

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6448963号
(P6448963)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 S 13/91 (2006.01)

G O 1 S 13/91

B 6 1 L 29/00 (2006.01)

B 6 1 L 29/00

A

B 6 1 L 23/00 (2006.01)

B 6 1 L 23/00

A

G O 8 G 1/00 (2006.01)

G O 8 G 1/00

J

G O 8 G 5/06 (2006.01)

G O 8 G 5/06

A

請求項の数 4 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-192871 (P2014-192871)

(22) 出願日 平成26年9月22日(2014.9.22)

(65) 公開番号 特開2016-65721 (P2016-65721A)

(43) 公開日 平成28年4月28日(2016.4.28)

審査請求日 平成28年11月29日(2016.11.29)

特許法第30条第2項適用 平成26年4月1日、鉄道
総研報告第28巻第4号(出願人による申告)平成26年度、総務省、電波資源
拡大のための研究開発 『90GHz帯リニアセルによ
る高精度イメージング技術の研究開発』委託研究開発、
産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(73) 特許権者 000173784

公益財団法人鉄道総合技術研究所

東京都国分寺市光町二丁目8番地38

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆

(74) 代理人 100094400

弁理士 鈴木 三義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 障害物検知システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行経路に沿って、所定の相互間隔をおいて設置され、前記走行経路の所定区間をそれ
ぞれ走査する複数のレーダー装置と、前記レーダー装置の走査データに基づいて、前記走行経路における障害物の有無を判定
する判定装置と、

を備え、

前記判定装置は、所定の走査間隔毎に得られた走査データの変化に基づいて障害物の有
無を判定し、前記走行経路を当該走行経路の長手方向に移動する物については、障害物が
否かの判定対象から除外し、かつ、レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上となっ
ている部分領域の走査データを、障害物検出のための参照データから除外し、他の部分領域
について所定の走査間隔毎に得られた走査データの変化に基づいて障害物の有無を判定す
る

障害物検知システム。

【請求項2】

前記判定装置は、所定の検出領域内の所定数以上の部分領域で走査データの変化が検出
された場合に、当該検出領域内に障害物が存在すると判定する、請求項1に記載の障害物
検知システム。

【請求項3】

前記判定装置は、第1の検出領域で得られた走査データの変化、および、前記第1の検

出領域に隣接する第2の検出領域で得られた走査データの変化に基づいて、移動体の進入の有無を判定する、請求項1または請求項2に記載の障害物検知システム。

【請求項4】

前記複数のレーダー装置の1つである第1のレーダー装置が、前記走行経路の一方の側部に配置され、前記複数のレーダー装置のもう1つである第2のレーダー装置が、前記走行経路の他方の側部に配置され、前記第1のレーダー装置と前記第2のレーダー装置とが重複した走査範囲を有する、請求項1から3のいずれか一項に記載の障害物検知システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、障害物検知システムに関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道、空港、高速道路等の路面上の人や路面の損傷、陥没、ひび割れ、破片等の障害物（異物）において、移動体の走行経路における障害物の検知や、障害物が検知された際の対応策が重要であり、関連する幾つかの技術が提案されている。

例えば、特許文献1には、踏切の複数の異常を検出する異常検出装置が開示されている。この異常検出装置では、センサから異常検出の通知があった場合、例えば、踏切内に人や自動車などが取り残されたなどの、緊急停止が必要な異常が検出されたか否かが判断され、緊急停止が必要な異常であれば、緊急停止信号が点灯される。そして、例えば、踏切警報音の音量の低下、踏切警報音発生器の片系故障、電気踏切遮断機の軽度の故障、遮断桿の折損、踏切警報灯の光量の減少などの緊急停止が必要ではない異常が検出されたと判断された場合、異常検出通知用ライトが点灯される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-221961号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

特許文献1に記載の異常検出装置では、踏切の異常を検出した場合に、通常の緊急停止信号以外に、軽度の異常が検出されたことを通知することができる。

一方、障害物は、踏切だけでなく走行経路の他の部分でも発生し得る。例えば、空港においては、移動体である航空機の金属破片などが落ちて、走行経路である路面上に障害物として存在すると、危険な場合がある。使用中の滑走路に存在していた異物が原因で、墜落事故が発生したケースがある。このような事故が発生した場合、多大な影響を航空会社も背負ってしまう可能性があり、リスクを回避するため監視者に路面上の異物を通知・警報を行う必要性が挙げられる。また近年は、航空機の離発着の間隔が短くなっているため、早急に異物を検知することが求められている。

40

そこで、走行経路を監視し、障害物を検知することができれば、安全性を向上させることができる。その際、様々な種類の走行経路の様々な部分を同一のシステムで監視し、障害物を検知することができれば、システムの設計の負荷を低減させ得る。

【0005】

本発明は、踏切に限らず、移動体の走行経路などの監視領域を監視し、障害物を検知することのできる障害物検知システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様によれば、障害物検知システムは、走行経路に沿って、所定の相互間隔において設置され、前記走行経路の所定区間をそれぞれ走査する複数のレーダー装置

50

と、前記レーダー装置の走査データに基づいて、前記走行経路における障害物の有無を判定する判定装置と、を備え、前記判定装置は、所定の走査間隔毎に得られた走査データの変化に基づいて障害物の有無を判定し、前記走行経路を当該走行経路の長手方向に移動する物については、障害物が否かの判定対象から除外し、かつ、レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上となっている部分領域の走査データを、障害物検出のための参照データから除外し、他の部分領域について所定の走査間隔毎に得られた走査データの変化に基づいて障害物の有無を判定する。

【 0 0 0 7 】

前記判定装置は、所定の検出領域内の所定数以上の部分領域で走査データの変化が検出された場合に、当該検出領域内に障害物が存在すると判定するようにしてもよい。

10

【 0 0 0 8 】

前記判定装置は、第 1 の検出領域で得られた走査データの変化、および、前記第 1 の検出領域に隣接する第 2 の検出領域で得られた走査データの変化に基づいて、移動体の進入の有無を判定するようにしてもよい。

