

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-12348

(P2016-12348A)

(43) 公開日 平成28年1月21日(2016.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G05D 1/02 (2006.01)	G05D 1/02 N	2B043
B25J 13/08 (2006.01)	B25J 13/08 Z	2B052
A01B 69/00 (2006.01)	A01B 69/00 A	3C707
A01C 15/00 (2006.01)	A01B 69/00 303D	5H301
	A01B 69/00 303L	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2015-112526 (P2015-112526)	(71) 出願人	000006747
(22) 出願日	平成27年6月2日 (2015.6.2)		株式会社リコー
(31) 優先権主張番号	特願2014-115572 (P2014-115572)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(32) 優先日	平成26年6月4日 (2014.6.4)	(74) 代理人	100084250
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 丸山 隆夫
		(72) 発明者	畠中 渉
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	福田 拓章
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		Fターム(参考)	2B043 AA04 AB20 BA09 BB07 EB03
			EB04
			2B052 BA02 BC04 DC07 DC09 DC12
		最終頁に続く	

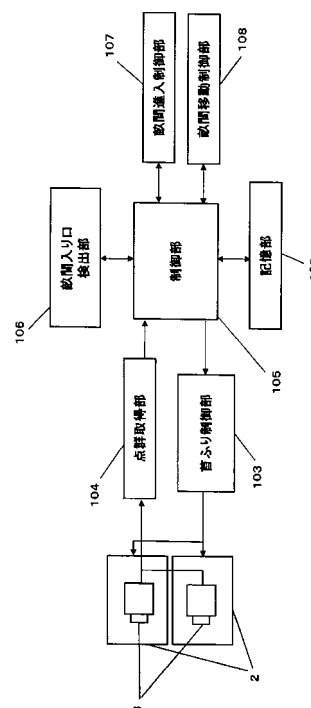
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、ロボット及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】作業者に手間をかけずに、ロボットが自律移動する。

【解決手段】本発明の一態様にかかる情報処理装置は、ロボットの移動を制御する情報処理装置であって、敵と敵との間を検出する検出手段(106)と、検出手段(106)で検出した敵と敵との間の入り口にロボットを進入させるようにロボットの移動を制御する敵間進入制御手段(107)と、検出手段(106)で検出した敵と敵との間をロボットが移動するようにロボットの移動を制御する敵間移動制御手段(108)と、を有することを特徴とする。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロボットの移動を制御する情報処理装置であって、
畝と畝との間を検出する検出手段と、
前記検出手段で検出した畝と畝との間の入り口に前記ロボットを進入させるように前記ロボットの移動を制御する畝間進入制御手段と、
前記検出手段で検出した畝と畝との間を前記ロボットが移動するように前記ロボットの移動を制御する畝間移動制御手段と、を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記検出手段は、
前記ロボットに搭載された距離センサから取得した点群データから、一定間隔毎に法線ベクトルを算出し、前記法線ベクトルの方向の変化から、畝と地面との境目を検出し、畝と畝との間を検出することを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記畝間進入制御手段は、
前記検出手段で検出した畝と畝との間の中心座標を算出し、前記ロボットの中心を前記中心座標に合わせるように前記ロボットの移動を制御することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記畝間移動制御手段は、
前記検出手段で検出した畝と畝との間の中間座標を順次算出し、前記ロボットの中心を前記中間座標に合わせるように前記ロボットの移動を制御することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

畝の土壌を測定する土壌測定手段と、
前記土壌測定手段により測定された畝の土壌の状態に基づいて肥料を散布する肥料散布手段と
を備えることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記検出手段により畝が検出されないとき、土壌の測定と肥料の散布を停止するように前記土壌測定手段と前記肥料散布手段を制御する制御手段を備えることを特徴とする請求項 5 記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記制御手段から取得した畝と畝との間の距離に基づいて前記土壌測定手段により土壌を測定する位置を制御する土壌測定位置制御手段を備えることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の情報処理装置。

【請求項 8】

前記制御手段から取得した畝と畝との間の距離に基づいて前記肥料散布手段により肥料を散布する位置を制御する肥料散布位置制御手段を備えることを特徴とする請求項 5 から 7 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

予め設定した畝の土壌の深度に応じて前記土壌測定手段が測定する土壌の深度を制御する土壌測定深度制御手段を備えることを特徴とする請求項 5 から 8 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

予め設定した畝の土壌の深度に応じて前記肥料散布手段が肥料を散布する土壌の深度を制御する肥料散布深度制御手段を備えることを特徴とする請求項 5 から 9 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 11】

複数の前記肥料散布手段を備え、

10

20

30

40

50

前記制御手段は複数の前記肥料散布手段それぞれの肥料の散布量を、前記土壌測定手段による測定された畝の状態に基づいて同時又は個別に調節することを特徴とする請求項 6 から 10 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

前記土壌測定手段により測定される土壌の測定値、前記肥料散布手段により散布される肥料の散布量を、前記ロボットが畝と畝との間を移動する経路情報と共に記録する記録手段を備えることを特徴とする請求項 5 から請求項 11 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 13】

畝と畝との間を検出する検出手段と、

10

前記検出手段で検出した畝と畝との間の入り口にロボットを進入させるように前記ロボットの移動を制御する畝間進入制御手段と、

前記検出手段で検出した畝と畝との間を前記ロボットが移動するように前記ロボットの移動を制御する畝間移動制御手段と、を有することを特徴とするロボット。

【請求項 14】

ロボットの移動を制御するコンピュータに実行させるプログラムであって、

畝と畝との間を検出する検出処理と、

前記検出処理で検出した畝と畝との間の入り口に前記ロボットを進入させるように前記ロボットの移動を制御する畝間進入制御処理と、

20

前記検出処理で検出した畝と畝との間を前記ロボットが移動するように前記ロボットの移動を制御する畝間移動制御処理と、を前記コンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットの移動を制御する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、農業従事者の高齢化に伴い、農作業の機械化が推進され、農作業支援用自律ロボットの開発が行われている。

30

【0003】

例えば、特許文献 1（特許第 5346598 号公報）には、農作業支援用自律走行ロボットの進行方向を制御したり、農作業支援用自律走行ロボットの現在位置を特定する技術について開示されている。

【0004】

特許文献 1 では、防草シートに金属線を織り込み、その防草シートを、農作物の植えられている畝の間などのロボットの走行経路に沿って予め敷設する。また、金属線を検知する金属検知センサをロボットに搭載する。そして、金属検知センサで金属線を検知し、その検知結果を基にロボットの進行方向を制御したり、ロボットの現在位置を特定するようにしている。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献 1 の発明は、防草シートに金属線を織り込み、その防草シートを、ロボットの走行経路に沿って予め敷設する作業を行う必要がある。また、防草シートを敷設する経路をロボットや作業者が移動するため、防草シートが正しく経路に敷設されているかを適宜メンテナンスする作業を行う必要がある。このため、特許文献 1 の発明は、ロボットが自律移動するために必要な各種作業を作業者に別途行わせる必要があり、結果的に、作業者に手間をかけてしまうことになる。

