

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6080887号
(P6080887)

(45) 発行日 平成29年2月15日 (2017.2.15)

(24) 登録日 平成29年1月27日 (2017.1.27)

(51) Int. Cl.		F I			
G05D	1/02	(2006.01)	G05D	1/02	B
B60L	11/18	(2006.01)	B60L	11/18	C
H02J	7/00	(2006.01)	H02J	7/00	P
			H02J	7/00	301A

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-67219 (P2015-67219)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成27年3月27日 (2015.3.27)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2016-186752 (P2016-186752A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年10月27日 (2016.10.27)	(74) 代理人	100081972
審査請求日	平成28年1月26日 (2016.1.26)		弁理士 吉田 豊
		(74) 代理人	100154380
			弁理士 西村 隆一
		(72) 発明者	山村 誠
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	川上 俊明
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充電ステーションおよび無人作業車の充電ステーション誘導装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エリアワイヤによって画定される作業領域を磁気センサの検出値に基づいて自律走行する無人作業車に設けられた二次電池を充電する充電ステーションであって、

一対の充電端子と、

前記作業領域の内側または外側に配置された環状のステーションワイヤと、

前記ステーションワイヤに向けて突出し、前記一対の充電端子の中間点と前記ステーションワイヤの中心とを結ぶ軸線に対し対称形状を呈する突出ワイヤと、

前記ステーションワイヤと前記突出ワイヤとから互いに異なる態様の磁界が生じるように前記ステーションワイヤと前記突出ワイヤとに流れる電流を制御する電流制御部と、を備えることを特徴とする充電ステーション。

【請求項2】

請求項1に記載の充電ステーションにおいて、

前記ステーションワイヤは、略円形であることを特徴とする充電ステーション。

【請求項3】

走行手段と二次電池とを有し、エリアワイヤによって画定される作業領域を自律走行する無人作業車と、前記二次電池を充電する充電ステーションとを備え、前記作業車を前記充電ステーションに誘導する無人作業車の充電ステーション誘導装置であって、

前記充電ステーションは、

一対の充電端子と、

前記作業領域の内側または外側に配置された環状のステーションワイヤと、
前記ステーションワイヤに向けて突出し、前記一対の充電端子の中間点と前記ステーションワイヤの中心とを結ぶ第1軸線に対し対称形状を呈する突出ワイヤと、
前記ステーションワイヤと前記突出ワイヤとから互いに異なる態様の磁界が生じるように前記ステーションワイヤと前記突出ワイヤとに流れる電流を制御する電流制御部と、を
備え、

前記作業車は、
前記一対の充電端子に接続可能な一対の相手側充電端子と、
前記一対の相手側充電端子の中間点を通して前記作業車の直進方向に延在する第2軸線上に設けられ、前記ステーションワイヤを流れる電流によって生じる磁界を検出する第1
磁気検出器と、

10

前記第2軸線に対して対称に設けられ、前記ステーションワイヤおよび前記突出ワイヤを流れる電流によって生じる磁界を検出する一対の第2磁気検出器と、

前記第1磁気検出器および前記一対の第2磁気検出器の検出値に基づき、前記第2軸線が前記第1軸線に一致するように前記走行手段を制御する走行制御手段とを備えることを特徴とする無人作業車の充電ステーション誘導装置。

【請求項4】

請求項3に記載の無人作業車の充電ステーション誘導装置において、

前記走行制御手段は、
前記第1磁気検出器が前記ステーションワイヤの中心部に位置するように前記作業車を
誘導する第1誘導部と、

20

前記ステーションワイヤの中心部に位置する前記第1磁気検出器を中心に、前記第2軸線が前記第1軸線に一致するように前記作業車を旋回させる第2誘導部と、

前記第2軸線が前記第1軸線に一致した前記作業車を前記充電端子に向けて直進走行させる第3誘導部とを有することを特徴とする無人作業車の充電ステーション誘導装置。

【請求項5】

請求項3または4に記載の無人作業車の充電ステーション誘導装置において、

前記一対の第2磁気センサ間の距離は、前記第1軸線に直交する方向における前記突出ワイヤの幅よりも短いことを特徴とする無人作業車の充電ステーション誘導装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、無人作業車を充電するための充電ステーションおよび無人作業車を充電ステーションに誘導する無人作業車の充電ステーション誘導装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、エリアワイヤによって画定された作業領域を自律走行しつつ作業を行うように、電動モータとバッテリーとを有する無人作業車を制御する装置が知られている（例えば特許文献1参照）。この特許文献1記載の装置は、バッテリーの充電が必要になると、磁気センサの検出値に基づいてエリアワイヤに沿って作業車を走行させ、エリアワイヤ上に配置された充電ステーションまで帰還させる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-164741号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1記載の装置は、エリアワイヤ上かつエリアワイヤに平行な向きで充電ステーションを配置する必要があるため、充電ステーションの配置の自由度

50

を損なう。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は、エリアワイヤによって画定される作業領域を自律走行する無人作業車に設けられた二次電池を充電する充電ステーションであって、一对の充電端子と、作業領域の内側または外側に配置された環状のステーションワイヤと、ステーションワイヤに向けて突出し、一对の充電端子の中間点とステーションワイヤの中心とを結ぶ軸線に対し対称形状を呈する突出ワイヤと、ステーションワイヤと突出ワイヤとから互いに異なる態様の磁界が生じるようにステーションワイヤと突出ワイヤとに流れる電流を制御する電流制御部とを備える。

10

【0006】

本発明の他の態様は、走行手段と二次電池とを有し、エリアワイヤによって画定される作業領域を自律走行する無人作業車と、二次電池を充電する充電ステーションとを備え、作業車を充電ステーションに誘導する無人作業車の充電ステーション誘導装置であって、充電ステーションは、一对の充電端子と、作業領域の内側または外側に配置された環状のステーションワイヤと、ステーションワイヤに向けて突出し、一对の充電端子の中間点とステーションワイヤの中心とを結ぶ第1軸線に対し対称形状を呈する突出ワイヤと、ステーションワイヤと突出ワイヤとから互いに異なる態様の磁界が生じるようにステーションワイヤと突出ワイヤとに流れる電流を制御する電流制御部とを備え、作業車は、一对の充電端子に接続可能な一对の相手側充電端子と、一对の相手側充電端子の中間点を通して作業車の直進方向に延在する第2軸線上に設けられ、ステーションワイヤを流れる電流によって生じる磁界を検出する第1磁気検出器と、第2軸線に対して対称に設けられ、ステーションワイヤおよび突出ワイヤを流れる電流によって生じる磁界を検出する一对の第2磁気検出器と、第1磁気検出器および一对の第2磁気検出器の検出値に基づき、第2軸線が第1軸線に一致するように走行手段を制御する走行制御手段とを備える。