【 0 0 0 9 】

前記複数のレーダー装置の 1 つである第 1 のレーダー装置が、前記走行経路の一方の側部に配置され、前記複数のレーダー装置のもう 1 つである第 2 のレーダー装置が、前記走行経路の他方の側部に配置され、前記第 1 のレーダー装置と前記第 2 のレーダー装置とが重複した走査範囲を有するようにしてもよい。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、踏切に限らず、移動体の走行経路などの監視領域を監視し、障害物を検知することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】本発明の一実施形態における障害物検知システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

【 図 2 】同実施形態におけるレーダー装置の設置場所の例を示す説明図である。

【 図 3 】同実施形態における走査範囲の分割例を示す説明図である。

【 図 4 】同実施形態における検出領域の分割例を示す説明図である。

30

【 図 5 】同実施形態における障害物の有無の表示例を示す説明図である。

【 図 6 】同実施形態において、走査データにて示されるレーダー反射強度の第 1 の例を示すグラフである。

【 図 7 】同実施形態において、走査データにて示されるレーダー反射強度の第 2 の例を示すグラフである。

【 図 8 】同実施形態において、走査データにて示されるレーダー反射強度の第 3 の例を示すグラフである。

【 図 9 】同実施形態において、判定装置が部分領域について物の検出を行う処理手順の、第 1 の例を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】同実施形態において、判定装置が部分領域について物の検出を行う処理手順の、第 2 の例を示すフローチャートである。

40

【 図 1 1 】同実施形態において、判定装置が、検出領域における障害物の有無を判定する処理手順の例を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】同実施形態において、判定装置が検出領域における障害物としての移動体の検出の可能性を判定する処理手順の例を示すフローチャートである。

【 図 1 3 】同実施形態におけるレーダー装置の設置場所の、もう 1 つの例を示す説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限

50

定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

図１は、本発明の一実施形態における障害物検知システムの機能構成を示す概略ブロック図である。同図において、障害物検知システム１は、レーダー装置１１０と、ケーブル１２０と、判定装置２００とを備える。判定装置２００は、操作入力部２１０と、表示部２２０と、走査データ取得部２３０と、記憶部２８０と、制御部２９０とを備える。制御部２９０は、判定部２９１を備える。

【００１６】

障害物検知システム１は、走行経路を含む領域における障害物を検知する。

レーダー装置１１０は、走行経路に沿って、所定の相互間隔において複数設置され、走行経路を含む領域の所定区間をそれぞれ走査する。ここでいう走行経路とは、移動体が通過する可能性のある領域である。走行経路の例として、鉄道車両が走行する経路、すなわち線路を挙げることができる。また、空港であれば、空港管理者またはシステム管理者等が監視する領域を障害物検知システム１の監視領域とすることができる。この場合、航空機が走行する経路、すなわち滑走路などを走行経路の例として挙げることもできる。また、自動車が行く高速道路も走行経路の例として挙げることもできる。なお、レーダー装置１１０の各々が走査を行う範囲を走査範囲と称する。

【００１７】

また、ここでいう移動体とは、移動する物体である。移動体の例として、自動車や鉄道車両などの車両、および、航空機を挙げることができる。

これら車両や航空機は、乗客輸送用、貨物輸送用、または作業用など、様々な用途のものであってもよい。例えば、障害物検知システム１が滑走路を監視する場合、移動体としての車両の例として、滑走路を点検する保守用車両を挙げることができる。また、障害物検知システム１が線路を監視する場合、移動体としての鉄道車両の例として、旅客用の鉄道車両、貨物用の鉄道車両、および、鉄道の保守用車両を挙げることができる。また、移動体の例として動物を挙げることができる。移動体の走行経路という場合の移動体としての動物の例として、乗用の馬や、荷台を引く馬など、乗用の動物や貨物輸送用の動物を挙げることができる。また、障害物としての移動体が動物であってもよい。

【００１８】

なお、障害物検知システム１の監視領域は、走行経路を含む領域であればよい。走行経路が障害物検知システム１の監視領域となっていてよいし、走行経路と周辺の領域とを含む領域が障害物検知システム１の監視領域となっていてよい。障害物検知システム１の監視領域に走行経路の周辺の領域が含まれる場合、障害物検知システム１によれば、例えば走行経路の周辺からの倒木または動物等の進入など、走行経路に障害物が発生する可能性を検知し得る。

ケーブル１２０は、レーダー装置１１０の各々と判定装置２００とを接続し、レーダー装置１１０による走査の結果を示す走査データを判定装置２００へ伝達する。

【００１９】

図２は、レーダー装置１１０の設置場所の例を示す説明図である。同図において、複数のレーダー装置１１０が、走行経路の位置を示す基準線である線Ｌ９０１の上方に設置されており、レーダー装置１１０の各々はケーブル１２０に接続されている。

レーダー装置１１０の各々は、図２において移動体の進行方向（例えば、線路の場合、長手方向）について示されている走査範囲Ａ１１について走査を行う。少なくとも１つのレーダー装置１１０の走査範囲Ａ１１に含まれる領域の全体が、障害物検知システム１の監視領域となる。

レーダー装置１１０は、走査の結果を示す走査データを、ケーブル１２０を介して判定装置２００へ送信する。

【００２０】

なお、複数のレーダー装置１１０の走査範囲に重なりがあってもよい。例えば、隣り合うレーダー装置１１０の走査範囲の一部が重なり合っている場合もよい。

なお、複数のレーダー装置の設置方法および数の少なくともいずれかを、走査範囲と性能とコストバランスとに基づいて管理会社に変更可能であってもよい。

レーダー装置 110 は、例えば、走査範囲全体を走査するのに要する時間間隔毎に走査データを送信する。なお、レーダー装置 110 が走査データを送信する時間間隔を走査間隔と称する。

