

(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2025-138413
(P2025-138413A)

(43)公開日

令和7年9月25日(2025.9.25)

(51)Int.Cl.	F I	テマコード (参考)
G 05 D 1/247 (2024.01)	G 05 D 1/247	3 D 0 5 0
B 6 2 B 3/00 (2006.01)	B 6 2 B 3/00	Z 5 H 3 0 1
G 05 D 1/43 (2024.01)	G 05 D 1/43	
G 05 D 1/686 (2024.01)	G 05 D 1/686	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 24 頁)

(21)出願番号	特願2024-37492(P2024-37492)	(71)出願人	000137292
(22)出願日	令和6年3月11日(2024.3.11)		株式会社マキタ
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号
		(74)代理人	1100000110
			弁理士法人 快友国際特許事務所
		(72)発明者	神ノ門 真吾
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
		(72)発明者	梅本 亮
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
		(72)発明者	松野 匡輔
			愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
			F ターム(参考) 3D050 AA01 BB03 EE08 EE15 GG06
			最終頁に続く

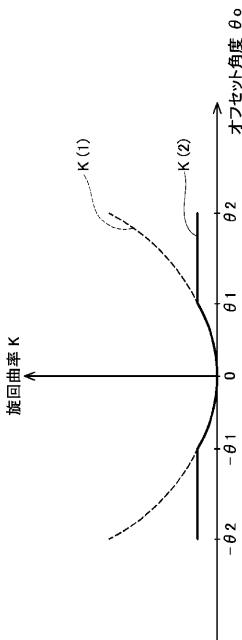
(54)【発明の名称】運搬車

(57)【要約】

【課題】運搬車の追従動作を円滑に進行させることができた技術を提供する。

【解決手段】運搬車は、自律的に追従対象に追従する追従動作を実行可能である。運搬車は、車体と、車体に支持されており、地面に接地する車輪と、車輪を駆動する原動機と、運搬車の前進方向に対する追従対象のオフセット角度を検出するオフセット角度検出部と、制御部と、を備える。制御部は、運搬車の追従動作を制御する追従動作制御処理を実行可能に構成されている。追従動作制御処理において、制御部は、オフセット角度が0度を含む第1角度範囲内にある場合、運搬車の追従動作中の旋回度を、オフセット角度に対応する通常旋回度に調整し、オフセット角度が第1角度範囲に隣接する第2角度範囲内にある場合、運搬車の追従動作中の旋回度を、オフセット角度に対応する通常旋回度よりも抑制した抑制旋回度に調整する。

【選択図】図 9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自律的に追従対象に追従する追従動作を実行可能な運搬車であって、
車体と、
前記車体に支持されており、地面に接地する車輪と、
前記車輪を駆動する原動機と、
前記運搬車の前進方向に対する前記追従対象のオフセット角度を検出するオフセット角度検出部と、
制御部と、を備えており、
前記制御部は、前記運搬車の前記追従動作を制御する追従動作制御処理を実行可能に構成されており、
前記追従動作制御処理において、前記制御部は、
前記オフセット角度が0度を含む第1角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の旋回度を、前記オフセット角度に対応する通常旋回度に調整し、
前記オフセット角度が前記第1角度範囲に隣接する第2角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の前記旋回度を、前記オフセット角度に対応する前記通常旋回度よりも抑制した抑制旋回度に調整する、運搬車。

10

【請求項 2】

前記旋回度は、前記運搬車の旋回曲率を含み、
前記追従動作制御処理において、前記制御部は、
前記オフセット角度が前記第1角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の前記旋回曲率を、前記オフセット角度に対応する通常旋回曲率に調整し、
前記オフセット角度が前記第2角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の前記旋回曲率を、前記オフセット角度に対応する前記通常旋回曲率よりも低減した抑制旋回曲率に調整する、請求項1の運搬車。