20

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、充電ステーションをエリアワイヤ上だけでなくエリアワイヤの内側または外側の任意の位置に配置することができ、充電ステーションの配置の自由度が向上する。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態に係る無人作業車の構成を概略的に示す側面図。

【図2】本発明の実施形態に係る無人作業車の構成を概略的に示す平面図。

【図3】本発明の実施形態に係る無人作業車の制御構成を示すブロック図。

【図4】本発明の実施形態に係る無人作業車によって作業を行う作業領域の一例を示す図。

【図5】エリアワイヤからの距離と磁界強度との関係を示す図。

【図6】トレースモード時の作業車の動作を示す図。

【図7】本発明の実施形態に係る充電ステーションの斜視図。

40

【図8】図7の充電ステーションの要部構成を示す平面図。

【図9】本発明の実施形態に係る充電ステーションの制御構成を示すブロック図。

【図10】充電ステーションを構成するステーションワイヤおよび突出ワイヤと無人作業車に搭載された磁気センサとの位置関係の一例を示す図。

【図11】図3の走行制御部で実行される処理の一例を示すフローチャート。

【図12】本発明の実施形態に係る無人作業車の誘導装置の動作の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図1～図12を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の実施形態に係る自律走行式の無人作業車の構成を概略的に示す側面図であり、図2は平面

50

図である。本発明の制御装置は、種々の無人作業車（以下、単に作業車と呼ぶ場合もある）に適用することができるが、本実施形態では、特に芝刈り作業を行う移動式芝刈り機に適用する。なお、以下では、平面視における作業車の直進方向（長さ方向）および直進方向に垂直な車幅方向を、それぞれ前後方向および左右方向と定義するとともに、作業車の高さ方向を上下方向と定義し、この定義に従い各部の構成を説明する。

【0010】

図1, 2に示すように、無人作業車1は、シャシ11とフレーム12とを有する車体10と、車体10を接地面GRから走行可能に支持する左右一対の前輪13および左右一対の後輪14とを備える。前輪13は、ステア11aを介してシャシ11の前側に回転可能に取り付けられる。後輪14は、前輪13よりも大径であり、シャシ11の後側に直接、10

【0011】

シャシ11とフレーム12とで包囲された作業車1の内部空間15には、作業機16と、作業機駆動用の作業モータ17と、後輪駆動用の走行モータ18と、充電ユニット19と、バッテリー20とが配置される。

【0012】

作業機16は、回転体と回転体に取り付けられた芝刈り用のブレードとを有し、全体が略円盤形状を呈する。作業機16は、回転体中央の回転軸を上下方向に向けて配置され、20高さ調節機構21により接地面GRからのブレードの高さを調整可能に構成される。高さ調節機構21は、例えばユーザにより操作可能なねじを備える。作業モータ17は、作業機16の上方に配置された電動モータにより構成され、その出力軸が回転体の回転軸に連結され、回転体と一体にブレードを回転駆動する。

【0013】

走行モータ18は、左右の後輪14の左右内側に配置された一対の電動モータ18L, 18Rにより構成される。走行モータ18L, 18Rの出力軸は、左右の後輪14の回転軸にそれぞれ連結され、走行モータ18L, 18Rは、左右の後輪14を互いに独立に回転駆動する。すなわち、作業車1は、前輪13を従動輪、後輪14を駆動輪として構成され、30走行モータ18L, 18Rは、左右の後輪14を互いに独立に正転（前進方向への回転）または逆転（後進方向への回転）させる。左右の後輪14の回転に速度差を生じさせることで、作業車1は任意の方向に旋回することができる。

【0014】

例えば、左右の後輪14をそれぞれ正転させた際に、右後輪14の回転速度が左後輪14の回転速度よりも速いと、その速度差に応じた旋回角で作業車1は左方に旋回する。一方、左後輪14の回転速度が右後輪14の回転速度よりも速いと、その速度差に応じた旋回角で作業車1は右方に旋回する。左右の後輪14を互いに同一速度で一方を正転、他方を逆転させると、作業車1はその場で旋回する。

【0015】

充電ユニット19は、AC/DC変換器を含み、フレーム12の前端部に設けられた端子22に配線を介して接続されるとともに、バッテリー20に配線を介して接続される。40端子22は、接点22aを有し、端子22が接点22aを介して充電ステーション3（図7参照）に接続することで、バッテリー20に充電することができる。バッテリー20は、配線を介して作業モータ17と走行モータ18とに接続され、作業モータ17と走行モータ18とは、ドライバを介してバッテリー20から供給される電力により駆動する。

【0016】

作業車1の前部には、左右方向に離間して一対の磁気センサ51（磁気センサ51L, 51R）が配置される。より具体的には、図2に示すように、作業車1の車幅方向中心を通り、かつ、直進方向に向かう中心線CL1に対して左右対称に、互いに所定距離d11隔てて一対の磁気センサ51L, 51Rが配置される。さらに、磁気センサ51L, 5150

R から所定距離 d_{12} 後方かつ中心線 CL_1 上に磁気センサ $51C$ が配置される。なお、 d_{12} は、例えば磁気センサ $51L$, $51R$ から後輪 14 の回転軸までの距離に相当する。磁気センサ $51L$, $51R$, $51C$ は、互いに同一構成の磁気センサである。なお、以下では、磁気センサ $51L$, $51R$ を前側磁気センサ、磁気センサ $51C$ を後側磁気センサと呼ぶことがある。

【0017】

図3は、作業車1の制御構成を示すブロック図である。図3において、作業車1に搭載されたECU（電子制御ユニット）は、CPU、ROM、RAM、その他の周辺回路などを有する演算処理装置を含んで構成されるマイクロコンピュータである。

【0018】

ECU40には、作業車1の各種状態を検出するセンサ群50と、充電ユニット19と、バッテリー20と、操作スイッチ25と、表示部26と、作業モータ17と、左右一对の走行モータ18（ $18L$, $18R$ ）とが接続される。センサ群50は、左右一对の前側および後側の磁気センサ51（ $51L$, $51R$, $51C$ ）と、Yawセンサ52と、Gセンサ53と、方位センサ54と、GPSセンサ55と、接触センサ56と、左右一对の車輪速センサ57（ $57L$, $57R$ ）と、電圧センサ58とを含む。

【0019】

各磁気センサ51は、磁界の大きさ（磁界強度）を示す信号を出力する。Yawセンサ52は、作業車1の高さ方向の軸線（Z軸）回りに生じる角速度（ヨーレート）を示す信号を出力する角速度センサであり、Yawセンサ52からの信号により作業車1のZ軸回りの旋回角を検出することができる。Gセンサ53は、作業車1に作用する直交3軸（X軸、Y軸、Z軸）方向の加速度を示す信号を出力する。方位センサ54は、地磁気に応じた信号を出力する2軸または3軸構造の地磁気センサであり、方位センサ54からの信号により所定方位（例えば北）に対する作業車1の向きを検出することができる。