【0021】

ケーブル 120 は、例えば光ファイバーケーブルであり、レーダー装置 110 は、判定装置 200 へ走査データを光信号にて送信する。但し、レーダー装置 110 と判定装置 200 との通信方式は、光通信方式に限らない。例えば、ケーブル 120 が導電体のケーブルであり、レーダー装置 110 が、判定装置 200 へ走査データを電気信号にて送信する
10

【0022】

図 3 は、走査範囲の分割例を示す説明図である。同図において、レーダー装置 110 の走査範囲 A11 が、複数の検出領域 A12 に分割されている。例えば、走査範囲 A11 が縦横共に 4 分割され、走査範囲 A11 に 16 個の検出領域 A12 が含まれる。

検出領域は、表示部 220 が障害物の有無を表示する単位となる。すなわち、表示部 220 は、検出領域毎に障害物の有無を表示する。

但し、走査範囲の大きさや形状は、任意の大きさや形状とすることができる。また、走査範囲の分割数は 1 以上であればよい。例えば、1 つの検出領域が 1 つの走査範囲を構成
20

【0023】

図 4 は、検出領域の分割例を示す説明図である。同図において、検出領域 A12 が、複数の部分領域 A13 に分割されている。例えば、検出領域 A12 が縦横共に 12 分割され、検出領域に 144 個の部分領域が含まれる。

部分領域は、レーダー装置 110 が走査を行う単位となる。すなわち、レーダー装置 110 は、部分領域毎に走査データを生成する。

【0024】

但し、検出領域の大きさや形状は、任意の大きさや形状とすることができる。また、検出領域の分割数は 1 以上であればよい。例えば、1 つの部分領域が 1 つの検出領域を構成
30

なお、障害物の危険性や優先度の高さに基づいて、部分領域の大きさおよび形状を決めることができる。例えば、障害物検知システム 1 が鉄道車両の走行経路における障害物を監視する場合、部分領域の大きさを、鉄道における障害物の危険性の目安となる、6 センチメートル (cm) の大きさの障害物を検出可能な大きさに設定することができる。

【0025】

判定装置 200 は、レーダー装置 110 の走査データに基づいて、走行経路における障害物の有無を判定する。判定装置 200 は、例えばコンピュータを含んで構成される。

操作入力部 210 は、例えばキーボードやマウスなどの入力デバイスを有し、ユーザ操作を受ける。
40

表示部 220 は、例えば液晶パネルなどの表示画面を有し、各種画像を表示する。特に、表示部 220 は、走行経路における障害物の有無を表示する。

【0026】

図 5 は、障害物の有無の表示例を示す説明図である。同図において、表示部 220 は、走行経路に設定されている検出領域 A12 を表示している。具体的には、図 5 の表示例において、線 L901 に挟まれた領域が走行経路として構成されており、走行経路と走行経路の周辺とを含む領域とをカバーするように複数の検出領域 A12 が設定されている。また、表示部 220 は、検出領域 A12 のうち障害物が検出された領域を、検出領域 A12 - 1 のようにハッチングで表示している。

【0027】

なお、線 L 9 0 1 は、走行経路の位置を示す基準線であればよく、走行経路との関係において様々な線を用いることができる。例えば、障害物検知システム 1 が滑走路を監視する場合、滑走路の両端を線 L 9 0 1 とすることができる。この場合、滑走路が航空機の走行経路であると考えることができ、線 L 9 0 1 に挟まれた領域が走行経路となる。

一方、障害物検知システム 1 が線路を監視する場合、2 本のレールの各々を線 L 9 0 1 とすることができる。この場合、鉄道車両の車体が通過する領域が鉄道車両の走行経路であると考えることができ、一般に、鉄道車両の車体の幅はレールの幅より広く、従って、線 L 9 0 1 に挟まれた領域とその周辺の領域とを含む領域が走行経路となる。

【 0 0 2 8 】

また、表示部 2 2 0 は、セルの部分領域 A 1 3 のうち、物の存在が検出された領域を表示している。ここでいうセルは、監視領域全体を分割した、個別に障害物の有無を判定する領域である。セルの例として、検出領域 A 1 2 を挙げることができる。

なお、走行経路にはいろいろな設備が設置されているため、検出された物は必ずしも障害物とは限らない。そこで、判定部 2 9 1 は、物の存在が検出された場合のうち、後述するように所定の条件を満たす場合に、障害物が検出されたものとして処理を行う。そして、表示部 2 2 0 は、判定部 2 9 1 の判定結果に基づいて、障害物が検出された領域を上記のようにハッチングで表示している。

なお、物の存在が検出されたことの表示を、物検出の表示と称する。また、障害物が検出されたことの表示を、障害物検出の表示と称する。

【 0 0 2 9 】

走査データ取得部 2 3 0 は、ケーブル 1 2 0 を介してレーダー装置 1 1 0 と通信を行う。特に、走査データ取得部 2 3 0 は、レーダー装置 1 1 0 が送信する走査データを受信する。

記憶部 2 8 0 は、各種データを記憶する。記憶部 2 8 0 は、判定装置 2 0 0 の有する記憶デバイスを含んで構成される。

制御部 2 9 0 は、判定装置 2 0 0 の各部を制御して各種機能を実行する。制御部 2 9 0 は、例えば、判定装置 2 0 0 の有する C P U (Central Processing Unit、中央処理装置) が、記憶部 2 8 0 からプログラムを読み出して実行することで実現される。

【 0 0 3 0 】

判定部 2 9 1 は、走査間隔毎に得られた走査データの変化に基づいて障害物の有無を判定する。特に、判定部 2 9 1 は、検出領域内の所定数以上の部分領域でデータの変化が検出された場合に、当該検出領域内に障害物が存在すると判定する。ここでの所定数は、1 以上の任意の正整数であってよい。例えば、所定数を 1 とした場合、判定部 2 9 1 は、検出領域内のいずれかの部分領域でデータの変化が検出された場合に、当該検出領域内に障害物が存在すると判定する。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、走査データにて示されるレーダー反射強度の第 1 の例を示すグラフである。同図の横軸は時刻を示し、縦軸は、レーダー反射強度を示す。図 6 は、所定の部分領域における走査間隔毎のレーダー反射強度を示している。

