

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5190761号
(P5190761)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月8日(2013.2.8)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 S 17/88 (2006.01) GO 1 S 17/88
B 2 5 J 19/06 (2006.01) B 2 5 J 19/06

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-2853 (P2008-2853)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成20年1月10日 (2008.1.10)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2009-162709 (P2009-162709A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年7月23日 (2009.7.23)	(74) 代理人	100097515
審査請求日	平成22年11月25日 (2010.11.25)		弁理士 堀田 実
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136700
			弁理士 野村 俊博
		(72) 発明者	高野 武寿
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
			社 I H I 内
		(72) 発明者	村上 弘記
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
			社 I H I 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動ロボットの監視装置および監視方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動ロボットに取り付けられレーザ光を強く反射するリフレクタと、
 前記移動ロボットの移動エリアを3次元計測する3次元レーザレーダと、
 該3次元レーザレーダによる計測結果から前記移動ロボットと人とを識別し、人と移動
 ロボットの相対距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制するロボッ
 ト抑制装置とを備え、

(C1) 前記3次元計測で得られた3次元データから固定物を除外し、

(C2) 固定物を除外した3次元データから、あらかじめ設定した距離範囲内に存在する
 データ同士をグループ分けし、

(C3) 各グループの重心を算出し、

(C4) 各グループのレーザ反射強度の平均を算出し、一定閾値以上の場合に移動ロボッ
 ト、それ以外を人と判定し、

(C5) 移動ロボットと人の重心距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作
 を抑制する、ことを特徴とする移動ロボットの監視装置。

【請求項2】

(A) レーザ光を強く反射するリフレクタを移動ロボットに取り付け、

(B) 3次元レーザレーダにより前記移動ロボットの移動エリアを3次元計測し、

(C) 前記3次元計測で得られた3次元データとレーザ光の強度分布から、前記移動ロボ
 ットと人とを識別し、人と移動ロボットの相対距離が所定の閾値より小さいときに移動ロ

ボットの動作を抑制する場合に、

(C1) 前記3次元計測で得られた3次元データから固定物を除外し、

(C2) 固定物を除外した3次元データから、あらかじめ設定した距離範囲内に存在するデータ同士をグループ分けし、

(C3) 各グループの重心を算出し、

(C4) 各グループのレーザ反射強度の平均を算出し、一定閾値以上の場合に移動ロボット、それ以外を人と判定し、

(C5) 移動ロボットと人の重心距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制する、ことを特徴とする移動ロボットの監視方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、人と移動ロボットが同一エリアを移動する場合に、移動ロボットの安全機能が誤動作しても、人の安全を確保するための移動ロボットの監視装置および監視方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、産業用ロボット等を使用する場合、柵や光学センサなどでロボットの稼働範囲を囲い、人とロボットの行動範囲を区切ることによって安全を確保している。

しかし、この手段では、柵の設置にコストと時間がかかるためロボットの配置を自由に変更することが難しいことや、セル生産方式等で人とロボットが混在して協働することができないといったことが問題となる。

20

【0003】

そこで、人と移動ロボットが同一エリアを移動することを前提としたシステムが、例えば特許文献1、2に提案されている。

【0004】

特許文献1は、安全機能を設けたものにおいて、人などの接近を確実に検出し、信頼性を高めることを目的とする。

そのため、このシステムでは、図5に示すように、移動ロボット51の無人搬送車52の前後、左右の各辺部の中央部に、移動ロボット51の周囲に設定される検出エリア内への障害物の侵入を検出するための距離測定式のエリアセンサ56を設ける。エリアセンサ56は、検出可能範囲A0内で障害物の検出エリアA1を自在に設定、切替えでき、固定設備55を向く側のエリアセンサ56に関して、その検出エリアA1を固定設備55の凹凸形状に応じて予め設定する。ロボットコントローラは、ロボットアーム53による作業中に、エリアセンサ56により検出エリアA1内への障害物の侵入が検出されたときに、ロボットアーム53を一時停止させるものである。