20

【請求項 3】

前記運搬車は、前記追従動作の実行が許容される追従モードと、前記追従動作の実行が禁止され、ユーザからの操作に基づいて移動する手動モードとの間で切り替え可能であり、

前記追従モードにおける前記運搬車の最小旋回半径は、前記手動モードにおける前記運搬車の最小旋回半径よりも大きい、請求項1または2の運搬車。

30

【請求項 4】

前記追従動作制御処理において、前記制御部は、前記オフセット角度が前記第1角度範囲および前記第2角度範囲を除く第3角度範囲内にある場合、前記原動機を停止させて、前記運搬車による前記追従動作を停止させる、請求項1から3の何れか一項の運搬車。

【請求項 5】

自律的に追従対象に追従する追従動作を実行可能な運搬車であって、
車体と、
前記車体に支持されており、地面に接地する車輪と、
前記車輪を駆動する原動機と、
前記運搬車の前進方向に対する前記追従対象のオフセット角度を検出するオフセット角度検出部と、
制御部と、を備えており、
前記制御部は、
前記オフセット角度が0度を含む動作角度範囲内にある場合、前記原動機を動作させて、前記運搬車に前記追従動作を実行させ、
前記オフセット角度が前記動作角度範囲に隣接する停止角度範囲内にある場合、前記原動機を停止させて、前記運搬車による前記追従動作を停止させる、運搬車。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本明細書で開示する技術は、運搬車に関する。

【背景技術】**【0002】**

特許文献1には、自律的に追従対象に追従する追従動作を実行可能な運搬車が開示される。前記運搬車は、車体と、前記車体に支持されており、地面に接地する車輪と、前記車輪を駆動する原動機と、前記運搬車の前進方向に対する前記追従対象のオフセット角度を検出するオフセット角度検出部と、制御部と、を備える。

【先行技術文献】**【特許文献】**

10

【0003】

【特許文献1】国際公開第2023/065170号

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

20

運搬車による追従動作の実行中、運搬車を追従対象に素早く追従させるために、運搬車に旋回動作を行なわせる場合がある。ここでいう旋回動作とは、運搬車の前進方向を左回りまたは右回りに回転させながら、運搬車を前進させる動作である。ただし、運搬車に旋回動作を行なわせると、運搬車の通過する範囲が拡大する（例えば、内輪差が生じる）ので、運搬車が障害物に接触しやすくなる。仮に運搬車が障害物に接触すると、運搬車の追従動作が円滑に進行しない可能性がある。本明細書では、運搬車の追従動作を円滑に進行させることができが可能な技術を提供する。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

30

本明細書が開示する運搬車は、自律的に追従対象に追従する追従動作を実行可能である。前記運搬車は、車体と、前記車体に支持されており、地面に接地する車輪と、前記車輪を駆動する原動機と、前記運搬車の前進方向に対する前記追従対象のオフセット角度を検出するオフセット角度検出部と、制御部と、を備える。前記制御部は、前記運搬車の前記追従動作を制御する追従動作制御処理を実行可能に構成されている。前記追従動作制御処理において、前記制御部は、前記オフセット角度が0度を含む第1角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の旋回度を、前記オフセット角度に対応する通常旋回度に調整し、前記オフセット角度が前記第1角度範囲に隣接する第2角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の前記旋回度を、前記オフセット角度に対応する前記通常旋回度よりも抑制した抑制旋回度に調整する。

【0006】

40

オフセット角度の絶対値が大きいほど、運搬車の前進方向を追従対象に向けるために必要な旋回角度が大きくなるので、運搬車の旋回度を大きくすることが考えられる。しかしながら、運搬車の旋回度が過度に大きくなると、運搬車の通過する範囲が過度に拡大するおそれがある。その結果、運搬車が障害物に接触して、運搬車の追従動作が円滑に進行しなくなるおそれがある。上記の構成によれば、オフセット角度が第2角度範囲内にある場合（即ち、オフセット角度の絶対値が比較的大きい場合）、運搬車の旋回度が通常よりも抑制される。このため、運搬車の旋回度が過度に大きくなることを抑制でき、それによって運搬車の通過する範囲が過度に拡大することを抑制できる。これにより、運搬車が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車の追従動作を円滑に進行させることができる。