同図の例において、時刻 T 1 1 までは、レーダー反射強度は閾値 V 1 よりも小さい(弱い)。この場合、物の存在を検出していないと判定し得る。一方、時刻 T 1 2 において、レーダー反射強度が閾値 V 1 以上になっている。この場合、物の存在を検出したと判定し得る。

【 0 0 3 2 】

もっとも、走行経路では、障害物のみならず、通過列車、航空機または車両などの移動体が一時的に検出される場合もある。そこで、判定部 2 9 1 は、レーダー反射強度が所定時間以上連続して閾値 V 1 以上となった場合に、障害物を検出したと判定する。例えば、判定部 2 9 1 は、レーダー反射強度が 3 回以上連続して閾値 V 1 以上となった場合に、障害物を検出したと判定する。

図 6 の例では、レーダー反射強度が 2 回連続して閾値 V 1 以上となっているが、3 回目

10

20

30

40

50

の時刻 T 1 3 では閾値 V 1 より小さくなっている。このため、判定部 2 9 1 は、障害物を検出していないと判定する。

【 0 0 3 3 】

図 7 は、走査データにて示されるレーダー反射強度の第 2 の例を示すグラフである。同図の横軸は時刻を示し、縦軸は、レーダー反射強度を示す。図 7 は、所定の部分領域における走査間隔毎のレーダー反射強度を示している。

同図の例において、時刻 T 2 1 までは、レーダー反射強度は閾値 V 1 よりも小さく、時刻 T 2 2 において、閾値 V 1 以上になっている。そして、図 6 の例と異なり図 7 では、3 回目の時刻 T 2 3 においても、レーダー反射強度が閾値 V 1 以上になっている。そこで、判定部 2 9 1 は、障害物を検出したと判定する。

10

【 0 0 3 4 】

判定部 2 9 1 の判定結果に基づいて、表示部 2 2 0 は、図 5 の例のように、部分領域について物検出の表示を行い、検出領域について障害物検出の表示を行う。

その後、時刻 T 2 4 において、レーダー反射強度が閾値 V 1 よりも小さくなっている。このように、レーダー反射強度が閾値 V 1 よりも小さくなった場合、表示部 2 2 0 が、部分領域における物検出の表示や、検出領域における障害物検出の表示を終了するようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

あるいは、表示部 2 2 0 が、部分領域における物検出の表示や、検出領域における障害物検出の表示の一方または両方を、所定のユーザ操作（確認済みを示すユーザ操作）が行われるまで継続するようにしてもよい。特に、表示部 2 2 0 が、障害物検出の表示を継続することで、例えばレーダー装置 1 1 0 に不具合が生じた場合のフェイルセーフ（Fail Safe）を得られる。

20

【 0 0 3 6 】

図 8 は、走査データにて示されるレーダー反射強度の第 3 の例を示すグラフである。同図の横軸は時刻を示し、縦軸は、レーダー反射強度を示す。図 8 は、所定の部分領域における走査間隔毎のレーダー反射強度を示している。

同図の例では、レーダー装置 1 1 0 による走査の開始時である時刻 T 3 0 から継続して、レーダー反射強度が閾値 V 1 以上となっている。このように最初からレーダー反射強度が閾値 V 1 以上となっている場合、障害物とはならない設備や構造物が存在していることが考えられる。そこで、判定部 2 9 1 は、走査開始時からレーダー反射強度が閾値 V 1 以上となっている部分領域の走査データを、障害物検出のための参照データから除外する。なお、図 5 の例のように、表示部 2 2 0 が、走査開始時からレーダー反射強度が閾値 V 1 以上となっている部分領域について物検出の表示を行うようにしてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

次に図 9 から図 1 2 を参照して判定装置 2 0 0 の動作について説明する。

図 9 は、判定装置 2 0 0 が部分領域について物の検出を行う処理手順の、第 1 の例を示すフローチャートである。判定装置 2 0 0 は、判定装置 2 0 0 自らの電源が ON となって起動すると、部分領域毎に同図の処理を行う。

図 9 の処理において、判定部 2 9 1 は、走査データにて示されるレーダー反射強度測定値の初期値を取得する（ステップ S 1 0 1）。

40

【 0 0 3 8 】

そして、判定部 2 9 1 は、レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上か否かを判定する（ステップ S 1 0 2）。例えば、判定部 2 9 1 は、判定部 2 9 1 自らが処理を開始してから所定時間内に得られたレーダー反射強度測定値を初期値として取得し、初期値における全てのレーダー反射強度測定値が閾値より大きいかな否かを判定する。

【 0 0 3 9 】

レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上であると判定した場合（ステップ S 1 0 2：YES）、ステップ S 1 0 2 へ戻る。これにより、判定部 2 9 1 は、レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上となっている部分領域の走査データを、障害物検出のための参

50

照データから除外する。

但し、判定部 2 9 1 が、レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上となっている部分領域の走査データを障害物検出のための参照データから除外する方法はこれに限らない。例えば、判定部 2 9 1 は、レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上となっている部分領域について、図 9 の処理を終了するようにしてもよい。

【 0 0 4 0 】

一方、レーダー反射強度測定値の初期値が閾値以上ではないと判定した場合（ステップ S 1 0 2 : N O）、判定部 2 9 1 は、部分領域における物の検出状況を示すフラグの値を、検出無しに設定する（ステップ S 1 1 1）。

また、判定部 2 9 1 は、回数カウント値を 0 に設定（ゼロリセット）する（ステップ S 1 1 2）。この回数カウント値は、レーダー反射強度測定値が閾値以上となった回数のカウントに用いられる。

10

【 0 0 4 1 】

次に、走査データ取得部 2 3 0 は、レーダー装置 1 1 0 から走査データにて走査間隔毎に送信される、判定対象の部分領域におけるレーダー反射強度測定値を取得する（ステップ S 1 1 3）。