【0020】

GPSセンサ55は、GPS衛星からの電波を受信し、作業車1の現在位置（緯度、経度）を検出する。接触センサ56は、作業車1が障害物等に接近または接触するとオン信号を出力する。車輪速センサ57L , $57R$ は、左右の後輪14の車輪速を示す信号をそれぞれ出力し、車輪速センサ57L , $57R$ からの信号により、作業車1の走行距離を算出することができる。電圧センサ58は、バッテリー20の残電圧を検出する。

【0021】

操作スイッチ25は、ユーザにより操作され、作業車1の動作開始等を指令するメインスイッチと、非常停止を指令する非常停止スイッチとを含む。表示部26は、ユーザに提供するための各種情報を表示するディスプレイにより構成される。

【0022】

以上のように構成された作業車1は、予め定められた作業領域内を自律走行して作業を行う。図4は、作業領域ARの一例を示す図である。作業領域ARは、予め敷設（例えば接地面GRから所定深さに埋設）されたエリアワイヤ2によって画定される。エリアワイヤ2には電流が流され、これにより作業領域ARに磁界が発生する。作業領域ARは、作業車1の走行範囲を規定し、作業予定領域の他、作業を行わない非作業の領域を含んでもよい。エリアワイヤ2の近傍（図ではエリアワイヤ2の内側）には、バッテリー20を充電するための充電ステーション3が配置される。

【0023】

図5は、エリアワイヤ2からの距離 d と磁界強度 H との関係を示す図である。図5に示すように、磁界強度 H は、エリアワイヤ2からの距離 d に応じて変化する。すなわち、磁界強度 H は、エリアワイヤ2上において0となり、作業領域ARの内側でプラス、外側でマイナスの値となる。作業時には、ECU40が磁気センサ51L , $51R$ からの検出値を読み込み、検出値がマイナスになると、例えばYawセンサ52の検出値に基づき作業車1を作業領域ARの内側に向けて所定角度だけ旋回させる。これにより作業領域ARの内側で作業車1を走行（例えばランダムに直進走行）させながら作業を行うことができる

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、ECU 40からの指令により、作業車1を作業モードとトレースモードと帰還モードとで動作させる。作業モードは、作業車1が作業領域AR内を自律走行しながら作業（芝刈り作業）を行うモードである。帰還モードは、バッテリー20への充電が必要になったときに、作業車1を充電ステーション3まで帰還させるモードである。トレースモードは、エリアワイヤ2に沿って作業車1を走行させるモードである。トレースモードは、作業モードの前に実行され、トレースモードにおいて作業領域ARを画定する。

【 0 0 2 5 】

図6は、トレースモード時の作業車1の動作を示す図である。図6に示すように、トレースモードにおいては、左右一対の磁気センサ51R, 51Lのうち一方の磁気センサ（例えば51L）をエリアワイヤ2の内側に位置させた状態で、他方の磁気センサ（例えば51R）がエリアワイヤ2上を矢印A方向に移動するように、ECU 40の指令によりエリアワイヤ2に沿って作業車1を周回走行させる。すなわち、ECU 40が磁気センサ51Rの出力を監視し、磁気センサ51Rによって検出される磁界強度Hが0となるように走行モータ18L, 18Rを制御する。

【 0 0 2 6 】

例えば、磁気センサ51Rによって検出される磁界強度Hがプラスになると、右側の走行モータ18Rを減速かつ左側の走行モータ18Lを増速させ、作業車1を右側に旋回させる。一方、磁気センサ51Rによって検出される磁界強度Hがマイナスになると、右側の走行モータ18Rを増速かつ左側の走行モータ18Lを減速させ、作業車1を左側に旋回させる。これにより、磁気センサ51Rをエリアワイヤ2に近づけ、磁気センサ51Rにより検出される磁界強度Hを0に維持する。

【 0 0 2 7 】

トレースモードは、作業車1の端子22が充電ステーション3の端子33（図7）に接続した状態（ドッキング状態）から開始され、作業車1がエリアワイヤ2に沿って周回走行した後、端子22が再度端子33に接続したときに終了する。トレース走行開始から終了までの作業車1の位置は、GPSセンサ55により検出される。ECU 40は、GPSセンサ55からの信号に基づき、充電ステーション3を基準（原点）とした作業領域ARの境界線の位置座標を特定する。

【 0 0 2 8 】

ところで、例えば図4の点線に示すようにエリアワイヤ2上に充電ステーション3を配置すると、帰還モード時に、磁気センサ51の検出値に基づきエリアワイヤ2に沿って作業車1を走行（トレース走行）させることで、作業車1を充電ステーション3まで帰還させることができる。

【 0 0 2 9 】

しかしながら、トレース走行によって作業車1を帰還させる場合、充電ステーション3をエリアワイヤ2上にエリアワイヤ2に平行な向きで配置する必要があり、充電ステーション3の配置に対する制約が大きい。そこで、充電ステーション3の配置の自由度を高めるため、本実施形態では以下のように充電ステーション3を構成する。

【 0 0 3 0 】

図7は、本発明の実施形態に係る充電ステーション3（図4の実線）の斜視図である。なお、以下では、便宜上、図示のように直交3軸方向を、それぞれ充電ステーション3の前後方向（長さ方向）、左右方向（幅方向）および上下方向（高さ方向）と定義する。図7では、エリアワイヤ2の図示を省略する。充電ステーション3の向きは、その長さ方向（図7の中心線CL3の向き）によって代表する。

【 0 0 3 1 】

図7に示すように、充電ステーション3は、充電時に作業車1が載るベース3aと、ベース3aの前端部から立設し、充電時の作業車1の位置を規制するガイド3bと、ガイド3bの上端部かつ左右方向中央部から後方に向けて突出する略三角形の突出部3cとを

10

20

30

40

50

有する。ガイド3 bの左右方向中央部の前側には基板3 0が設けられ、突出部3 cの左右両側面には、充電ステーション3の中心を通る長手方向の中心線CL 3に対し対称に、左右一对の端子3 3が設けられる。突出部3 cは、作業車1の左右一对の充電端子2 2の間に挿入される。これにより、端子2 2, 3 3同士(より正確には端子2 2, 3 3の接点2 2 a, 3 3 a同士)が接続し、バッテリー2 0が充電される。

【0032】

本実施形態では、図4の実線に示すように作業領域ARの内側、かつ、エリアワイヤ2と直交する向きに充電ステーション3が配置される。図8は、充電ステーション3の要部構成、とくにワイヤの配置を示す平面図であり、図9は、充電ステーション3の制御構成を示すブロック図である。

