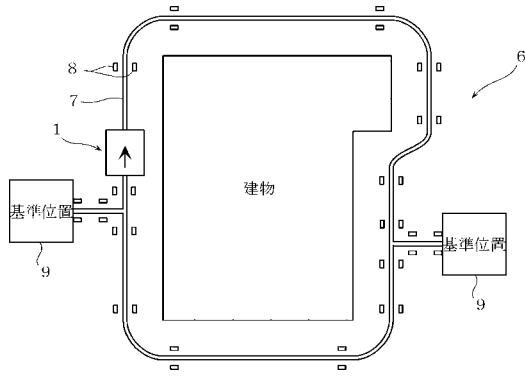
【図1】



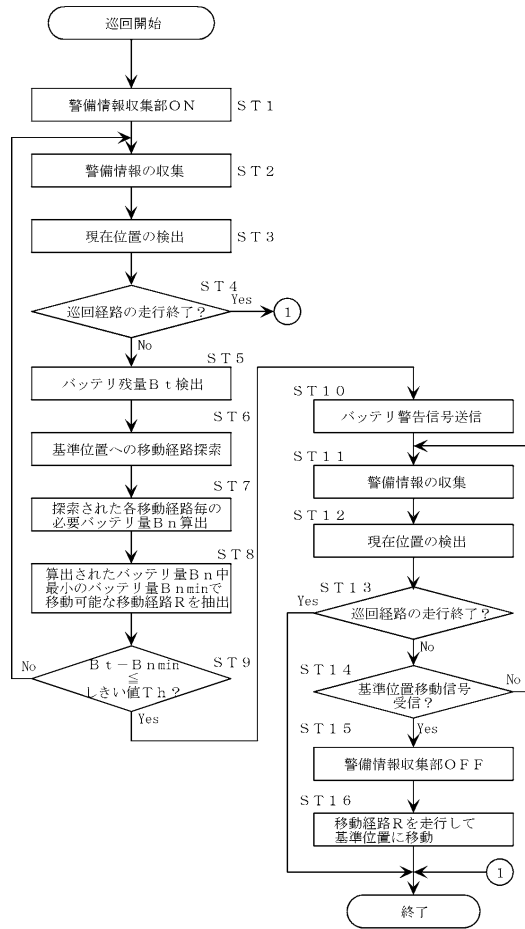
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-318620(JP,A)
特開2000-342496(JP,A)
特開平07-325620(JP,A)
特開2000-047728(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D	1/00
B25J	5/00
B25J	13/00
G05D	1/02