そして、判定部 2 9 1 は、ステップ S 1 1 3 で得られたレーダー反射強度測定値が閾値以上か否かを判定する（ステップ S 1 1 4）。

レーダー反射強度測定値が閾値より小さいと判定した場合（ステップ S 1 1 4 : N O）、判定部 2 9 1 は、部分領域における物の検出状況を示すフラグの値を、検出無しに設定する（ステップ S 1 4 1）。その後、ステップ S 1 1 2 へ戻る。

20

【 0 0 4 2 】

一方、レーダー反射強度測定値が閾値以上であると判定した場合（ステップ S 1 1 4 : Y E S）、判定部 2 9 1 は、回数カウント値を 1 増加させる（ステップ S 1 2 1）。

そして、判定部 2 9 1 は、回数カウント値が所定の閾値以上か否かを判定する（ステップ S 1 2 2）。

回数カウント値が閾値より小さいと判定した場合（ステップ S 1 2 2 : N O）、ステップ S 1 1 3 へ戻る。

一方、回数カウント値が閾値以上であると判定した場合（ステップ S 1 2 2 : Y E S）、判定部 2 9 1 は、部分領域における物の検出状況を示すフラグの値を、検出有りに設定する（ステップ S 1 3 1）。当該フラグの値に基づいて、表示部 2 2 0 は、当該部分領域について物の存在を示す表示を行う。

30

ステップ S 1 3 1 の後、ステップ S 1 1 3 へ戻る。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 は、判定装置 2 0 0 が部分領域について物の検出を行う処理手順の、第 2 の例を示すフローチャートである。判定装置 2 0 0 は、判定装置 2 0 0 自らの電源が O N となって起動すると、部分領域毎に同図の処理を行う。

図 1 0 の処理において、ステップ S 2 0 1 ~ S 2 1 4 は、図 9 のステップ S 1 0 1 ~ S 1 1 4 と同様である。

【 0 0 4 4 】

40

ステップ S 2 1 4 において、レーダー反射強度測定値が閾値より小さいと判定した場合（ステップ S 2 1 4 : N O）、ステップ S 2 1 2 へ戻る。

一方、ステップ S 2 1 4 において、レーダー反射強度測定値が閾値以上であると判定した場合（ステップ S 2 1 4 : Y E S）、ステップ S 2 2 1 へ進む。ステップ S 2 2 1 ~ S 2 2 2 は、図 9 のステップ S 1 2 1 ~ S 1 2 2 と同様である。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 2 2 2 において、回数カウント値が閾値より小さいと判定した場合（ステップ S 2 2 2 : N O）、ステップ S 2 1 3 へ戻る。

一方、回数カウント値が閾値以上であると判定した場合（ステップ S 2 2 2 : Y E S）、判定部 2 9 1 は、部分領域における物の検出状況を示すフラグの値を、検出有りに設定

50

する（ステップS 2 3 1）。当該フラグの値に基づいて、表示部 2 2 0 は、当該部分領域について物の存在を示す表示を行う。

【 0 0 4 6 】

次に判定部 2 9 1 は、物の検出について確認済みを示すユーザ操作が行われたか否かを判定する（ステップS 2 3 2）。当該ユーザ操作が行われていないと判定した場合（ステップS 2 3 2：N O）、ステップS 2 3 2へ戻る。なお、物の検出について確認済みを示すユーザ操作は、図 1 1 で後述する障害物の検出について確認済みを示すユーザ操作と同一の操作であってもよい。

【 0 0 4 7 】

一方、物の検出について確認済みを示すユーザ操作が行われたと判定した場合（ステップS 2 3 2：Y E S）、判定部 2 9 1 は、部分領域における物の検出状況を示すフラグの値を、検出無しに設定する（ステップS 2 4 1）。その後、ステップS 2 1 2へ戻る。

このように、図 1 0 の処理では、判定部 2 9 1 は、物の検出有りと判定した場合、レーダー反射強度測定値が閾値以下になっても、ユーザ操作が行われるまで、物の検出有りと判定結果を保持する点で、図 9 の場合と異なる。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 は、判定装置 2 0 0 が、検出領域における障害物の有無を判定する処理手順の例を示すフローチャートである。判定装置 2 0 0 は、判定装置 2 0 0 自らの電源がO Nとなつて起動すると、検出領域毎に同図の処理を行う。

図 1 1 の処理において、判定部 2 9 1 は、検出領域における障害物の検出状況を示すフラグの値を、障害物無しに初期設定する（ステップS 3 0 1）。

【 0 0 4 9 】

次に、判定部 2 9 1 は、検出領域に含まれる部分領域の各々における物の検出状況の情報を取得する（ステップS 3 0 2）。例えば、判定部 2 9 1 は、図 9 または図 1 0 の処理で設定した、部分領域における物の検出状況を示すフラグの値を読み出す。

次に、判定部 2 9 1 は、ステップS 3 0 1 で得られた物の検出状況が、所定の条件を満たしているか否かを判定する（ステップS 3 0 3）。ここでの条件として様々なものを用いることができる。例えば、判定部 2 9 1 が、検出領域に含まれる部分領域のうち所定数以上の部分領域で物が検出されているか否かを判定するようにしてもよい。さらに例えば、判定部 2 9 1 が、検出領域に含まれる部分領域のいずれか 1 つ以上で物が検出されているか否かを判定するようにしてもよい。

【 0 0 5 0 】

ステップS 3 0 3 において、所定の条件を満たしていないと判定した場合（ステップS 3 0 3：N O）、ステップS 3 0 2へ戻る。

一方、ステップS 3 0 3 において、所定の条件を満たしていると判定した場合（ステップS 3 0 3：Y E S）、判定部 2 9 1 は、検出領域における障害物の検出状況を示すフラグの値を、障害物有りに設定する（ステップS 3 1 1）。当該フラグの値に基づいて、表示部 2 2 0 は、当該検出領域について障害物を検出したことを示す表示を行う。

【 0 0 5 1 】

次に、判定部 2 9 1 は、障害物の検出について確認済みを示すユーザ操作が行われたか否かを判定する（ステップS 3 1 2）。当該ユーザ操作が行われていないと判定した場合（ステップS 3 1 2：N O）、ステップS 3 1 2へ戻る。