【0007】

本明細書が開示する別の運搬車は、自律的に追従対象に追従する追従動作を実行可能である。前記運搬車は、車体と、前記車体に支持されており、地面に接地する車輪と、前記車輪を駆動する原動機と、前記運搬車の前進方向に対する前記追従対象のオフセット角度を検出するオフセット角度検出部と、制御部と、を備える。前記制御部は、前記オフセッ

50

ト角度が0度を含む動作角度範囲内にある場合、前記原動機を動作させて、前記運搬車に前記追従動作を実行させ、前記オフセット角度が前記動作角度範囲に隣接する停止角度範囲内にある場合、前記原動機を停止させて、前記運搬車による前記追従動作を停止させる。

【0008】

オフセット角度の絶対値が大きいほど、運搬車の前進方向を追従対象に向けるために必要な旋回角度が大きくなるので、運搬車を大きく旋回させることになる。しかしながら、運搬車を大きく旋回させると、運搬車が障害物に接触して、運搬車の追従動作が円滑に進行しなくなるおそれがある。上記の構成によれば、オフセット角度が動作角度範囲内にある場合（即ち、オフセット角度の絶対値が比較的小さい場合）、運搬車による追従動作が実行される。オフセット角度が停止角度範囲内にある場合（即ち、オフセット角度の絶対値が比較的大きい場合）、運搬車による追従動作が停止される。これにより、運搬車が大きく旋回することを抑制できる。その結果、運搬車が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車の追従動作を円滑に進行させることができる。10

【0009】

なお、本明細書でいう「旋回度」は、運搬車が行う旋回動作の緩急を示す指標である。「旋回度」は、例えば、「運搬車の旋回半径の曲率（旋回曲率）」や「運搬車の前進方向に対する操舵輪の切れ角」に置き換えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

20

【図1】実施例1に係る運搬車2の全体斜視図である。

【図2】実施例1に係る運搬車2の構成を示すブロック図である。

【図3】実施例1に係るビーコン82の全体斜視図である。

【図4】実施例1に係るビーコン82の電気的な構成を示す回路図である。

【図5】実施例1に係るビーコン82の主電源がONの場合に、ビーコン82のマイコン102が実行する処理のフローチャートである。

【図6】実施例1に係る運搬車2の主電源がONの場合に、運搬車2の制御部52が実行する処理のフローチャートである。

【図7】実施例1に係る運搬車2の制御部52が実行する追従動作制御処理のフローチャートである。30

【図8】実施例1に係る運搬車2から見た第1角度範囲A1、第2角度範囲A2、および第3角度範囲A3を模式的に示す図である。

【図9】実施例1に係る運搬車2における、オフセット角度θと、運搬車2の追従動作中の旋回曲率Kとの関係の例を示すグラフである。

【図10】実施例2に係る運搬車2の制御部52が実行する追従動作制御処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

40

本発明の代表的かつ非限定的な具体例について、図面を参照して以下に詳細に説明する。この詳細な説明は、本発明の好ましい例を実施するための詳細を当業者に示すことを単純に意図しており、本発明の範囲を限定することを意図したものではない。また、開示された追加的な特徴ならびに発明は、さらに改善された運搬車を提供するために、他の特徴や発明とは別に、又は共に用いることができる。

【0012】

また、以下の詳細な説明で開示される特徴や工程の組み合わせは、最も広い意味において本発明を実施する際に必須のものではなく、特に本発明の代表的な具体例を説明するためにのみ記載されるものである。さらに、以下の代表的な具体例の様々な特徴、ならびに、特許請求の範囲に記載されるものの様々な特徴は、本発明の追加的かつ有用な実施形態を提供するにあたって、ここに記載される具体例のとおりに、あるいは列挙された順番のとおりに組合せなければならないものではない。50