【0006】

50

本発明の目的は、作業者に手間をかけずに、ロボットが自律移動することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様にかかる情報処理装置は、

ロボットの移動を制御する情報処理装置であって、

畝と畝との間を検出する検出手段と、

前記検出手段で検出した畝と畝との間の入り口に前記ロボットを進入させるように前記ロボットの移動を制御する畝間進入制御手段と、

前記検出手段で検出した畝と畝との間を前記ロボットが移動するように前記ロボットの移動を制御する畝間移動制御手段と、を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明の一態様によれば、作業者に手間をかけずに、ロボットが自律移動することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1実施形態におけるロボットの構成例を示す図である。

【図2】本発明の第1実施形態におけるロボットの内部構成例を示す図である。

【図3】本発明の第1実施形態におけるロボットの自律移動例を示す図である。

【図4】本発明の第1実施形態における畝間入り口の検出例を示す図である。

20

【図5】本発明の第1実施形態における畝間入り口の検出例を示す図である。

【図6】本発明の第1実施形態における畝間入り口検出部の処理動作例を示す図である。

【図7】本発明の第1実施形態における畝間入り口に進入する場合を説明する図である。

【図8】本発明の第1実施形態における畝間進入制御部の処理動作例を示す図である。

【図9】本発明の第1実施形態における畝間を移動する場合を説明する図である。

【図10】本発明の第1実施形態における畝間移動制御部の処理動作例を示す図である。

【図11】本発明の第2実施形態におけるロボットの構成例と動作例を示す図である。

【図12】本発明の第2実施形態におけるロボットの内部構成例を示す図である。

【図13】本発明の第2実施形態における土壌測定及び肥料散布を停止する処理動作例を示す図である。

30

【図14】本発明の第2実施形態におけるロボットの変形例を示す図である。

【図15】本発明の第2実施形態におけるロボットの内部構成の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

〔第1実施形態〕

（本発明の一態様にかかる情報処理装置の第1実施形態の概要）

まず、図1、図2を参照しながら、本発明の一態様にかかる情報処理装置の第1実施形態の概要について説明する。図1は、本発明の一態様にかかる情報処理装置が制御するロボット100の全体構成例を示す図である。図2は、本発明の一態様にかかる情報処理装置の構成例を示す図である。

40

【0011】

本発明の一態様にかかる情報処理装置は、ロボット100の移動を制御する情報処理装置である。

【0012】

本発明の一態様にかかる情報処理装置は、検出手段、畝間進入制御手段、畝間移動制御手段を有して構成する。

【0013】

検出手段は、畝と畝との間を検出する処理を行う。検出手段は、畝間入り口検出部106が機能する。

【0014】

50

畝間進入制御手段は、検出手段で検出した畝と畝との間の入り口にロボット１００を進入させるようにロボット１００の移動を制御する処理を行う。畝間進入制御手段は、畝間進入制御部１０７が機能する。

【００１５】

畝間移動制御手段は、検出手段で検出した畝と畝との間をロボット１００が移動するようにロボット１００の移動を制御する処理を行う。畝間移動制御手段は、畝間移動制御部１０８が機能する。

【００１６】

本発明の一態様にかかる情報処理装置は、畝と畝との間を検出する。そして、その検出した畝と畝との間の入り口にロボット１００を進入させるようにロボット１００の移動を制御する。そして、その検出した畝と畝との間をロボット１００が移動するようにロボット１００の移動を制御する。これにより、作業者に手間をかけずに、ロボット１００が自律移動することができる。以下、添付図面を参照しながら、本発明の一態様にかかる情報処理装置について詳細に説明する。なお、以下の実施形態では、情報処理装置を搭載したロボット１００を例に説明する。

【００１７】

<ロボット１００の構成例>

まず、図１を参照しながら、本実施形態のロボット１００の構成例について説明する。図１は、本実施形態のロボット１００の構成例を示す図である。(a)は、ロボット１００を上方から見た状態を示し、(b)は、ロボット１００を前方から見た状態を示す。

【００１８】

本実施形態のロボット１００は、農作業支援用自律ロボットであり、ロボット本体１、アクチュエータ２、レーザレンジファインダ３、移動機構４を含んで構成する。

【００１９】

ロボット本体１は、ロボット１００の本体部分を構成する部分であり、後述する各種制御部や記憶部を有して構成する。

【００２０】

アクチュエータ２は、ロボット本体１の左右に取り付けられ、所定の角度 θ でレーザレンジファインダ３の首振りを行う。レーザレンジファインダ３の首振りを行う所定の角度 θ は、任意に設定することが可能である。

【００２１】

レーザレンジファインダ３は、ロボット本体１の左右に取り付けられ、３次元点群データを取得する距離センサである。レーザレンジファインダ３は、レーザを照射して物体の表面を計測し、３次元点群データを取得する。本実施形態では、アクチュエータ２でレーザレンジファインダ３を所定の角度 θ で首振りを行い、３次元点群データを取得する。本実施形態は、３次元点群データを取得する距離センサであれば、任意のセンサを用いることが可能である。

【００２２】

移動機構４は、ロボット１００を移動させるものである。移動機構４は、ロボット１００を移動することが可能であれば任意の機構で構成することが可能である。移動機構４は、ロータリーエンコーダなどを利用してロボット１００の移動距離を算出し、ロボット１００の位置情報を得ることができる。

【００２３】

<ロボット１００の内部構成例>

次に、図２を参照しながら、本実施形態のロボット１００の内部構成例について説明する。図２は、本実施形態のロボット１００の内部構成例を示す図である。

【００２４】

本実施形態のロボット１００は、首振り制御部１０３、点群取得部１０４、制御部１０５、畝間入り口検出部１０６、畝間進入制御部１０７、畝間移動制御部１０８、記憶部１０９を有して構成する。

【 0 0 2 5 】

首振り制御部 1 0 3 は、アクチュエータ 2 を制御し、レーザレンジファインダ 3 の首振りを行う。

【 0 0 2 6 】

点群取得部 1 0 4 は、レーザレンジファインダ 3 から 3 次元点群データを取得する。

【 0 0 2 7 】

制御部 1 0 5 は、ロボット 1 0 0 を制御するためのメインとなる部分である。

【 0 0 2 8 】

畝間入り口検出部 1 0 6 は、点群取得部 1 0 4 が取得した 3 次元点群データを基に、畝と畝との間の畝間入り口を検出する。

10

【 0 0 2 9 】

畝間進入制御部 1 0 7 は、畝間入り口検出部 1 0 6 で検出した畝間入り口にロボット 1 0 0 を進入させるようにロボット 1 0 0 の移動を制御する。

【 0 0 3 0 】

畝間移動制御部 1 0 8 は、畝間入り口検出部 1 0 6 で検出した畝と畝との間をロボット 1 0 0 が移動するようにロボット 1 0 0 の移動を制御する。