10

【0033】

図9に示すように、充電ステーション3は、商用電源3 1にコンセント3 2を介して接続される基板3 0と、それぞれが基板3 0に接続された端子3 3とステーションワイヤ3 4と突出ワイヤ3 5とを有する。突出ワイヤ3 5はエリアワイヤ2に直列に接続されるが、ステーションワイヤ3 4はエリアワイヤ2に接続されない。基板3 0は、AC/AC変換器3 0 1と、AC/AC変換器3 0 1の動作を制御するECU(電子制御ユニット)3 0 2と、ステーションワイヤ3 4と突出ワイヤ3 5とに交流を通電して信号を発生させる信号発生器3 0 3とを有する。

【0034】

商用電源3 1からの交流は、AC/AC変換器3 0 1で適宜な電圧に降圧される。作業車1が充電ステーション3まで帰還して、作業車1の端子2 2の接点2 2 aが端子3 3の接点3 3 aに接続すると、AC/AC変換器3 0 1で降圧された電力が作業車1に供給され、バッテリー2 0が充電される。信号発生器3 0 3は、ECU3 0 2からの指令により、ステーションワイヤ3 4と突出ワイヤ3 5とを繰り返し交互に通電し、両者から互いに異なるタイミングで信号を発生させる。

20

【0035】

図8に示すように、ステーションワイヤ3 4と突出ワイヤ3 5とは、互いに交差しないように高さ方向の位置をずらしてベース3 aの内部または下方に配置される。なお、ステーションワイヤ3 4と突出ワイヤ3 5はそれぞれ基板3 0に接続されるが、図8では基板3 0の図示を省略する。

30

【0036】

ステーションワイヤ3 4は全体が円形状を呈し、エリアワイヤ2から所定量d 3 0だけ離れて作業領域ARの内側に配置される。ステーションワイヤ3 4の円の中心点P 0は、一对の端子3 3を結ぶ線分の垂直二等分線上、すなわち、充電ステーション3の中心線CL 3上に位置する。ステーションワイヤ3 4は、充電ステーション3の位置を表す磁界を発生するものであり、磁界の大きさを考慮して円の直径が決定される。一例を挙げると、円の直径は磁気センサ5 1の大きさにほぼ等しい。

【0037】

突出ワイヤ3 5は、その両端部3 5 a, 3 5 bがエリアワイヤ2の端部2 a, 2 bに直列に接続されるとともに、ステーションワイヤ3 4に向けて略コ字状に突出して形成される。すなわち、突出ワイヤ3 5は、エリアワイヤ2の端部2 a, 2 bから作業領域ARの内側に向けてそれぞれ略垂直に延在するワイヤ部3 5 1, 3 5 2と、ワイヤ部3 5 1, 3 5 2同士を接続するワイヤ部3 5 3とを有し、中心線CL 3に対し左右対称に形成される。厳密にいうと、端部3 5 a, 3 5 b間の距離はワイヤ部3 5 3の長さよりも短く、突出ワイヤ3 5は台形形状を呈する。

40

【0038】

ワイヤ部3 5 1, 3 5 2間の距離d 3 1およびステーションワイヤ3 4の中心点P 0とワイヤ部3 5 3との距離d 3 2は、作業車1に設けられた磁気センサ5 1 L, 5 1 R, 5 1 Cの配置に応じて決定される。図10は、各ワイヤ3 4, 3 5と磁気センサ5 1 L, 5 1 R, 5 1 Cの位置関係の一例を示す図である。図10では、磁気センサ5 1 Cがステー

50

ションワイヤ34の中心点P0上に位置し、かつ、作業車1の中心線CL1と充電ステーション3の中心線CL3とが一致している。このとき、充電ステーション3の左右一对の端子33と作業車1の左右一对の端子22とは、所定量だけ離れて互いに対向する。図10に示す作業車1の姿勢を目標姿勢と呼ぶ。目標姿勢にある作業車1は、矢印A方向に端子33に向けて直進走行（前進走行）すれば、端子22を端子33に接続、すなわち作業車1を充電ステーション3にドッキングすることができる。

【0039】

図10に示すように、ワイヤ部351, 352間の距離d31は、作業車1の左右の磁気センサ51L, 51R間の距離d11よりも長く、かつ、ステーションワイヤ34の中心点P0とワイヤ部353との距離d32は、前後の磁気センサ51L, 51C間の距離d12よりも短い。したがって、作業車1が目標姿勢にあるとき、前側の磁気センサ51L, 51Rは突出ワイヤ35の内側の領域AR1に位置する。

10

【0040】

以上のように構成された充電ステーション3に対し、作業車1のECU40は、目標姿勢を介して作業車1を充電ステーション3まで誘導するように構成される。図3に示すように、ECU40は機能的構成として、作業モータ17を制御する作業制御部40Aと、走行モータ18を制御する走行制御部40Bとを有する。走行制御部40Bは、トレースモード、作業モードおよび帰還モードで、それぞれ異なる態様で走行モータ18を制御する。

【0041】

20

とくに帰還モード時には、走行制御部40Bは磁気センサ51L, 51R, 51Cの検出値に基づき走行モータ18を制御する。帰還モード時の構成として、走行制御部40Bは、後側磁気センサ51Cがステーションワイヤ34の中心点（目標位置）P0に位置するように作業車1を誘導する第1誘導部41と、中心点P0に位置する磁気センサ51Cを中心に、作業車1の中心線CL1と充電ステーション3の中心線CL3とが一致する目標姿勢に作業車1を旋回させる第2誘導部42と、目標姿勢にある作業車1を前進走行させて端子22, 33同士を接続する第3誘導部43とを有する。

【0042】

図11は、ECU40、とくに走行制御部40Bでの処理（帰還処理）の一例を示すフローチャートである。このフローチャートに示す処理は、作業モードで作業車1が走行しているときに、電圧センサ58の検出値が所定値以下となり、バッテリー20への充電が必要と判定されると開始される。

30

【0043】

まず、ステップS1で、走行モータ18に制御信号を出力し、充電ステーション3に向けて作業車1を走行させる。充電ステーション3の位置（緯度、経度）は、予め作業車1をトレースモードで走行させ、端子22, 33同士を接続したときのGPSセンサ55の検出値を記憶することで、把握することができる。一方、作業車1の現在位置はGPSセンサ55により検出することができ、向きは方位センサ54あるいはYawセンサ52により検出することができる。したがって、ステップS1では、GPSセンサ55と方位センサ54あるいはYawセンサ52の検出値に基づき作業車1を充電ステーション3に接近させる。

40

【0044】

次いで、ステップS2で、磁気センサ51が充電ステーション3を検出したか否かを判定する。帰還モード時には、充電ステーション3のECU302からの指令により、第1パターンでエリアワイヤ2に電流が流され、エリアワイヤ2および突出ワイヤ35の周囲には第1パターンの磁界が生じる。一方、ステーションワイヤ34には第1パターンとは異なる第2パターンで電流が流され、ステーションワイヤ34の周囲には第1パターンとは異なる第2パターンの磁界が生じる。したがって、ステップS2では、磁気センサ51が、ステーションワイヤ34の周囲の第2パターンの磁界を検出したか否か、換言すれば、作業車1がステーションワイヤ34に接近したか否かを判定する。図12(a)に示す