30

【0005】

特許文献2は、天候等の環境状況に左右されることがなく、歩行者を誘導する歩行エリア及びその周辺エリアを移動する物体に対し、歩行者と自動車とを詳細に識別し、歩行者及び特に交通弱者が安全に歩行エリアを渡り終えられるように適切な手段が講じられるようにすることを目的とする。

40

そのため、この方法では、図6に示すように、横断歩道61と横断歩道61の周辺エリア69とをカバーする検出範囲70に、レーザ感知器72によるエリアセンサによりパルスレーザ光71を投射しながら走査して光の反射時間を計測し、物体Sが存在しない時の反射時間と物体Sが存在する時の反射時間との差を走査各点ごとに求めることにより物体Sの形状と、大きさと、走査ごとの物体Sの位置の変化によるベクトルとを演算し、その演算値から、横断歩道61を誘導方向Pに移動する物体Sと、横断歩道61を横切る方向に移動する物体Sとを識別するものである。

【0006】

【特許文献1】特開2002-264070号公報、「移動ロボット及び移動ロボットシ

50

システム」

【特許文献2】特開2004-185363号公報、「エリアセンサによる物体識別方法」

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1の「移動ロボット及び移動ロボットシステム」は、移動ロボット側にエリアセンサを搭載して、安全機能の向上を図っている。

しかし、移動ロボットに搭載された安全機能は、必ずしも完全ではなく、搭載電源の電圧低下、外部からのノイズ等により誤動作する可能性がある。

そのため、人と同一エリアを移動する従来の移動ロボットは、人の安全性確保のため、人との接近が少ない作業ロボット、例えば掃除ロボット、搬送用台車などが実用化されるにとどまっている。

【0008】

特許文献2の「エリアセンサによる物体識別方法」は、道路交差点における移動物体を識別する方法であり、レーザによるエリアセンサで動いている物体の大きさと速さを検出して、人と車を識別している。

そのため、この方法では、移動ロボットの大きさと速度が、人と同じ程度である場合に、人と移動ロボットの識別ができない問題点があった。

【0009】

さらに現在、実証試験段階であるが、人と同一エリアを移動する移動ロボットの安全性確保のため、イネーブルスイッチを持った監視員（人間）により最終的な安全を確保している。（2005年日本国博覧会（愛知万博）での独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）実証試験において実施されている）。

【0010】

本発明は、上述した問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、人と移動ロボットが同一エリアを移動する場合に、移動ロボットの大きさと速度が人と同じ程度である場合でも人と移動ロボットを確実に識別することができ、移動ロボットの安全機能が誤動作しても監視員なしで人の安全を確保することのできる移動ロボットの監視装置および監視方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明によれば、移動ロボットに取り付けられレーザ光を強く反射するリフレクタと、前記移動ロボットの移動エリアを3次元計測する3次元レーザレーダと、

該3次元レーザレーダによる計測結果から前記移動ロボットと人とを識別し、人と移動ロボットの相対距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制するロボット抑制装置とを備えた、ことを特徴とする移動ロボットの監視装置が提供される。

【0012】

本発明の好ましい実施形態によれば、前記リフレクタは、一定のパターンで反射率を増減可能な可変反射板である。

【0013】

前記可変反射板は、反射強度の強い表面と弱い裏面とを有する強弱反射板と、該強弱反射板を一定のパターンで反転させる反転モータとからなる、ことが好ましい。

【0014】

また、前記可変反射板は、反射強度の強い表面を有する強反射板と、該強反射板の表面を一定のパターンで開閉する遮光機構とからなる、ことが好ましい。

【0015】

また本発明によれば、（A）レーザ光を強く反射するリフレクタを移動ロボットに取り付け、

（B）3次元レーザレーダにより前記移動ロボットの移動エリアを3次元計測し、

10

20

30

40

50

(C) 前記 3 次元計測で得られた 3 次元データとレーザ光の強度分布から、前記移動ロボットと人とを識別し、人と移動ロボットの相対距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制する、ことを特徴とする移動ロボットの監視方法が提供される。