【 0 0 3 1 】

記憶部 1 0 9 は、各種情報を制御する。例えば、点群取得部 1 0 4 がレーザレンジファインダ 3 から取得した 3 次元点群データを記憶する。また、畝間入り口検出部 1 0 6、畝間進入制御部 1 0 7、畝間移動制御部 1 0 8 で使用する各種情報を記憶する。

20

【 0 0 3 2 】

< ロボット 1 0 0 の自律移動例 >

次に、図 3 を参照しながら、本実施形態のロボット 1 0 0 の自律移動例について説明する。図 3 は、本実施形態のロボット 1 0 0 の自律移動例を示した図である。矢印 A は、畝間入り口検出部 1 0 6 が畝間入り口を検出する際のロボット 1 0 0 の動きを示す。矢印 B は、畝間進入制御部 1 0 7 が畝間入り口にロボット 1 0 0 を進入させる際のロボット 1 0 0 の動きを示す。矢印 C は、畝間移動制御部 1 0 8 が畝と畝との間をロボット 1 0 0 に移動させる際のロボット 1 0 0 の動きを示す。

【 0 0 3 3 】

本実施形態のロボット 1 0 0 は、矢印 A の動きで、畝間入り口検出部 1 0 6 が畝 2 1 と畝 2 1 との間の畝間入り口を検出する。そして、矢印 B の動きで、畝間進入制御部 1 0 7 が畝 2 1 と畝 2 1 との間の畝間入り口にロボット 1 0 0 を進入させる。そして、矢印 C の動きで、畝間移動制御部 1 0 8 が畝 2 1 と畝 2 1 との間をロボット 1 0 0 に移動させるようにしている。これにより、本実施形態のロボット 1 0 0 は、畝 2 1 と畝 2 1 との間を自律移動することができる。

30

【 0 0 3 4 】

< 畝間入り口検出部 1 0 6 の処理動作例 >

次に、図 4 ~ 図 6 を参照しながら、畝間入り口検出部 1 0 6 の処理動作例について説明する。図 4、図 5 は、畝間入り口の検出例を示す図である。図 6 は、畝間入り口検出部 1 0 6 の処理動作例を示す図である。

40

【 0 0 3 5 】

図 4 (a) は、レーザレンジファインダ 3 から取得した 3 次元点群データをグリッドにした状態を上から見たときの図である。d は、グリッドの行番号であり、ロボット 1 0 0 の手前から奥に向かって番号をつけている。ロボット 1 0 0 の手前のグリッドを 1 番とし、奥に向かって番号を順次 + 1 で加算している。グリッド数 D は、任意の値である。図 4 (b) は、3 次元点群データをグリッドにした状態を側面から見たときの図である。地面 2 0 及び畝 2 1 に引いている線は、グリッドを表している。図 4 (b) の各矢印は、法線ベクトルを表している。グリッド毎に法線ベクトルを求めると、畝 2 1 が始まる部分において法線ベクトルの方向が大きく変化する。この法線ベクトルの方向が大きく変化する箇所を検出することで、地面 2 0 と畝 2 1 との境目を検出し、図 3 に示す畝 2 1 と畝 2 1 と

50

の間を検出することができる。

【0036】

畝間入り口検出部106は、図5に示すように、地面20の部分のグリッドには、0のラベルが付与され、畝21の部分のグリッドには、1のラベルが付与される。0、1のラベルが各グリッドに付与されることで、畝21の位置を特定することができる。この図5に示す0、1のラベルが各グリッドに付与されたグリッド情報は、ロボット100の位置情報とともに記憶部109に記憶される。ロボット100の位置情報は、ロータリーエンコーダなどを利用して算出する。

【0037】

図6は、畝間入り口検出部106の処理動作例を示す。

10

【0038】

本実施形態のロボット100は、図3の矢印Aに示すように、畝21が延びている方向に対して垂直の方向を向いているとする。

【0039】

畝間入り口検出部106は、まず、畝のカウント数Nを0にセットする($N = 0$) (ステップS1)。そして、レーザレンジファインダ3から3次元点群データを取得する。そして、図4(a)に示すように、レーザレンジファインダ3から取得した3次元点群データを、上方から見た平面上で任意の大きさをグリッドに分割する(ステップS2)。このとき分割されたグリッドの行数をDとする。そして、ロボット100に近いほうからグリッドを走査し、グリッド毎に法線ベクトルを算出し、 $d = 1$ をセットする(ステップS3)。これにより、畝間入り口検出部106は、レーザレンジファインダ3から取得した3次元点群データから、一定間隔毎に法線ベクトルを算出することになる。

20

【0040】

最初は、 $D = d$ ではないため(ステップS4 / No)、 d 行目と $d + 1$ 行目とのグリッドの法線ベクトルの内積を計算する(ステップS5)。そして、法線ベクトルの内積が閾値T以下か否かを判定する(ステップS6)。

【0041】

畝21の始まりは、図4(b)に示すように、地面20に対して垂直に盛り上がっていきと考えられるので、法線ベクトルの内積が0に近くなる。このため、閾値Tを設け、法線ベクトルの内積が閾値T以下か否かで畝21の始まりを検出することができる(ステップS6)。法線ベクトルの内積が閾値T以下にならない場合は(ステップS6 / No)、グリッドに0を入力し、 $d = d + 1$ をセットし(ステップS11)、ロボット100に近いほうから遠いほうにグリッドを走査していく。もし、ロボット100に近いほうから遠いほうにグリッドを走査して $D = d$ となり(ステップS4 / Yes)、畝21の始まりを検出できなかった場合は、その方向には畝21がないと判断し、ロボット100を距離Lだけ進行方向に進める(ステップS12)。この距離Lは、次に作るグリッドが先ほど作ったグリッドに重ならないような距離Lに設定する。

30

【0042】

もし、法線ベクトルの内積が閾値T以下になり(ステップS6 / Yes)、畝21の始まりを検出できた場合は、畝21と地面20との境目を検出したと判断する。そして、該当する $d + 1$ 行目のグリッドに1を入力し、それ以外のグリッドに0を入力し(ステップS7)、Nのカウントを1増やす($N = N + 1$) (ステップS8)。そして、 $N = 2$ になるまで、ロボット100を距離Lだけ進行方向に進め、次の畝21を探す(ステップS9 / No、S12)。そして、次の畝21の始まりを検出し、 $N = 2$ になったとき(ステップS9 / Yes)、すなわち、畝21が2つ見つかったとき、畝21と畝21との間の畝間入り口を検出したと判断する。そして、ロボット100の位置情報と、グリッド情報と、を記憶部109に紐付けて記憶する(ステップS10)。グリッド情報は、図5に示すように、0か1かのラベルがグリッドに付与されており、畝21の位置が特定できるようになっている。

40

【0043】

50

< 敵間進入制御部 107 の処理動作例 >

次に、図 7、図 8 を参照しながら、敵間進入制御部 107 の処理動作例について説明する。図 7 は、敵間入り口に進入する場合を説明する図である。図 8 は、敵間進入制御部 107 の処理動作例を示す図である。