一方、障害物について確認済みを示すユーザ操作が行われたと判定した場合（ステップS 3 1 2：Y E S）、判定部 2 9 1 は、検出領域における障害物の検出状況を示すフラグの値を、障害物無しに設定する（ステップS 3 2 1）。その後、ステップS 3 0 2へ戻る。

【 0 0 5 2 】

図 1 2 は、判定装置 2 0 0 が検出領域における障害物としての移動体の検出の可能性を判定する処理手順の例を示すフローチャートである。判定装置 2 0 0 は、いずれかの検出領域において障害物を検出すると（例えば、図 1 1 のステップS 3 1 1 でフラグの値を障

10

20

30

40

50

害物有りに設定すると)、図12の処理を行う。

図12の処理において、判定部291は、障害物を検出した検出領域を特定する(ステップS401)。以下では、ステップS401で特定した検出領域を「処理対象の検出領域」と称する。

【0053】

次に、判定部291は、処理対象の検出領域に隣接する検出領域の各々について、障害物検出の履歴を取得する(ステップS402)。例えば、図11の処理において、判定部291は、検出領域における障害物の検出状況を示すフラグの値を設定するたびに、設定時刻と設定内容とを組み合わせた履歴情報を記憶部280に記憶させておく。そして、判定部291は、ステップS402において、当該履歴情報を読み出す。

10

【0054】

次に、判定部291は、処理対象の検出領域に隣接する検出領域のいずれかにおいて、処理対象の検出領域と時間差で障害物を検出しているか否かを判定する(ステップS403)。具体的には、判定部291は、隣接する検出領域のいずれかにおいて、処理対象の検出領域に先行して障害物を検出しているか否かを判定する。

時間差で障害物を検出していないと判定した場合(ステップS403:NO)、図12の処理を終了する。

【0055】

一方、時間差で障害物を検出していると判定した場合(ステップS403:YES)、判定部291は、動物、走行する列車などの車両または航空機といった移動体の少なくともいずれかの可能性有りと判定する(ステップS411)。当該判定結果は、処理対象に隣接する検出領域から処理対象の検出領域へと、動物、走行する列車などの車両または航空機といった移動体の少なくともいずれかが移動している可能性があることを示している。

20

その後、図12の処理を終了する。

【0056】

なお、処理対象の検出領域は、第1の検出領域の例に該当する。また、処理対象に隣接する検出領域は、第2の検出領域の例に該当する。このように、判定部291は、第1の検出領域で得られた走査データの変化、および、前記第1の検出領域に隣接する第2の検出領域で得られた走査データの変化に基づいて、動物、走行する列車などの車両または航空機といった移動体の少なくともいずれかの進入の有無を判定している。

30

【0057】

なお、判定部291が、障害物としての移動体の進入の有無を判定する際に、検出した物の移動方向が、所定の進行方向に移動するか否かを判定するようにしてもよい。

例えば、図9のステップS122における回数カウント値の閾値を1など比較的小さい正整数としておくことで、判定部291が、高速で移動する物も検出するようにできる。そして、例えば走行経路が鉄道の場合、線路の長手方向に移動する物については、判定部291による、障害物か否かの判定対象から除外することで、正常に走行する鉄道車両を障害物と誤検出することを防止し得る。例えば、図12のステップS403において、線路の長手方向に隣接する区間を対象から除外することで、線路の長手方向に移動する物について、判定部291による、障害物か否かの判定対象から除外する。

40

このように、判定部291が、移動体の進行方向に応じた判定を行うことで、正常に移動する移動体を障害物と判定する誤判定を低減させることができる。

【0058】

以上のように、複数のレーダー装置110が、走行経路に沿って、所定の相互間隔を置いて設置され、走行経路の所定区間(走査範囲)をそれぞれ走査する。そして、判定部291は、レーダー装置110から所定の走査間隔毎に得られた走査データの変化に基づいて、走行経路における障害物の有無を判定する。

これにより、判定装置200は、走行経路に設置されている設備と区別して障害物を検知することができる。このように、判定装置200は、設備が存在していても高精度に障

50

害物を検知し得るので、様々な種類の走行経路の様々な部分において障害物を検知することができる。従って、障害物検知システム１によれば、踏切に限らず移動体の走行経路などの監視領域を監視し、障害物を検知することができる。

特に、障害物検知システム１によれば、危険を伴う異物である落石、土砂や金属など様々な障害物を検知することができる。

【 0 0 5 9 】

また、障害物検知システム１によれば、走行経路の様々な部分において障害物を検知することができる。例えば、障害物検知システム１は、鉄道であれば踏切に限らず、駅構内や、周囲に建築物のない線路区間など様々な区間において障害物を検知することができる。

10

また、障害物検知システム１は、空港であれば滑走路といった路面などにおいて障害物を検知することができ、高速道路の路面などにおいても障害物を検知することができる。このように、障害物検知システム１によれば、鉄道車両の走行経路、航空機の走行経路および自動車の走行経路など、様々な種類の走行経路において障害物を検知することができる。

【 0 0 6 0 】

また、判定部２９１は、検出領域に含まれる所定数以上の部分領域で走査データの変化が検出された場合に、当該検出領域に障害物が存在すると判定する。

これにより、判定部２９１は、検出領域の状況やレーダー装置１１０の精度に応じて障害物の検出を行うことができる。具体的には、所定数が少なく設定されているほど、判定部２９１は、高感度に障害物を検出できる。また、所定数が多く設定されているほど、障害物が無いにもかかわらず判定部２９１が障害物有りと判定する誤検出を低減させることができる。

20

【 0 0 6 1 】

また、判定部２９１は、第１の検出領域で得られた走査データの変化、および、第１の検出領域に隣接する第２の検出領域で得られた走査データの変化に基づいて、移動体の少なくともいずれかの進入の有無を判定する。