【 0 0 1 3 】

本明細書及び／又は特許請求の範囲に記載された全ての特徴は、実施例及び／又は特許請求の範囲に記載された特徴の構成とは別に、出願当初の開示ならびに特許請求の範囲に記載された特定事項に対する限定として、個別に、かつ互いに独立して開示されることを意図するものである。さらに、全ての数値範囲及びグループ又は集団に関する記載は、出願当初の開示ならびに特許請求の範囲に記載された特定事項に対する限定として、それの中間の構成を開示する意図を持ってなされている。

【 0 0 1 4 】

1つまたはそれ以上の実施形態では、前記旋回度は、前記運搬車の旋回曲率を含んでもよい。前記追従動作制御処理において、前記制御部は、前記オフセット角度が前記第1角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の前記旋回曲率を、前記オフセット角度に対応する通常旋回曲率に調整し、前記オフセット角度が前記第2角度範囲内にある場合、前記運搬車の前記追従動作中の前記旋回曲率を、前記オフセット角度に対応する前記通常旋回曲率よりも低減した抑制旋回曲率に調整してもよい。10

【 0 0 1 5 】

上記の構成によれば、オフセット角度が第2角度範囲内にある場合（即ち、オフセット角度の絶対値が比較的大きい場合）、運搬車の旋回曲率が通常よりも低減される。このため、運搬車の旋回曲率が過度に大きくなることを抑制でき、それによって運搬車の通過する範囲が過度に拡大することを抑制できる。これにより、運搬車が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車の追従動作を円滑に進行させることができる。20

【 0 0 1 6 】

1つまたはそれ以上の実施形態では、前記運搬車は、前記追従動作の実行が許容される追従モードと、前記追従動作の実行が禁止され、ユーザからの操作に基づいて移動する手動モードと、の間で切り替え可能であってもよい。前記追従モードにおける前記運搬車の最小旋回半径は、前記手動モードにおける前記運搬車の最小旋回半径よりも大きくてよい。

【 0 0 1 7 】

運搬車の旋回半径が小さくなると、運搬車の通過する範囲が拡大する。このため、ユーザの操作が介入しない追従モードでは、運搬車の旋回半径が小さくなると、運搬車が障害物に接触する可能性がある。一方で、ユーザの操作が介入する手動モードでは、運搬車の旋回半径がある程度小さくなってしまっても、運搬車が障害物に接触する可能性は低いと考えられる。むしろ手動モードにおいて運搬車の旋回半径を小さくすることができないと、運搬車の操作性が低下するおそれがある。上記の構成によれば、追従モードにおける運搬車の最小旋回半径が、手動モードにおける運搬車の最小旋回半径よりも大きくなる。その結果、追従モードでは運搬車の旋回半径を小さくすることが抑制され、手動モードでは旋回半径を小さくすることが許容される。これにより、手動モードにおける運搬車の操作性を損なうことなく、追従モードにおいて運搬車が障害物に接触することを抑制することができる。30

【 0 0 1 8 】

1つまたはそれ以上の実施形態では、前記追従動作制御処理において、前記制御部は、前記オフセット角度が前記第1角度範囲および前記第2角度範囲を除く第3角度範囲内にある場合、前記原動機を停止させて、前記運搬車による前記追従動作を停止させてもよい。40

【 0 0 1 9 】

オフセット角度の絶対値が大きいほど、運搬車の前進方向を追従対象に向けるために必要な旋回角度が大きくなるので、運搬車を大きく旋回させることになる。しかしながら、運搬車を大きく旋回させると、運搬車が障害物に接触して、運搬車の追従動作が円滑に進行しなくなるおそれがある。上記の構成によれば、オフセット角度が第3角度範囲内にある場合（即ち、オフセット角度の絶対値が比較的大きい場合）、運搬車による追従動作が停止される。これにより、運搬車が大きく旋回することを抑制できる。その結果、運搬車50