【0044】

敵間進入制御部 107 は、図 7 (a) に示すように、敵間入り口検出部 106 で作成したラベルつきグリッド情報を利用し、1 が付与されているラベル間の距離を求め、その距離の中心座標 M を算出する。図 7 (a) に示すラベル情報は記憶部 109 に記憶されている。次に、敵間進入制御部 107 は、図 7 (b) に示すように、ロボット 100 の中心を中心座標 M にあわせるように、敵 21 と敵 21 との間の入り口にロボット 100 を進入させるようにロボット 100 の移動を制御する。これにより、敵間進入制御部 107 は、敵間入り口検出部 106 で検出した敵 21 と敵 21 との間の入り口にロボット 100 を進入させることができる。

10

【0045】

図 8 は、敵間進入制御部 107 の処理動作例を示す。

【0046】

敵間進入制御部 107 は、図 7 (a) に示す敵間入り口のグリッド情報を記憶部 109 から取得し (ステップ S20)、その取得したグリッド情報を基に、敵間入り口の中心座標 M を算出する (ステップ S21)。次に、敵間進入制御部 107 は、図 7 (b) に示すように、ロボット 100 の中心を中心座標 M にあわせるように、敵 21 と敵 21 との間の入り口にロボット 100 を進入させるようにロボット 100 の移動を制御する (ステップ S22)。これにより、ロボット 100 を敵間入り口に進入させることができる。

20

【0047】

< 敵間移動制御部 108 の処理動作例 >

次に、図 9、図 10 を参照しながら、敵間移動制御部 108 の処理動作例について説明する。図 9 は、敵間を移動する場合を説明する図である。図 10 は、敵間移動制御部 108 の処理動作例を示す図である。

【0048】

図 9 (a) は、ロボット 100 の左右に取り付けたレーザレンジファインダ 3 から得られた 3 次元点群データを元に作成されるグリッドを示している。図 4 と同様にグリッドにはロボット 100 の手前から奥に向けて行番号が振られている。グリッド数 v 、 h は、それぞれ任意の値である。 hL は、ロボット 100 の左側を表し、 hR は、ロボット 100 の右側を表している。図 9 (b) は、レーザレンジファインダ 3 から得られた 3 次元点群データから検出された敵 21 のグリッド (塗りつぶされた部分) の間を移動する部分を示している。図 9 (b) では、ロボット 100 の前半分 ($2/v$) の左右のグリッドにおいて中間座標 ($M1$, $M2$, $M3$) を順次求め、その順次求めた中間座標 ($M1$, $M2$, $M3$) にロボット 100 の中心をあわせるようにロボット 100 の移動を制御するようにしている。これにより、敵間移動制御部 108 は、ロボット 100 と敵 21 との間の距離を一定に保ちながら、敵間入り口検出部 106 で検出した敵 21 と敵 21 との間をロボット 100 が移動することができる。

30

40

【0049】

図 10 は、敵間移動制御部 108 の処理動作例を示す。

【0050】

まず、ロボット 100 の左右に取り付けたレーザレンジファインダ 3 からロボット 100 の左右の 3 次元点群データを取得し、グリッドに分割する (ステップ S30)。

【0051】

そして、グリッド毎に法線ベクトルを算出し、 $hL = 1$ をセットする (ステップ S31)。

【0052】

次に、 hL 行目と $hL + 1$ 行目とのグリッドの法線ベクトルの内積を計算し (ステップ

50

S 3 2)、法線ベクトルの内積が閾値 T 以下か否かを判定する(ステップ S 3 3)。法線ベクトルの内積が閾値 T 以下でない場合は(ステップ S 3 3 / N o)、グリッドに 0 を入力し、 $h L = h L + 1$ とする(ステップ S 4 3)。

【0053】

また、法線ベクトルの内積が閾値 T 以下である場合は(ステップ S 3 3 / Y e s)、畝 2 1 と地面 2 0 との境目を検出したと判断し、該当する $h L + 1$ 行目のグリッドに 1 を入力し、それ以外のグリッドに 0 を入力する(ステップ S 3 4)。これにより、ロボット 1 0 0 の左側に存在する畝 2 1 の位置を把握することができる。

【0054】

また、グリッド毎に法線ベクトルを算出し、 $h R = 1$ をセットする(ステップ S 3 5)

10

【0055】

次に、 $h R$ 行目と $h R + 1$ 行目とのグリッドの法線ベクトルの内積を計算し(ステップ S 3 6)、法線ベクトルの内積が閾値 T 以下か否かを判定する(ステップ S 3 7)。法線ベクトルの内積が閾値 T 以下でない場合は(ステップ S 3 7 / N o)、グリッドに 0 を入力し、 $h R = h R + 1$ とする(ステップ S 4 4)。

【0056】

また、法線ベクトルの内積が閾値 T 以下である場合は(ステップ S 3 7 / Y e s)、畝 2 1 と地面 2 0 との境目を検出したと判断し、該当する $h R + 1$ 行目のグリッドに 1 を入力し、それ以外のグリッドに 0 を入力する(ステップ S 3 8)。これにより、ロボット 1 0 0 の右側に存在する畝 2 1 の位置を把握することができる。

20

【0057】

次に、ロボット 1 0 0 の半分より前方($v / 2$ 以上)のグリッドを抽出し(ステップ S 3 9)、1 が入力された左右のグリッド間の中間座標($M 1, M 2, M 3$)を順次求める(ステップ S 4 0)。

【0058】

そして、ロボット 1 0 0 の中心を各中間座標($M 1, M 2, M 3$)にあわせるようにロボット 1 0 0 の移動を制御する(ステップ S 4 1)。

【0059】

次に、ロボット 1 0 0 の半分より前方のグリッドに 1 のグリッドが存在しない場合は、畝 2 1 を抜けたと判断し(ステップ S 4 2)、ロボット 1 0 0 の移動を終了する。

30

【0060】

本実施形態の畝間移動制御部 1 0 8 は、ロボット 1 0 0 の中心を、畝 2 1 間の各中間座標($M 1, M 2, M 3$)にあわせるようにロボット 1 0 0 の移動を制御する。これにより、図 9 (b) に示すように、畝 2 1 が真っ直ぐでなかったとしても、ロボット 1 0 0 の中心を常に畝 2 1 間の中間($M 1, M 2, M 3$)に位置させることができ、安定した移動を実現することができる。

【0061】

< 第 1 実施形態のロボット 1 0 0 の作用・効果 >

このように、第 1 実施形態のロボット 1 0 0 は、畝間入り口検出部 1 0 6 は、畝 2 1 と畝 2 1 との間の畝間入り口を検出する。そして、畝間進入制御部 1 0 7 は、畝間入り口検出部 1 0 6 で検出した畝 2 1 と畝 2 1 との間の畝間入り口にロボット 1 0 0 を進入させるようにロボット 1 0 0 の移動を制御する。そして、畝間移動制御部 1 0 8 は、畝間入り口検出部 1 0 6 で検出した畝 2 1 と畝 2 1 との間をロボット 1 0 0 が移動するようにロボット 1 0 0 の移動を制御する。これにより、特許文献 1 のように作業者に手間をかけずに、ロボット 1 0 0 が自律移動することができる。