【0016】

本発明の好ましい実施形態によれば、(C1) 前記 3 次元計測で得られた 3 次元データから固定物を除外し、

(C2) 固定物を除外した 3 次元データから、あらかじめ設定した距離範囲内に存在するデータ同士をグループ分けし、

(C3) 各グループの重心を算出し、

(C4) 各グループのレーザ反射強度の平均または最大値を算出し、一定閾値以上の場合に移動ロボット、それ以外を人と判定し、

(C5) 移動ロボットと人の重心距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制する。

【発明の効果】

【0017】

上記本発明の装置および方法によれば、レーザ光を強く反射するリフレクタを移動ロボットに取り付け、3次元レーザレーダによる3次元計測で得られたレーザ光の強度分布から移動ロボットと人とを識別するので、人と移動ロボットが同一エリアを移動する場合に、移動ロボットの大きさと速度が人と同じ程度である場合でも人と移動ロボットを確実に識別することができる。

【0018】

また、3次元計測で得られた3次元データから人と移動ロボットの相対距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制するので、移動ロボットの安全機能が誤動作しても監視員なしで人の安全を確保することができる。

【0019】

すなわち本発明では、3次元レーザレーダを用いて、3次元形状の計測とレーザ光が計測対象物に反射して返って来た信号の強度の計測を同時に実行して、人と移動ロボットが混在しているエリアの3次元情報を取得する。

これにより移動ロボットが移動するエリアの3次元情報から人と移動ロボットの位置情報を得るとともに、移動ロボットにはレーザ光を強く反射するリフレクタ(反射板)を取り付けておき、反射の強弱で人が移動ロボットかの区別を行う。

この結果、人と移動ロボットの位置が近接していると判断した場合に、その移動ロボットの動作速度を低下させる。

【0020】

これにより、人と移動ロボットが接触する恐れがある場合に、移動ロボットに非常停止をかけた時の空走距離を縮めて、接触を防止することができる。また、万が一接触が発生した場合でも、速度が遅いことにより人がこうむるダメージも低減することができる。

従って、安全性を維持したまま、柵の制約を受けずに移動ロボットの配置を変更することができ、人と移動ロボットを混在・協働させることができる。

【0021】

さらにリフレクタの反射を、一定のパターンでON/OFFすることにより、人が移動ロボットかの区別をするのと同時に、複数ある移動ロボットの区別・特定することも可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好ましい実施例を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

【0023】

図1は、本発明による人と移動ロボットが同一エリアを移動する共存環境のイメージ図である。

この図において、1は移動ロボット、2は人(人間)、3は床面、4は床面に置かれた固定物である。

このロボットと人の共存環境において、移動ロボット1はワイヤレスラン等でそれぞれ個別に制御され、人と同一エリアを移動しながら予め定められた作業を行う。また、各移動ロボット1は、人との接触を回避する安全機能をそれぞれ搭載している。

この共存環境において、人2は、例えば作業員であり、移動ロボット1と同一エリアを移動しながら種々の作業を行う。

この例において、移動ロボット1の大きさと速度は、人2と同じ程度であるものとする。しかし、本発明はこれに限定される、大きさと速度が大きく相違してもよい。

【0024】

図2は、本発明による移動ロボットの監視装置の構成図である。この図は、図1のあるエリアを上方から見た平面図である。

この図において、本発明の監視装置10は、リフレクタ12、3次元レーザレーダ14及びロボット抑制装置16を備える。

【0025】

リフレクタ12は、移動ロボット1に取り付けられレーザ光を強く反射する反射板である。このリフレクタ12は、一定のパターンで反射率を増減可能な可変反射板であるのがよい。

この可変反射板は、例えば、反射強度の強い表面と弱い裏面とを有する強弱反射板と、強弱反射板を一定のパターンで反転させる反転モータとからなる。

また可変反射板は、反射強度の強い表面を有する強反射板と、強反射板の表面を一定のパターンで開閉する遮光機構とから構成してもよい。

【0026】

3次元レーザレーダ14は、移動ロボット1の移動エリアを3次元計測する。

ロボット抑制装置16は、例えばコンピュータ(PC)であり、3次元レーザレーダ14による計測結果から移動ロボット1と人2とを識別し、人と移動ロボットの相対距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制する。