ここで、移動しない障害物の発生と、移動する移動体の進入とでは、対応策が異なることが考えられる。具体的には、移動しない障害物に対しては、対応策として撤去または除去を行うことが考えられる。一方、移動する動物に対しては、走行経路から自発的に退出させることや、動物を一旦捕獲して走行経路外へ移動させることが考えられる。また、例えば障害物が車両である場合、走行経路から自発的に退出させることが考えられる。あるいは、車両が故障等で動けなくなった場合は、重機等を用いて車両を走行経路外へ移動させることが考えられる。移動体の中でも、風などによって時間経過とともに危険でない場所へ移動していくものであってもよい。この場合の対応策として、例えば、移動体を監視し、危険でない場所へ移動したことを確認することが考えられる。

30

判定部２９１が移動体の少なくともいずれかの進入の有無を判定することで、障害物に対応する作業者は、予め適切な準備をして障害物に対する作業を行うことができる。適切な準備が可能な点で、作業者の負荷を軽減させることができ、また、障害物に対する対応作業に要する時間を低減させることができる。

40

【 0 0 6 2 】

なお、レーダー装置１１０の配置は、図２を参照して説明した配置に限らず、走行経路に沿った様々な配置とすることができる。

図１３は、レーダー装置１１０の設置場所の、もう１つの例を示す説明図である。図２の場合と異なり、図１３の例では、複数のレーダー装置１１０が、走行経路の位置を示す基準線Ｌ９０１の間の領域および周囲の領域に構成されている監視領域の、一方の側部に第１のレーダー装置１１０が配置されており、他方の側部に第２のレーダー装置１１０が配置されている。そして、走行経路を挟んで向かい合うレーダー装置１１０の間では、走査範囲が重複している。

【 0 0 6 3 】

50

このように、複数のレーダー装置 110 の 1 つである第 1 のレーダー装置 110 が、走行経路の一方の側部に配置され、複数のレーダー装置 110 のもう 1 つである第 2 のレーダー装置 110 が、走行経路の他方の側部に配置されている。そして、第 1 のレーダー装置 110 と第 2 のレーダー装置 110 とが重複した走査範囲を有している。

この配置では、走行経路の側部にレーダー装置 110 を配置すればよい点で、走行経路の上方にレーダー装置 110 を配置する場合よりも容易にレーダー装置 110 を配置することができ、また、比較的容易にレーダー装置 110 の保守を行うことができる。

また、走行経路の両方の側部に各々レーダー装置 110 が配置され、これらのレーダー装置 110 が重複した走査範囲を有していることで、障害物の形状等により一方のレーダー装置 110 が障害物を検知できない場合でも、他方のレーダー装置 110 が当該障害物を検知し得る。この点において、障害物を高精度に検出し得る。

10

【0064】

なお、制御部 290 の全部または一部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

20

【0065】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【符号の説明】

【0066】

- 1 障害物検知システム
- 110 レーダー装置
- 120 ケーブル
- 200 判定装置
- 210 操作入力部
- 220 表示部
- 230 走査データ取得部
- 280 記憶部
- 290 制御部
- 291 判定部