40

【0062】

[第 2 実施形態]

(本発明の一態様にかかる情報処理装置の第 2 実施形態の概要)

次に、図 1 1 を参照しながら、本発明の一態様にかかる情報処理装置の第 2 実施形態の

50

概要について説明する。第2実施形態のロボット100'は移動しながら例えば土壌の酸度などの土壌の状態を測定する手段を持ち、測定した土壌の状態の情報に基づき土壌の改良を行うための肥料などを適量散布する手段を持つことを特徴とする。

【0063】

図11は、第2実施形態のロボット100'とその概略動作例を示す図である。なお、第1実施形態と同様の構成については説明を省略する。また、ロボット100'も第1実施形態と同様に、アクチュエータ2、レーザレンジファインダ3、移動機構4を含んで構成されるが、図11から図14を用いた本実施形態においては、説明の便宜上これらの記載を省略している。

【0064】

第2実施形態のロボット100'は、第1実施形態のロボット100の畝間移動に伴う各動作に加え、さらに畝間の走行に際し土壌を測定し、その土壌の測定結果に応じて肥料の散布を行うロボットである。図11に示す通り、第2実施形態のロボット100'はその左右にそれぞれ土壌測定部5R、5L、肥料散布部6R、6Lを備え、畝21同士の間を矢印G方向に走行しながら畝21に対しての土壌測定と肥料散布を行う。

【0065】

<ロボット100'の内部構成例>

次に、図12を参照しながら、本実施形態のロボット100'の内部構成例について説明する。図12は、本実施形態のロボット100'の内部構成例を示す図である。なお、第1実施形態のロボット100と重複する構成についての説明は省略する。

【0066】

本実施形態のロボット100'は、第1実施形態の構成に加え、さらに土壌測定位置制御部110、土壌測定深度制御部111、肥料散布位置制御部112、肥料散布深度制御部113を有して構成される。なお、図12では、土壌測定部5R、5Lをまとめて土壌測定部5とし、肥料散布部6R、6Lをまとめて肥料散布部6としている。

【0067】

土壌測定位置制御部110は、制御部105から得た畝21間の距離情報に従って土壌測定部5が土壌を測定する位置を設定し、その距離を制御する。これにより畝の適切な位置を保ちながら土壌の測定を行うことができる。

【0068】

また、土壌測定深度制御部111は、予め設定した土の深度の設定値に従って土壌測定部5が土壌を測定する土の深度を制御する。これにより対象とする作物により変わる、肥料散布部6が肥料を与えるべき土の深度を適切な深度に保つことができる。

【0069】

肥料散布位置制御部112は、制御部105から得た畝21間の距離の情報に従って肥料散布部6が肥料の散布を行う位置を設定し、その距離を制御する。これにより畝の適切な位置を保ちながら肥料の散布を行うことができる。

【0070】

肥料散布深度制御部113は、予め設定した土の深度の設定値に従い、肥料散布部6が肥料の散布を行う土の深度の制御を行う。これにより対象とする作物により変わる、肥料散布部6が肥料を与えるべき土の深度を適切な深度に保ちながら肥料の散布を行うことができる。

【0071】

土壌測定部5及び肥料散布部6は、それぞれ、土壌測定位置制御部110、土壌測定深度制御部111、肥料散布位置制御部112、肥料散布深度制御部113により、土壌の測定位置及び測定深度並びに肥料の散布位置及び散布深度を調整された上で、畝21に対して土壌の状態の測定と肥料の散布を行う。また、肥料散布部6は、土壌測定部5の測定結果に応じて、肥料の散布量を調節する。なお、土壌測定位置制御部110、土壌測定深度制御部111、肥料散布位置制御部112、肥料散布深度制御部113により土壌をどのような状態になるように調節するかの設定は制御部105が行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

< 土壌測定及び肥料散布の停止制御例 >

次に、ロボット 1 0 0 ' が畝 2 1 の無い場所や隣の畝 2 1 の間に移動する際に、土壌測定及び肥料散布を停止する制御例について図 1 3 を参照して説明する。

【 0 0 7 3 】

例えば、ロボット 1 0 0 ' が畝 2 1 の間を移動する際に進行方向の左側に畝 2 1 が無いような場所を走行する場合は、制御部 1 0 5 の制御により左側の土壌測定部 5 L と肥料散布部 6 L を停止することで、肥料を無駄に散布することを防ぐことができる。なお、本図ではロボット 1 0 0 ' の移動方向に対して左側に畝 2 1 が無い場合について例示しているが、ロボット 1 0 0 ' の移動方向に対して右側に畝 2 1 が無い場合について、右側の土壌測定部 5 R と肥料散布部 6 R を停止するよう制御できることは言うまでもない。

10

【 0 0 7 4 】

なお、土壌測定部 5 と肥料散布部 6 は、任意のタイミングで動作と停止を行うことができるものとする。これにより隣の畝間に移動する場合などにきめ細かく、肥料散布の ON / OFF を切り替えることができる。

【 0 0 7 5 】

[変形例 1]

次に、第 2 実施形態のロボット 1 0 0 ' の変形例 1 について図 1 4 を参照して説明する。図 1 4 は、図 1 1 に示したロボット 1 0 0 ' の肥料散布部 6 を多重化したロボット 1 0 0 " を示す構成図である。

20

【 0 0 7 6 】

例えば複数種類の肥料を散布する必要がある場合、図 1 4 に示すように散布する肥料の種類の数だけ肥料散布部を多重化することが好ましい。多重化とは、複数の肥料散布手段を備えることと略同義であるものとする。ここでは肥料散布部 6 R [1] ~ 6 R [n] 、 6 L [1] ~ 6 L [n] 分、多重化を施しているが一例であることは言うまでもない。

【 0 0 7 7 】

土壌測定部 5 で測定した土壌の状態に従い、これら複数の肥料散布部 6 による複数の肥料の散布量を、同時に又は個別に調節して、予め設定した目的の土壌の状態に近づくように複数の肥料を複合して散布することで、土壌を調整することができる。

【 0 0 7 8 】

30

[変形例 2]

次に、ロボット 1 0 0 ' の変形例 2 にかかる内部構成例について図 1 5 を参照して説明する。なお、図 2 における内部構成と重複する構成についての説明は省略する。図 1 5 は、畝 2 1 間を移動する経路情報、土壌の測定値、肥料散布量のログを残すため、ログ記録部 1 1 4 を備えた構成を示す。

【 0 0 7 9 】

ログ記録部 1 1 4 は、制御部 1 0 5 から走行した経路の情報、土壌の測定結果の情報、肥料の散布量の情報を得ると、走行経路の情報に同期して、土壌測定結果と肥料散布量を記録する。これによりロボット 1 0 0 ' を走行させることでユーザは畑の状態を逐一知ることが出来る。また、この情報を次の肥料散布量の計画を行う参考データとして活用することができる。