50

ように、磁気センサ51がステーションワイヤ34を中心とした磁界検出エリアAR2内に進入すると、ステップS2で肯定される。ステップS2で肯定されるとステップS3に進み、否定されるとステップS1に戻る。

【0045】

ステップS3では、前側磁気センサ51L, 51Rにより検出される第2パターンの磁界の検出値(磁界強度)Hが互いに等しいか否か、すなわち、一对の磁気センサ51L, 51Rからステーションワイヤ34までの距離が互いに等しいか否かを判定する。作業車1の中心線CL1がステーションワイヤ34の中心点P0上に存在すれば、一对の磁気センサ51L, 51Rの検出値が互いに等しい。この場合には、ステップS3が肯定されてステップS4に進み、走行モータ18に制御信号を出力し、作業車1を直進走行させる。

10

【0046】

一方、一对の磁気センサ51L, 51Rの検出値Hが互いに異なる場合、ステップS3で否定されてステップS5に進み、これら磁気センサ51L, 51Rの検出値Hが互いに等しくなるように走行モータ18に制御信号を出力し、作業車1を旋回させる。例えば図12(a)に示す状態では、左側の磁気センサ51Lの方がステーションワイヤ34に近いので、左側の磁気センサ51Lの検出値Hの方が右側の磁気センサ51Rの検出値Hよりも大きい。この場合、ステップS5で左右の磁気センサ51L, 51Rの検出値Hが一致するように作業車1を左側(矢印A方向)に旋回させた後、ステップS3に戻る。これにより図12(b)に示すように作業車1がステーションワイヤ34に接近する。

【0047】

20

次いで、ステップS6で、後側磁気センサ51Cによる第2パターンの磁界の検出値に基づき、磁気センサ51Cがステーションワイヤ34の内側に進入したか否か、より厳密にいうと磁気センサ51Cが中心点P0に位置するか否かを判定する。これは、作業車1が目標位置に到達したか否かの判定である。ステップS6で肯定されるとステップS7に進み、否定されるとステップS3に戻る。ステップS7では、走行モータ18に制御信号を出力し、作業車1を停止させる。

【0048】

次いで、ステップS8で、前側磁気センサ51L, 51Rにより検出されるエリアワイヤ2(突出ワイヤ35)を流れる第1パターンの磁界の検出値Hに基づき、磁気センサ51Cの位置を中心にして、作業車1の中心線CL1が充電ステーション3の中心線CL3に一致するように作業車1を旋回させる。例えば図12(c)に示すように磁気センサ51L, 51Rがいずれも作業領域ARに位置する場合、より大きな検出値Hを示す磁気センサ(この例では磁気センサ51L)の方向(矢印A方向)に作業車1を旋回させる。一方、作業車1を旋回させる途中で、磁気センサ51L, 51Rの一方(例えば51L)が作業領域ARの外側に出た場合、すなわち突出ワイヤ35の内側の領域AR1に存在する場合、その外側の磁気センサ51Lの方向に作業車1を旋回させる。

30

【0049】

次いで、ステップS9で、磁気センサ51L, 51Rの検出値に基づき、両方の前側磁気センサ51L, 51Rが作業領域ARの外側に位置するか否かを判定する。ステップS9で肯定されるとステップS10に進み、否定されるとステップS8に戻る。ステップS10では、走行モータ18に制御信号を出力し、作業車1を停止させる。これにより図12(d)に示すように作業車1の中心線CL1が充電ステーション3の中心線CL3に一致するとともに、作業車1の端子22が充電ステーション3の端子33に対向し、作業車1が目標姿勢となる。

40

【0050】

次いで、ステップS11で、走行モータ18に制御信号を出力し、作業車1を前進走行させる。次いで、ステップS12で、例えば電圧センサ58の検出値に基づき端子22が端子33に接続したか否か、すなわちドッキングが完了したか否かを判定する。ステップS12で肯定されるとステップS13に進み、否定されるとステップS11に戻る。ステップS13では、走行モータ18に制御信号を出力し、作業車1を停止させる。以上で、

50

走行制御部 40B での帰還処理を終了する。

【0051】

以上の処理のうち、ステップ S1 ~ ステップ S7 の処理は第 1 誘導部で実行され、ステップ S8 ~ ステップ S10 の処理は第 2 誘導部で実行され、ステップ S11 ~ ステップ S13 の処理は第 3 誘導部で実行される。

【0052】

本実施形態によれば以下のような作用効果を奏することができる。

(1) エリアワイヤ 2 によって画定される作業領域 AR を自律走行する無人作業車 1 にはバッテリー 20 (二次電池の一例) が設けられる。このバッテリー 20 を充電する充電ステーション 3 は、一対の充電端子 33 と、作業領域 AR の内側に配置された環状、より具体的には円形状のステーションワイヤ 34 と、エリアワイヤ 2 に直列に接続されるとともにステーションワイヤ 34 に向けて突出し、一対の充電端子 33 の中間点とステーションワイヤ 34 の中心とを結ぶ中心線 CL3 に対し対称形状を呈する突出ワイヤ 35 とを備える (図 8)。

10

【0053】

このように充電ステーション 3 を構成することで、充電ステーション 3 をエリアワイヤ 2 上ではなく、エリアワイヤ 2 の内側の任意の位置に配置することができ、充電ステーション 3 の配置の自由度が向上する。この場合、充電ステーション 3 は、円形状のステーションワイヤ 34 を有するので、作業車 1 に設けられた磁気センサ 51L, 51R, 51C によりステーションワイヤ 34 の周囲の磁界を検出し、その検出値に基づいて走行モータ 18 を制御することで、磁気センサ 51C の位置をステーションワイヤ 34 の中心点 P0 に一致させることができる。また、作業車 1 に設けられた磁気センサ 51L, 51R により左右対称形状の突出ワイヤ 35 の磁界を検出し、その検出値に基づいて走行モータ 18 を制御することで、作業車 1 の中心線 CL1 の位置を充電ステーション 3 の中心線 CL3 の位置に一致させることができる。これにより作業車 1 の端子 22 を充電ステーション 3 の端子 33 に接続するドッキング動作を行うことができる。また、トレース走行により充電ステーションまで帰還する場合には、同一の走行経路を通過するため、轍が生じやすいが、本実施形態によればトレース走行が不要であるため、轍の発生も抑制できる。トレース走行をして帰還する場合に比べ、充電ステーション 3 までの帰還の道のりが短く、効率的な帰還動作を実現可能である。