この例では、4台の3次元レーザレーダ14がそれぞれ半円形の破線で示す範囲を3次元計測し、この図の矩形領域をカバーして計測するようになっている。

【0027】

図3は、3次元レーザレーダの原理図である。この図において、(A)は3次元レーザレーダと計測対象物との関係図、(B)は照射光と反射光のデータ例、(C)は2次元スキヤンのイメージ図である。

図3(A)(B)に示すように、3次元レーザレーダ14では、パルス状または変調をかけたレーザ光を照射光6として照射し、計測対象物7で反射して戻ってくる反射光8までの時間差 t を計ることにより計測対象物7までの距離値と、反射光8を光学センサで受けた時の波形振幅から受光強度とをそれぞれ計測することができる。

また図3(C)に示すように、この照射光6を上下左右に2次元的にスキヤンすることにより、計測対象物7の3次元形状と反射強度の情報を得ることができる。

【0028】

3次元レーザデータ14による計測結果は、ヨー方向の角度 θ 、ピッチ方向の角度 ϕ 、距離 D 、受光強度 M を一組としたデータ列となる。 θ 、 ϕ 、 D から、計測対象物7の3次元座標 X 、 Y 、 Z を算出可能である。

【0029】

図4は、本発明による移動ロボットの監視方法の説明図である。

図4(A)は、3次元レーザレーダ14により移動ロボット1の移動エリアを3次元計測して得られた3次元データの模式図である。

【0030】

図4(B)では、得られた3次元データから床面3やフェンス等の固定物4を除外する。この除外は、人2や移動ロボット1が存在しない状態で3次元レーザレーダにより計測

10

20

30

40

50

した結果を背景情報として記録しておき、人や移動ロボットを含む計測結果から差し引く手段や、あらかじめ床面からの高さが数十センチ以内、フェンスからの幅、高さ方向の距離が数十センチ以内といった不感帯を設定しておき、計測結果中で不感帯の範囲に含まれるデータを削除する手段などで実行することができる。

【0031】

図4(C)では、固定物を除外した3次元データから、それぞれあらかじめ設定した距離範囲内に存在するデータ同士をグループ分けする。

図4(D)では、各グループの重心を算出する等の手段で、計測された物体の位置を算出する。この重心算出において、各グループの背面形状が不明な場合には、これを平面または正面形状で模擬してもよい。

10

【0032】

図4(E)では、各グループにレーザ反射強度の平均または最大値を算出し、一定閾値以上の場合に移動ロボット、それ以外を人と判定する。レーザの反射強度は算出値のまま用いてもよいし、反射強度が距離の自乗に反比例するという特性から、距離値により補正をかけてから用いてもよい。

【0033】

図4(F)では、人と移動ロボットとがあらかじめ設定した距離以内に近づいた場合、当該移動ロボットに対し、動作速度を低下させるなどの指令を与える。すなわち、移動ロボットと人の重心距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制する。

この移動ロボットの動作抑制は、例えば移動ロボットを制御するワイヤレスランとは別個の無線指令ラインを冗長的に設け、この無線指令ラインでそれぞれ該当する移動ロボットを制御するのがよい。

20

【0034】

上述したように、本発明では、人が移動ロボットかを区別するために、移動ロボット1にリフレクタ12を取り付ける。リフレクタ12は、これを反射強度の強い表面と弱い裏面とを一定のパターンで反転させ、或いは、リフレクタ表面にシャッター等の遮光機構を設け一定のパターンで開閉することにより、3次元レーザレーダ14で移動ロボット1を区別・特定するための情報を提供することが可能である。

【0035】

たとえば、移動ロボットAと移動ロボットBの2台が存在する時、Aは1秒周期でリフレクタの反射をON ON OFF OFFというパターンを繰り返し、BではON ON OFF ONと繰り返させることにより、信号強度を計測した3次元レーザレーダでAとBを区別することができる。

30

【0036】

または、3次元レーザレーダ側から無線等を使って各移動ロボットに個別に呼びかけを行い、呼ばれた移動ロボットだけがリフレクタをONすることによっても移動ロボットを特定することが可能である。