40

【 0 0 8 0 】

なお、上述する各実施形態は、本発明の好適な実施形態であり、上記実施形態のみに本発明の範囲を限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更を施した形態での実施が可能である。

【 0 0 8 1 】

例えば、上述した本実施形態のロボット 1 0 0 は、農作業支援用自律ロボットを例とし、農地などに作られる畝 2 1 と畝 2 1 との間を検出し、その畝 2 1 と畝 2 1 との間を自律移動する場合について説明した。しかし、農地などに作られる山型や台型等の畝に限定せず、高低のある状態が水平に続く畝と畝との間を検出し、その畝と畝との間を自律移動す

50

ることも可能である。

【 0 0 8 2 】

また、上述した本実施形態のロボット 1 0 0 を構成する各部の制御動作は、ハードウェア、または、ソフトウェア、あるいは、両者の複合構成を用いて実行することも可能である。

【 0 0 8 3 】

なお、ソフトウェアを用いて処理を実行する場合には、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ内のメモリにインストールして実行させることが可能である。あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータ内のメモリにインストールして実行させることが可能である。

10

【 0 0 8 4 】

例えば、プログラムは、記録媒体としてのハードディスクやROM (Read Only Memory) に予め記録しておくことが可能である。あるいは、プログラムは、リムーバブル記録媒体に一時的、あるいは、永続的に格納 (記録) しておくことが可能である。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することが可能である。リムーバブル記録媒体は、磁気ディスク、半導体メモリなどの各種記録媒体があげられる。

【 0 0 8 5 】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールすることになる。また、ダウンロードサイトからコンピュータに無線転送することになる。また、ネットワークを介してコンピュータに有線で転送することになる。

20

【 0 0 8 6 】

また、上記実施形態のロボット 1 0 0 を構成する各部は、上記実施形態で説明した処理動作に従って時系列的に処理を実行するだけに限定するものでない。例えば、処理を実行する装置の処理能力、あるいは、必要に応じて並列的にあるいは個別に処理を実行するように構築することも可能である。

【 0 0 8 7 】

また、上記実施形態のロボット 1 0 0 は、ロボット 1 0 0 に各種制御部、記憶部を有し、ロボット 1 0 0 を制御することにしている。しかし、ネットワークを介してロボット 1 0 0 を遠隔制御することが可能なサーバ等の情報処理装置に上述した各種制御部、記憶部の機能を実装し、上述した処理を遠隔操作で行うようにすることも可能である。

30

【符号の説明】

【 0 0 8 8 】

- 1 0 0 ロボット
- 1 ロボット本体
- 2 アクチュエータ
- 3 レーザレンジファインダ
- 4 移動機構
- 5 土壌測定部
- 6 肥料散布部
- 1 0 3 首ふり制御部
- 1 0 4 点群取得部
- 1 0 5 制御部
- 1 0 6 畝間入り口検出部
- 1 0 7 畝間進入制御部
- 1 0 8 畝間移動制御部
- 1 0 9 記憶部
- 1 1 0 土壌測定位置制御部
- 1 1 1 土壌測定深度制御部
- 1 1 2 肥料散布位置制御部