20

30

【0054】

(2) ステーションワイヤ 34 は円形であるので (図 8)、ステーションワイヤ 34 からは週方向均等に磁界が生じる。このため、作業車 1 をどの方向からでもステーションワイヤ 34 に近づけ、磁気センサ 51C をステーションワイヤ 34 の中心点 P0 に容易かつ精度よく位置させることができる。すなわち、作業車 1 を精度よく目標位置に導くことができる。なお、この場合の円形は、厳密な意味での円形でなく実質的な円形 (略円形) も含む。

【0055】

(3) 充電ステーション 3 は、ステーションワイヤ 34 と突出ワイヤ 35 とから互いに異なる態様の磁界 (第 1 パターンの磁界、第 2 パターンの磁界) が生じるようにステーションワイヤ 34 と突出ワイヤ 35 とに流れる電流を制御する ECU302 および信号発生器 303 (電流制御部の一例) をさらに備える (図 9)。これにより磁気センサ 51 は突出ワイヤ 35 (エリアワイヤ 2) からの磁界とステーションワイヤ 34 からの磁界とを区別して検出することができ、ステーションワイヤ 34 からの磁界を用いた作業車 1 の位置制御を精度よく実行可能である。

40

【0056】

(4) 無人作業車の充電ステーション誘導装置は、走行モータ 18 (走行手段の一例) とバッテリー 20 (二次電池の一例) とを有し、エリアワイヤ 2 によって画定される作業領域 AR を自律走行する無人作業車 1 と、バッテリー 20 を充電する充電ステーション 3 とを備え、作業領域 AR の内側に位置する作業車 1 を充電ステーション 3 に誘導する。充電ステ

50

ーション3は、一对の充電端子33と、作業領域ARの内側に配置された円形のステーションワイヤ34と、エリアワイヤ2に直列に接続されるとともにステーションワイヤ34に向けて突出し、一对の充電端子33の中間点とステーションワイヤ34の中心点P0とを結ぶ中心線(第1軸線)CL3に対し対称形状を呈する突出ワイヤ35とを備える(図8)。作業車1は、一对の充電端子33に接続可能な一对の相手側の充電端子22と、一对の相手側充電端子22の中間点を通して作業車1の直進方向に延在する中心線(第2軸線)CL1上に設けられ、ステーションワイヤ34を流れる電流によって生じる磁界を検出する磁気センサ51C(第1磁気検出器の一例)と、中心線CL1に対して対称に設けられ、ステーションワイヤ34および突出ワイヤ35を流れる電流によって生じる磁界を検出する一对の磁気センサ51L, 51R(第2磁気検出器の一例)と、磁気センサ51Cおよび一对の磁気センサ51L, 51Rの検出値に基づき、中心線CL1が中心線CL3に一致するように走行モータ18を制御する走行制御部40B(走行制御手段の一例)とを備える(図2, 3)。

10

【0057】

このように充電ステーション3が、中心線CL3上に配置されたステーションワイヤ34と中心線CL3に対して対称に配置された突出ワイヤ35とを有し、これらワイヤ34, 35に対応して作業車1が、中心線CL1上に配置された磁気センサ51Cと中心線CL1に対して対称に配置された一对の磁気センサ51L, 51Rとを有し、磁気センサ51L, 51R, 51Cの検出値に基づき作業車1の走行動作を制御することで(図11)、帰還モード時に、トレース走行によらなくても、作業車1の中心線CL1を充電ステーション3の中心線CL3に一致させることができる。したがって、充電ステーション3をエリアワイヤ2上以外の任意の位置および任意の向きに配置することができ、充電ステーション3の配置の自由度が向上する。

20

【0058】

(5) 走行制御部40Bは、磁気センサ51Cがステーションワイヤ34の中心部(中心点P0)に位置するように作業車1を誘導する第1誘導部41と、ステーションワイヤ34の中心部に位置する磁気センサ51Cを中心に、中心線CL1が中心線CL3に一致するように作業車1を旋回させる第2誘導部42と、中心線CL1が中心線CL3に一致した作業車1を充電端子33に向けて直進走行させる第3誘導部43とを有する(図3)。これにより作業車1を充電ステーション3の近傍まで導いた後に、作業車1の向きを充電ステーション3の向きに一致させ、その後、目標姿勢にある作業車1を端子33に向けて直進走行させるので、作業車1を容易かつ確実に充電ステーション3に誘導することができ、端子22, 33同士の確実な接続が可能である。

30

【0059】

(6) 一对の磁気センサ51L, 51R間の距離d11は、突出ワイヤ35の中心線CL3に直交する方向における幅(ワイヤ部間の距離d31)よりも短い(図10)。したがって、作業車1の中心線CL1が充電ステーション3の中心線CL3に一致した状態において、一对の磁気センサ51L, 51Rが突出ワイヤ35の内側、すなわち作業領域ARの外側の領域AR1に位置し、磁気センサ51L, 51Rの検出値を用いて作業車1を精度よく目標姿勢に移動することができる。

40

【0060】

(7) 突出ワイヤ35は略コ字状を呈し、ステーションワイヤ34は突出ワイヤ35の外側(領域AR1の外側)に配置される(図8)。このため、突出ワイヤ35とステーションワイヤ34とからそれぞれ互いに離れた位置で磁界が発生し、作業車1を位置制御した後、作業車1を容易に姿勢制御することができる。

【0061】

- 変形例 -

上記実施形態は、例えば以下のような変形が可能である。上記実施形態では、ステーションワイヤ34を作業領域ARの内側に配置したが、外側に配置することもできる。この場合、突出ワイヤ35は、ステーションワイヤ34に向け作業領域ARの外側に突出して

50

配置すればよい。充電ステーション 3 がステーションワイヤ 3 4 と突出ワイヤ 3 5 とを有することで、充電ステーション 3 をエリアワイヤ 2 の内側または外側の任意の位置に配置できるが、充電ステーション 3 をエリアワイヤ 2 上に配置してもよい。この場合にも、充電ステーション 3 を任意の向きに配置できるため、充電ステーション 3 の配置の自由度が高まる。

【 0 0 6 2 】

上記実施形態では、ステーションワイヤ 3 4 を円形（略円形）に構成したが、円形以外であってもよい。上記実施形態では、突出ワイヤ 3 5 をエリアワイヤ 2 に直列に接続したが、エリアワイヤ 2 と突出ワイヤ 3 5 とを別々に基板 3 0 に接続するようにしてもよい。エリアワイヤ 2 から分岐して突出ワイヤ 3 5 を設けてもよい。上記実施形態では、突出ワイヤ 3 5 を略コ字状に構成したが、ステーションワイヤ 3 4 に向けて突出し、一对の充電端子 3 3 の中間点とステーションワイヤ 3 4 の中心点 P 0 とを結ぶ軸線 C L 3 に対し対称形状を呈するのであれば、突出ワイヤ 3 5 の形状はいかなるものでもよい。例えばワイヤ部 3 5 1 , 3 5 2 が円弧状ないし曲線状に構成されてもよく、ワイヤ部 3 5 3 が円弧状ないし曲線状に構成されてもよい。