【0037】

なお、本発明において、「移動ロボット」とは、自走可能なロボットを意味する。しかし、本発明は、固定配置されているロボットにも適用でき、この場合は、3次元レーザレーダ側であらかじめ各ロボットの位置を記憶していれば良い。また、ロボットが走行する場合には、本発明によりどの移動ロボットが人と接近しており、どの移動ロボットに速度低下を指示すればよいかを特定することができる。

40

【0038】

上述したように、本発明の装置および方法によれば、レーザ光を強く反射するリフレクタ12を移動ロボット1に取り付け、3次元レーザレーダ14による3次元計測で得られたレーザ光の強度分布から移動ロボット1と人2とを識別するので、人と移動ロボットが同一エリアを移動する場合に、移動ロボット1の大きさと速度が人2と同じ程度である場合でも人と移動ロボットを確実に識別することができる。

【0039】

50

また、3次元計測で得られた3次元データから人2と移動ロボット1の相対距離が所定の閾値より小さいときに移動ロボットの動作を抑制するので、移動ロボットの安全機能が誤動作しても監視員なしで人の安全を確保することができる。

【0040】

すなわち本発明では、3次元レーザレーダ14を用いて、3次元形状の計測とレーザ光が計測対象物に反射して返って来た信号の強度の計測を同時に実行して、人2と移動ロボット1が混在しているエリアの3次元情報を取得する。

これによりエリアの3次元情報から人2と移動ロボット1の位置情報を得るとともに、移動ロボット1にはレーザ光を強く反射するリフレクタ12（反射板）を取り付けておき、反射の強弱で人が移動ロボットかの区別を行う。

10

この結果、人と移動ロボットの位置が近接していると判断した場合に、その移動ロボットの動作速度を低下させる。

【0041】

これにより、人と移動ロボットが接触する恐れがある場合に、移動ロボットに非常停止をかけた時の空走距離を縮めて、接触を防止することができる。また、万が一接触が発生した場合でも、速度が遅いことにより人がこうむるダメージも低減することができる。

従って、安全性を維持したまま、柵の制約を受けずに移動ロボットの配置を変更することができ、人と移動ロボットを混在・協働させることができる。

【0042】

さらにリフレクタの反射を、一定のパターンでON/OFFすることにより、人が移動ロボットかの区別をするのと同時に、複数ある移動ロボットの区別・特定することも可能である。

20

【0043】

なお、本発明は、上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々に変更することができることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明による人と移動ロボットが同一エリアを移動する共存環境のイメージ図である。