40

50

1 1 3 肥料散布深度制御部

1 1 4 ログ記録部

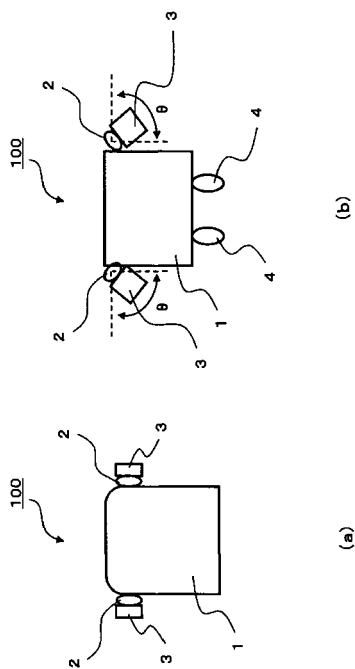
【先行技術文献】

【特許文献】

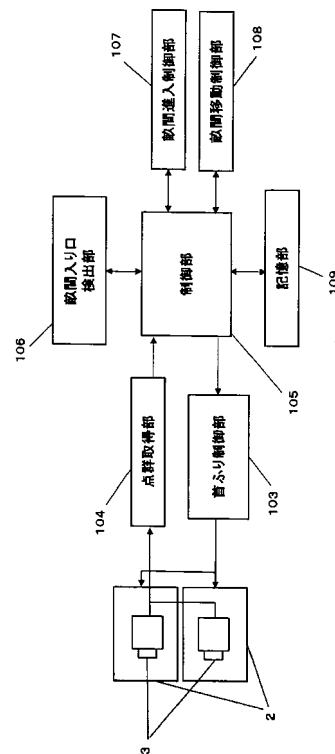
【0089】

【特許文献1】特許第5346598号公報

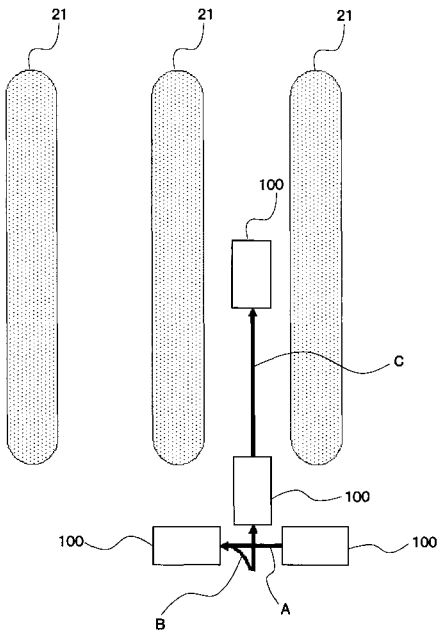
【図1】



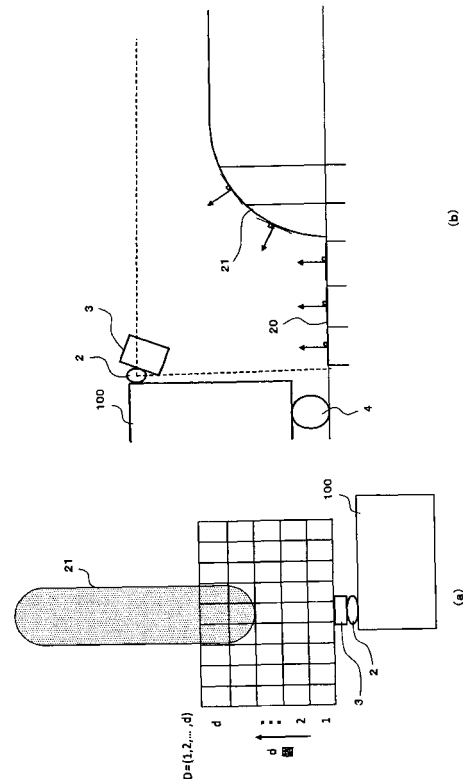
【図2】



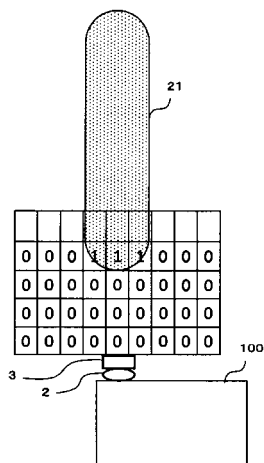
【図 3】



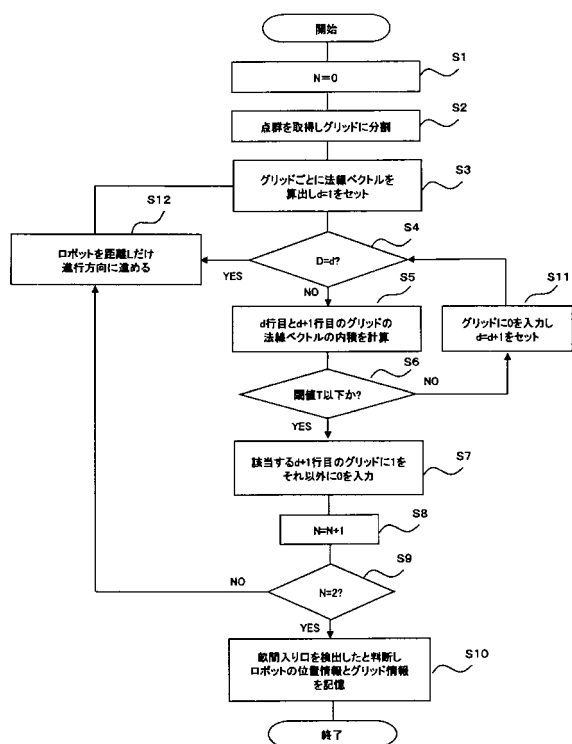
【図 4】



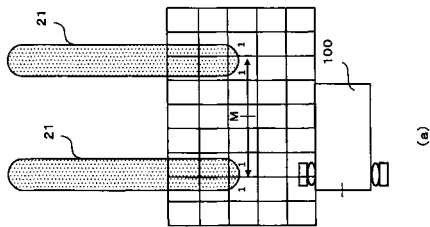
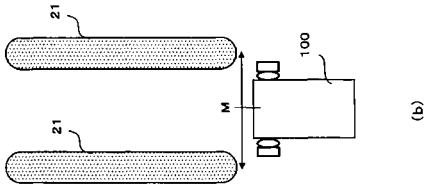
【図 5】