10

【 0 0 6 3 】

上記実施形態では、E C U 3 0 2 からの指令により信号発生器 3 0 3 を制御して、ステーションワイヤ 3 4 と突出ワイヤ 3 5 とから互いに異なる態様の磁界が生じるようにステーションワイヤ 3 4 と突出ワイヤ 3 5 とに流れる電流を制御したが、電流制御部の構成はこれに限らない。バッテリー 2 0（二次電池）を充電する充電ステーション 3 は、ステーションワイヤ 3 4 と突出ワイヤ 3 5 とを有すればよく、充電ステーション 3 の構成は図 7 ~ 9 に示したものに限らない。ステーションワイヤ 3 4 と突出ワイヤ 3 5 を、ベース 3 a と一体に設けてもよく、ベース 3 a と別に設けてもよい。

20

【 0 0 6 4 】

上記実施形態では、一对の相手側充電端子 2 2 の中間点を通して作業車 1 の直進方向に延在する中心線 C L 1（第 2 軸線）上に磁気センサ 5 1 C を設け、ステーションワイヤ 3 4 を流れる電流によって生じる磁界を検出するようにしたが、ステーションワイヤ 3 4 の中心点 P 0 に導かれる第 1 磁気検出器の構成はこれに限らない。例えば、磁気センサ 5 1 C を車幅方向に複数（例えば 3 個）設け、中心線 C L 1 上に位置する磁気センサ 5 1 C をステーションワイヤ 3 4 の中心点 P 0 に導くようにしてもよい。上記実施形態では、中心線 C L 1 に対し対称に一对の磁気センサ 5 1 L , 5 1 R を設け、ステーションワイヤ 3 4 および突出ワイヤ 3 5 を流れる電流によって生じる磁界を検出するようにしたが、一对の第 2 磁気検出器の構成はこれに限らない。

30

【 0 0 6 5 】

上記実施形態では、磁気センサ 5 1 L , 5 1 R , 5 1 C の検出値 H に基づき、第 1 誘導部 4 1 と第 2 誘導部 4 2 と第 3 誘導部 4 3 とを有する走行制御部 4 0 B により、中心線 C L 1 が中心線 C L 3 に一致するように走行モータ 1 8 を制御したが、走行制御手段の構成はこれに限らない。作業車 1 の基準姿勢におけるステーションワイヤ 3 4 および突出ワイヤ 3 5 と磁気センサ 5 1 L , 5 1 R , 5 1 C との位置関係（図 1 0）は一例であり、他の位置関係とすることもできる。例えば基準姿勢においてワイヤ部 3 5 1 , 3 5 2 上に磁気センサ 5 1 L , 5 1 R が配置されるようにしてもよい。

40

【 0 0 6 6 】

上記実施形態では、左右一对の走行モータ 1 8 L , 1 8 R により作業車 1 を走行かつ旋回させるようにしたが、走行手段の構成はこれに限らない。例えば、前輪 1 3 あるいは後輪 1 4 を操舵可能なアクチュエータを作業車 1 に搭載し、アクチュエータの駆動により作業車を旋回させるようにしてもよい。したがって、作業車 1 の構成は上述したものに限らない。上記実施形態では、GPS センサ 5 5 により作業車 1 の現在位置を検出するようにしたが、車輪速センサ 5 7 の検出値により作業車 1 の走行距離を検出するとともに、Yaw センサ 5 2 の検出値により作業車 1 の向きを検出することで、作業車 1 の現在位置を検出するようにしてもよい。この場合、GPS センサ 5 5 を省略することができる。したが

50

って、位置検出手段の構成は上述したものに限らない。

【0067】

上記実施形態は、芝刈り作業車に適用したが、本発明は、これに限らず種々の自律走行可能な無人作業車に適用可能である。したがって、作業機16の構成は上述したものに限らない。

【0068】

以上の説明はあくまで一例であり、本発明の特徴を損なわない限り、上述した実施形態および変形例により本発明が限定されるものではない。上記実施形態および変形例の構成要素には、発明の同一性を維持しつつ置換可能かつ置換自明なものが含まれる。すなわち、本発明の技術的思想の範囲内で考えられる他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。また、上記実施形態と変形例の1つまたは複数任意に組み合わせることも可能である。

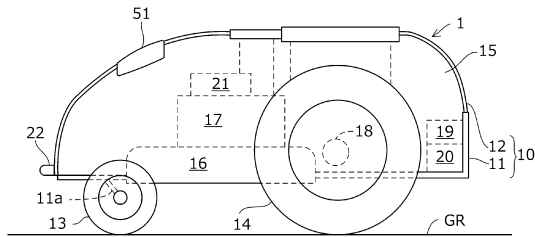
10

【符号の説明】

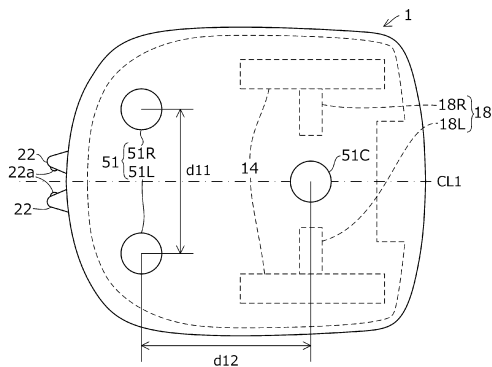
【0069】

- 1 無人作業車、2 エリアワイヤ、3 充電ステーション、18 走行モータ、20 バッテリ、22 端子、33 端子、34 ステーションワイヤ、35 突出ワイヤ、40B 走行制御部、41 第1誘導部、42 第2誘導部、43 第3誘導部、51L、51R、51C 磁気センサ