【図2】本発明による移動ロボットの監視装置の構成図である。

30

【図3】3次元レーザレーダの原理図である。

【図4】本発明による移動ロボットの監視方法の説明図である。

【図5】特許文献1のシステムの模式図である。

【図6】特許文献2の方法の説明図である。

【符号の説明】

【0045】

1 移動ロボット、2 人（人間）、3 床面、4 固定物、

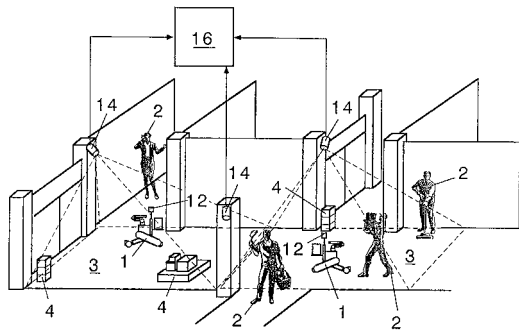
6 照射光、7 計測対象物、8 反射光、

10 監視装置、12 リフレクタ（反射板）、

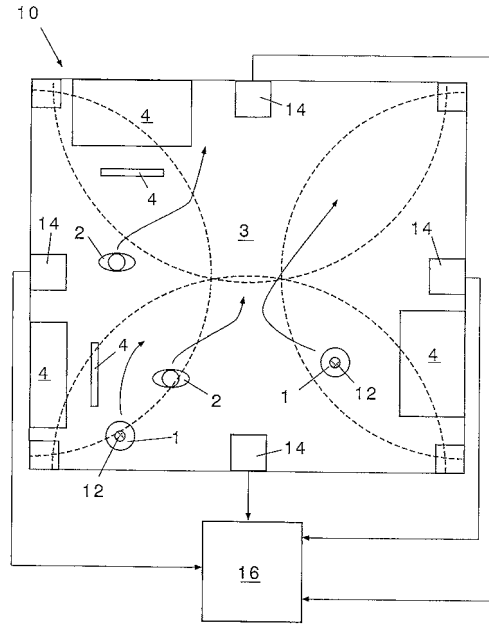
14 3次元レーザレーダ、16 ロボット抑制装置

40

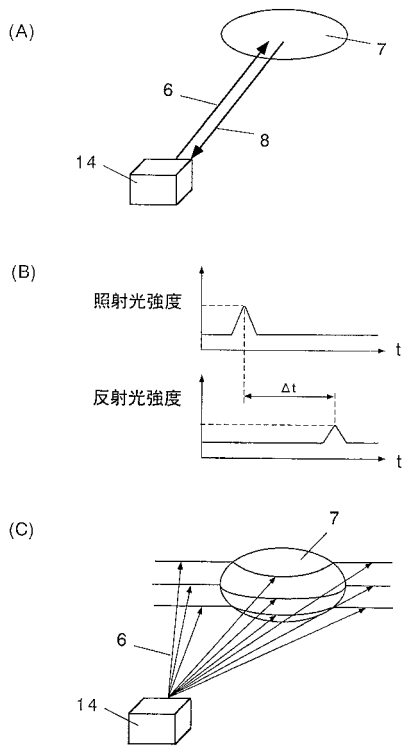
【 図 1 】



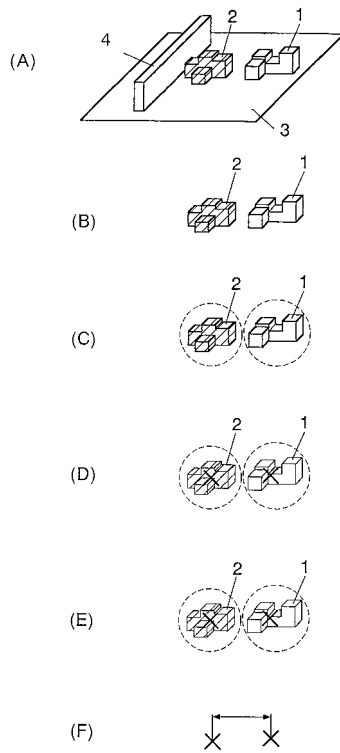
【 図 2 】



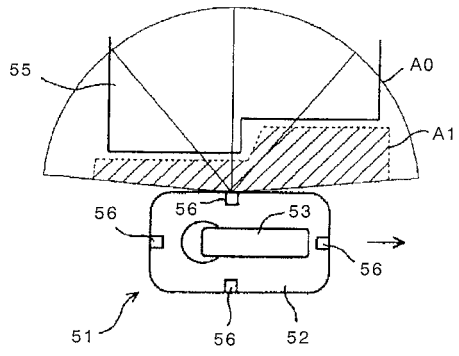
【 図 3 】



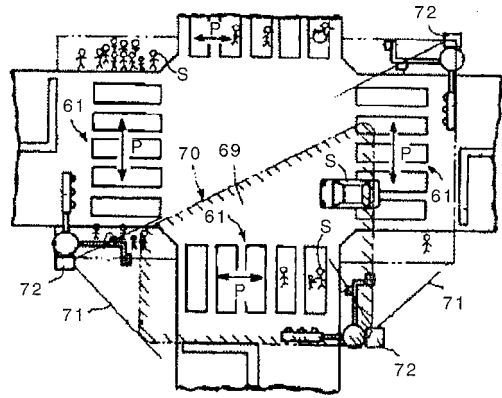
【 図 4 】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 中村 説志

(56)参考文献 特開2003-222295(JP,A)
特開2006-194617(JP,A)
特開2007-333539(JP,A)
特開2004-325272(JP,A)
特開2003-105807(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/48 - 7/51
G01S17/00 - 17/95
G05D 1/00 - 1/12
B32J 1/00 - 21/02