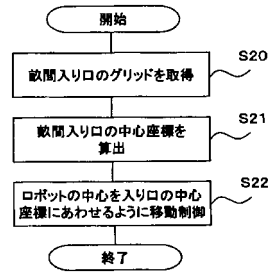
【図 6】



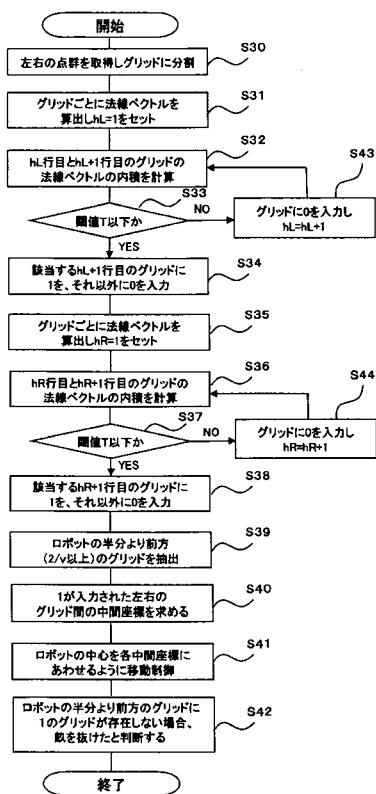
【図 7】



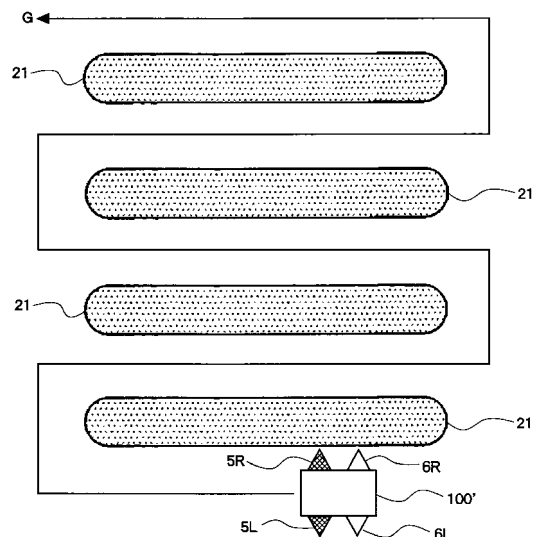
【図 8】



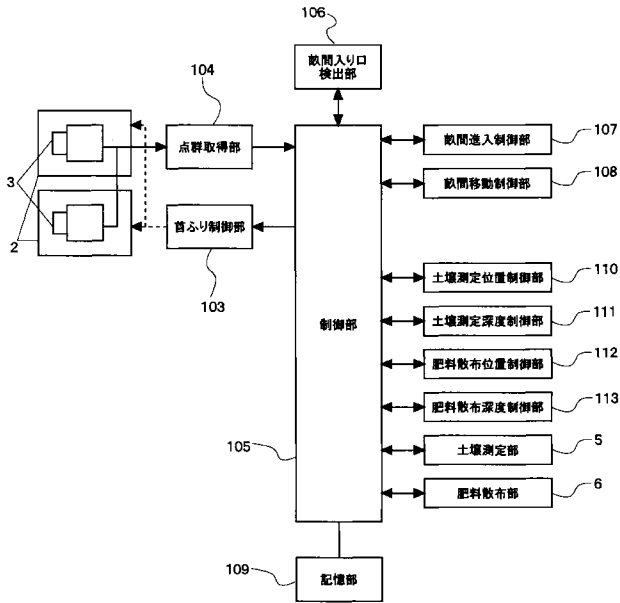
【図 10】



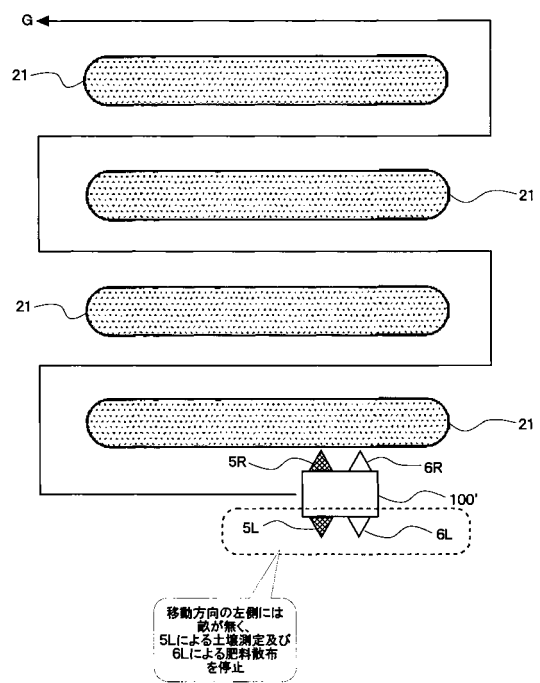
【図 11】



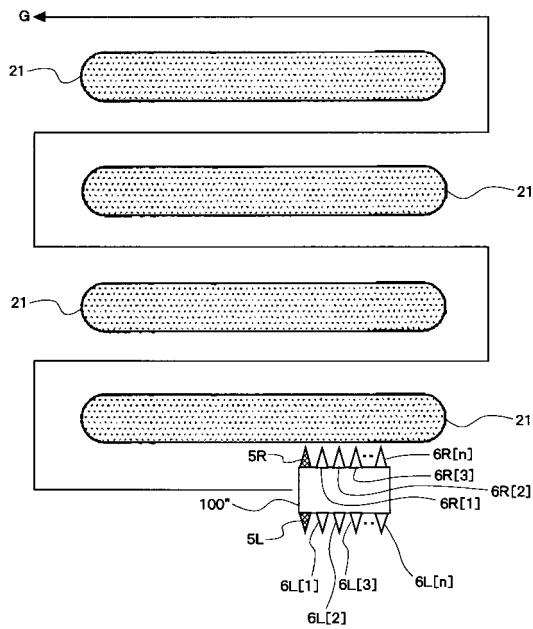
【図 1 2】



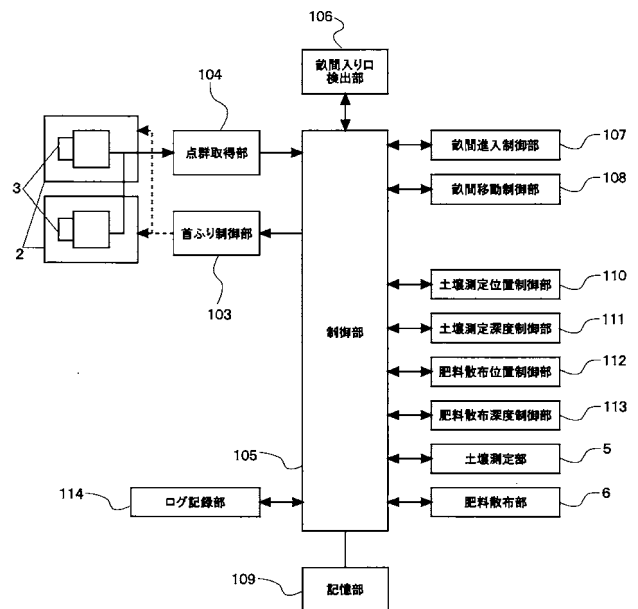
【図 1 3】



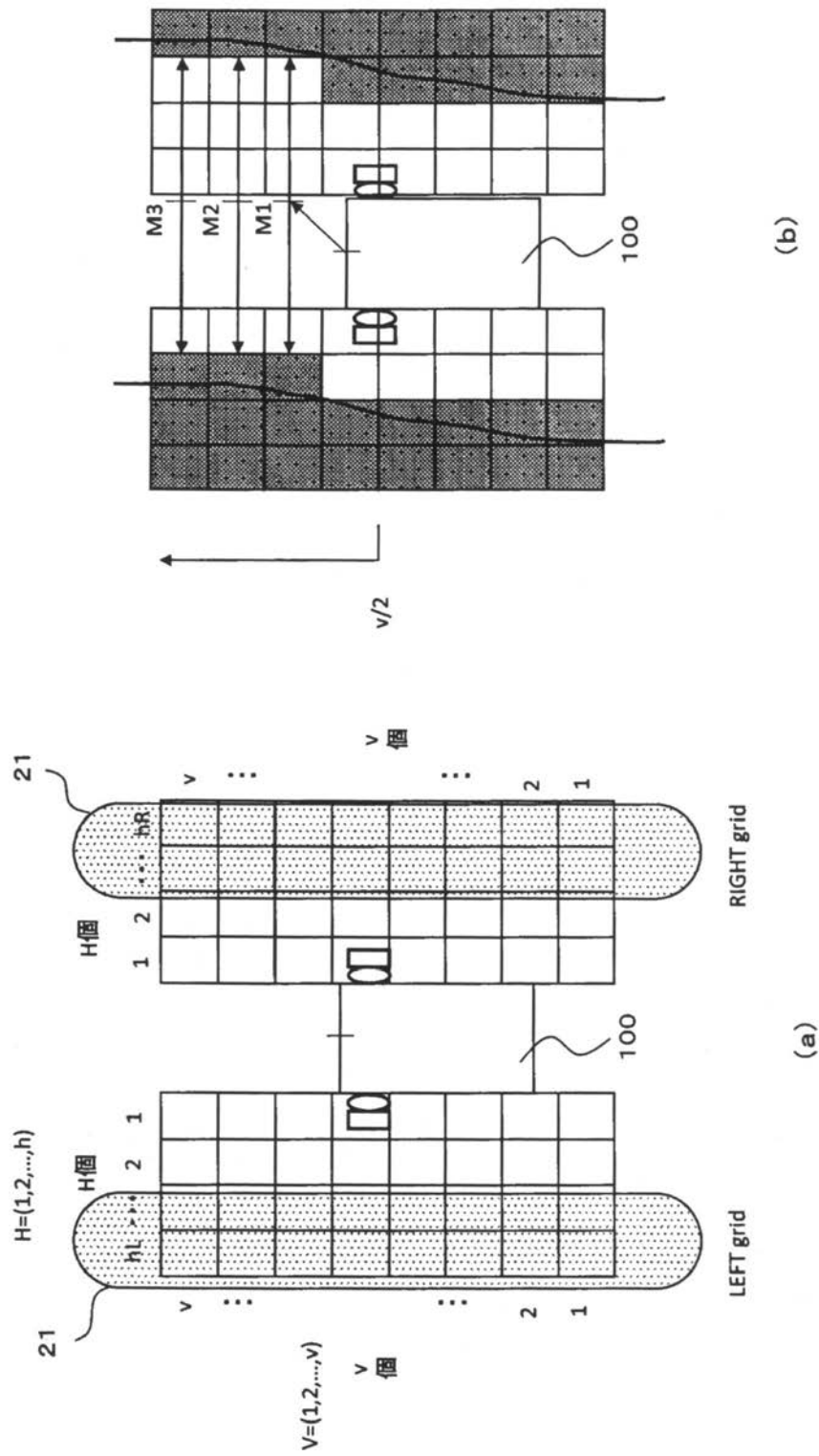
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	A 0 1 C 15/00	F
	A 0 1 C 15/00	B

F ターム(参考) 3C707 AS22 CS08 KS12 KS36 KV11 KX02 LS15 LT07 WA16
5H301 AA10 BB01 GG08 GG23 GG29