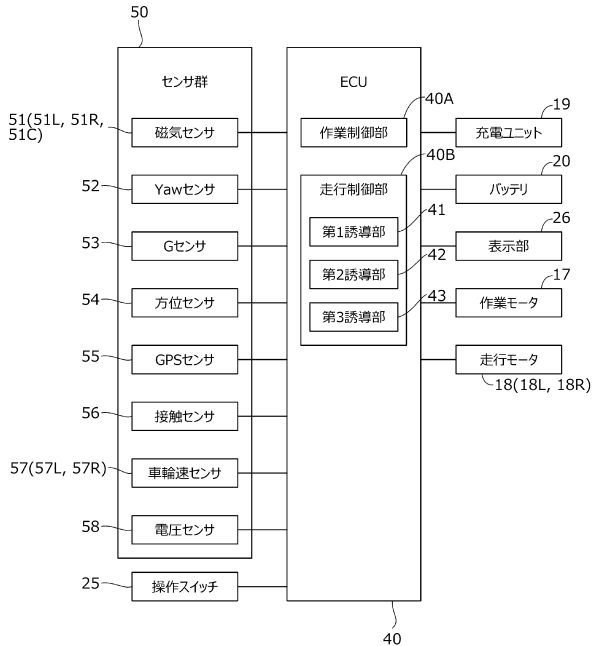
【図1】



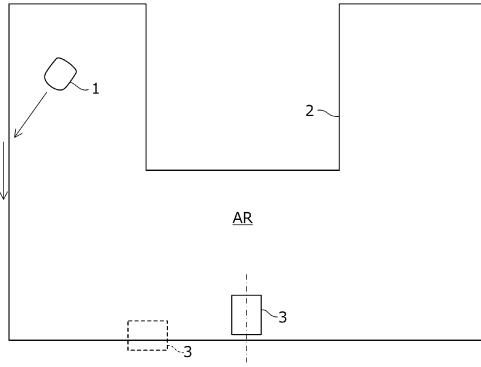
【図2】



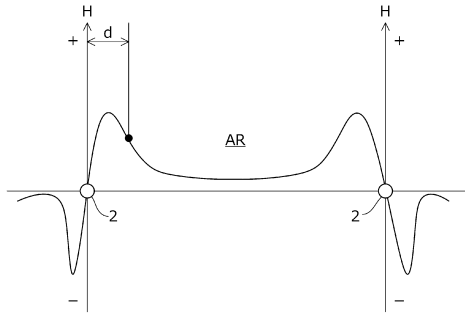
【図3】



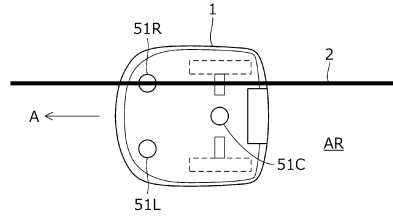
【図4】



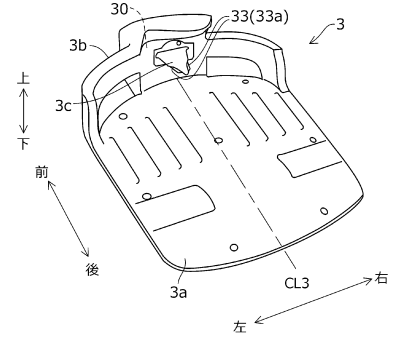
【図5】



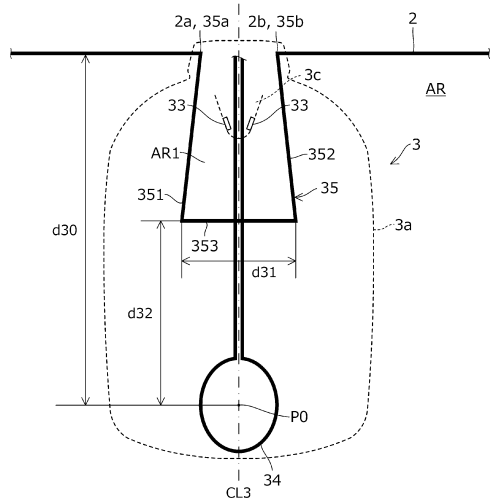
【図6】



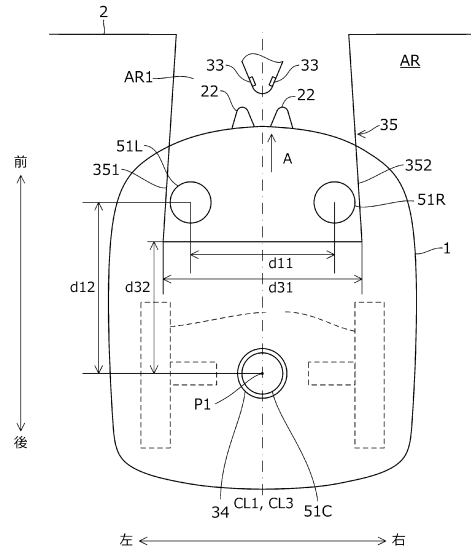
【図7】



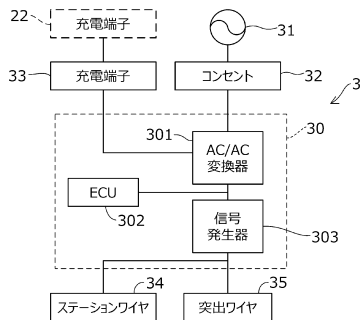
【図8】



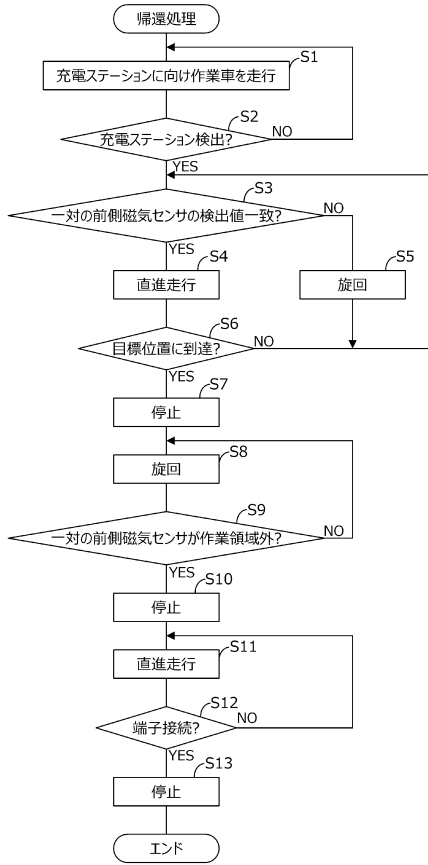
【図10】



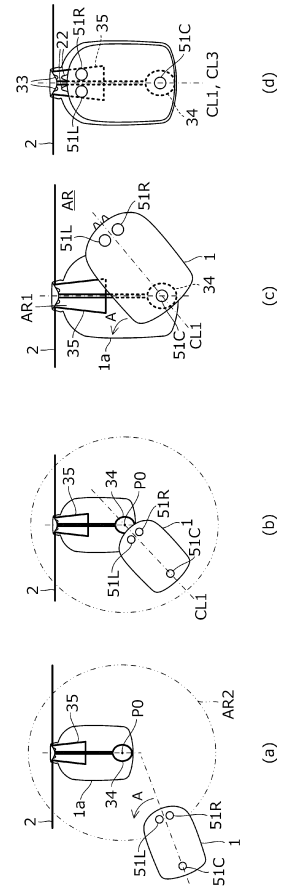
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 西村 仁
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 松井 勇樹
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 藤島 孝太郎

- (56)参考文献 特開2012-079023(JP,A)
特表2005-531832(JP,A)
国際公開第2014/129944(WO,A1)
特開2009-061530(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------------|
| G05D | 1/00 - 1/12 |
| B60L | 11/18 |