30

40

【図 1】

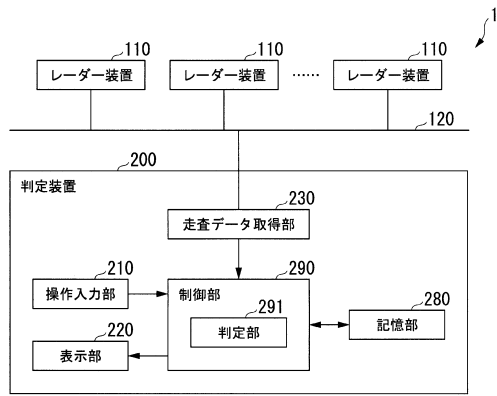


図 1

【図 2】

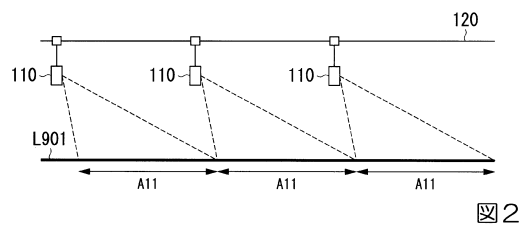


図 2

【図 3】

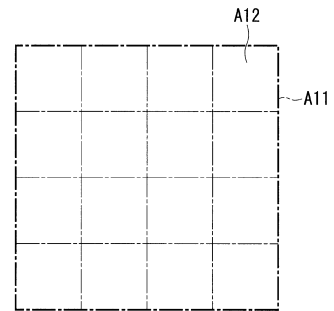


図 3

【図 4】

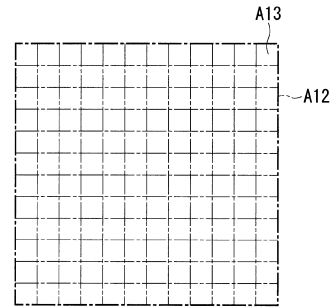


図 4

【図 5】

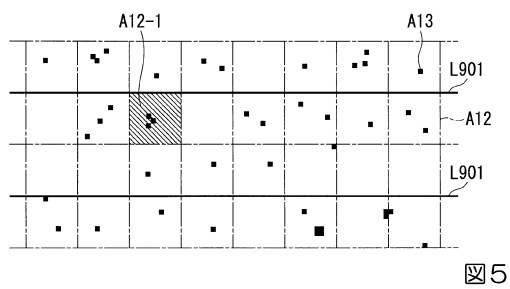


図 5

【図 7】

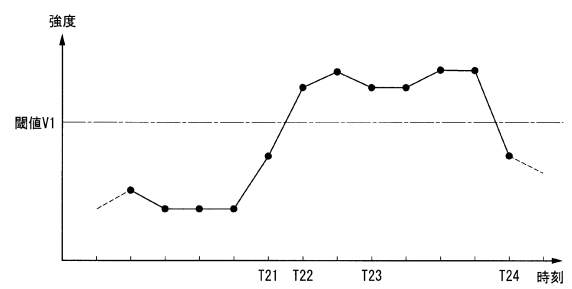


図 7

【図 6】

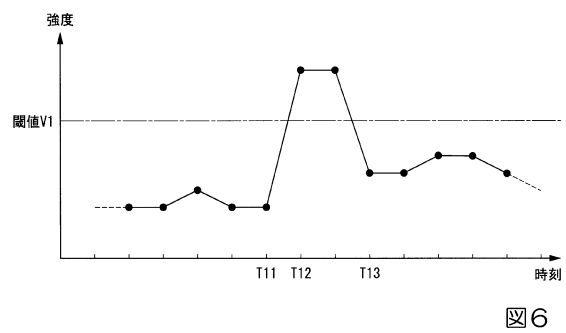


図 6

【図 8】

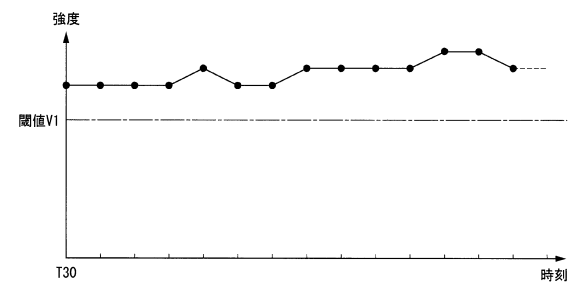


図 8

【図 9】

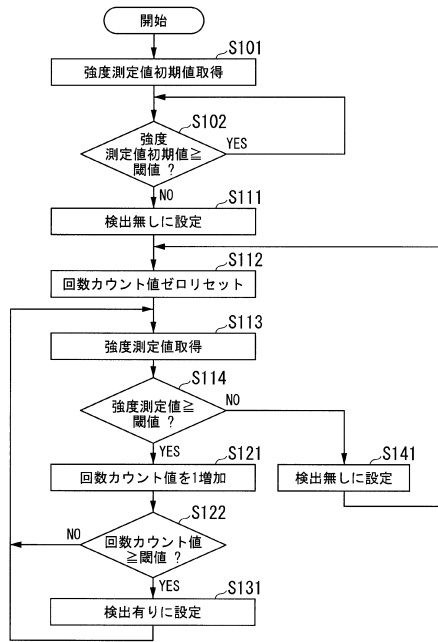


図 9

【図 10】

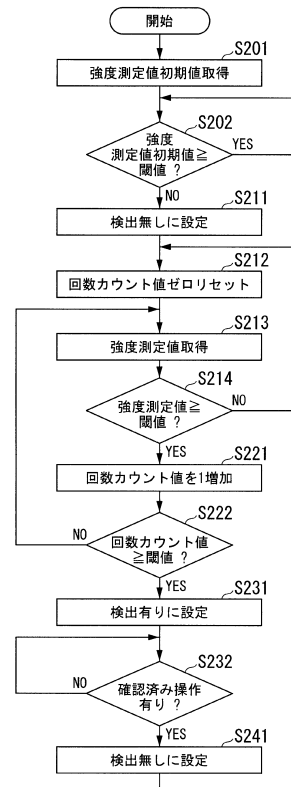


図 10

【図 11】

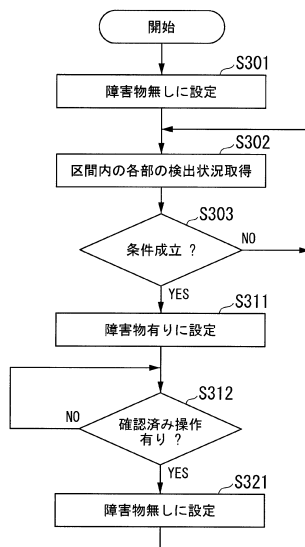


図 11

【図 12】

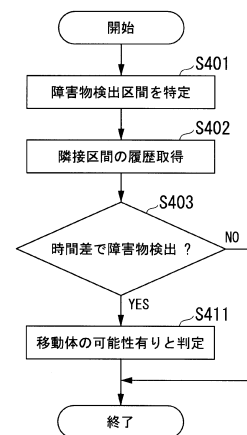


図 12

【図 13】

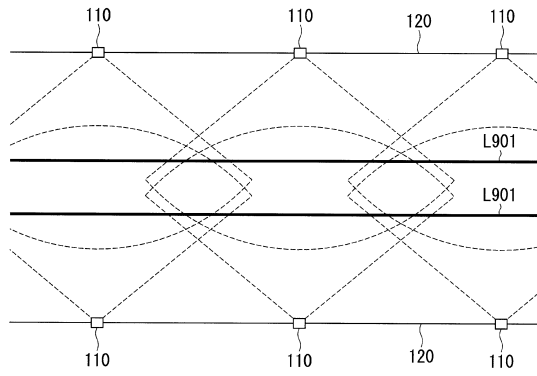


図 13

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 1 S 13/87 (2006.01) G 0 1 S 13/87

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(72)発明者 中村 一城

東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 川 ▲崎 ▼ 邦弘

東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 渥美 寿一郎

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 田中 文乃

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 野端 芳敬

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内

審査官 安井 英己

(56)参考文献 特開昭 5 0 - 0 0 7 2 9 9 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 0 3 6 6 2 6 (J P , A)

特開平 0 9 - 1 9 7 0 4 2 (J P , A)

特開 2 0 0 7 - 2 6 3 7 2 5 (J P , A)

特開平 0 9 - 1 1 9 9 8 3 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 0 1 9 4 0 7 (U S , A 1)

特開 2 0 1 3 - 2 0 5 3 5 4 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 2 1 5 2 7 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 S 7 / 0 0 - 7 / 6 4 ,

G 0 1 S 1 3 / 0 0 - 1 3 / 9 5 ,

G 0 1 S 1 5 / 0 0 - 1 5 / 9 6 ,

G 0 1 S 1 7 / 0 0 - 1 7 / 9 5 ,

G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0 ,

B 6 1 L 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0