が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車の追従動作を円滑に進行させることができる。

【0020】

(実施例1：運搬システム1)

図1-図4に示すように、運搬システム1は、運搬車2とビーコン82を備える。

【0021】

(運搬車2の構成)

図1に示す運搬車2は、車体4と、荷台6と、ハンドル8と、右前輪10と、左前輪12と、右後輪14と、左後輪16を備える。荷台6と、ハンドル8と、右前輪10と、左前輪12と、右後輪14と、左後輪16は、いずれも車体4に支持されている。運搬車2は、荷台6に積載された荷物を運搬する。運搬車2は、車体4に搭載された通信モジュール18(図2参照)を備える。運搬車2は、手動モード、追従モードまたはパーキングモードの何れかで動作することができる。手動モードでは、運搬車2は、車体4の後方に立ったユーザがハンドル8を両手で把持した状態で、ユーザによる操作に応じて前方または後方へ移動する。追従モードでは、運搬車2は、車体4の前方に立ったユーザが携帯するビーコン82(図3参照)を追尾して移動する追従動作を行う。この場合、運搬車2は、通信モジュール18を介して、ビーコン82との通信を実行する。パーキングモードでは、運搬車2は、ハンドル8からの指令もビーコン82からの指令も受け付けることなく、その場で停止し続ける。

10

【0022】

運搬車2は、車体4に設けられた電池取付部20を備える。電池取付部20には、電池パック22(図2参照)を着脱可能である。電池パック22は、例えばリチウムイオン電池セル等の二次電池セル(図示せず)を備えており、充電器(図示せず)を用いて再充電が可能である。運搬車2は、電池取付部20に取り付けられた電池パック22から供給される電力によって動作する。

20

【0023】

図2に示すように、運搬車2は、右前輪10を駆動する右前輪モータ24と、左前輪12を駆動する左前輪モータ26と、右後輪14を駆動する右後輪モータ28と、左後輪16を駆動する左後輪モータ30を備える。右前輪モータ24と、左前輪モータ26と、右後輪モータ28と、左後輪モータ30は、例えばブラシレスモータである。右前輪モータ24と、左前輪モータ26と、右後輪モータ28と、左後輪モータ30は、車体4に支持されている。

30

【0024】

図1に示すように、ハンドル8は、車体4に対して上下方向に延びる回転軸周りに回転可能である。ユーザは、ハンドル8を両手で把持した状態で、ハンドル8を回転操作することができる。図2に示すように、運搬車2は、ハンドル8の回転角度をハンドル角度として検出するハンドル角度センサ32と、右前輪10と左前輪12を操舵輪として操舵する操舵機構34と、操舵機構34を駆動する操舵モータ36を備える。操舵モータ36は、例えばブラシレスモータである。ハンドル角度センサ32と、操舵機構34と、操舵モータ36は、車体4に支持されている。

40

【0025】

図1に示すように、ハンドル8には、スイッチボックス38a、38bが設けられている。図2に示すように、スイッチボックス38a、38bには、主電源スイッチ40と、モード切替スイッチ42と、トリガスイッチ44と、進行方向切替スイッチ46と、速度切替スイッチ48が設けられている。主電源スイッチ40は、運搬車2の主電源のON/OFFを切り替えることができる。モード切替スイッチ42は、運搬車2の動作モードを、手動モード、追従モードおよびパーキングモードの間で切り替えることができる。トリガスイッチ44は、手動モードにおいて、運搬車2の進行のON/OFFを切り替えることや、運搬車2の進行速度の調整を行うことができる。進行方向切替スイッチ46は、手動モードにおいて、運搬車2の進行方向を前進方向と後退方向の間で切り替えることがで

50

きる。速度切替スイッチ48は、手動モードにおいて、運搬車2の進行速度を低速状態と高速状態の間で切り替えることができる。ユーザは、ハンドル8を両手で把持した状態で、主電源スイッチ40と、モード切替スイッチ42と、トリガスイッチ44と、進行方向切替スイッチ46と、速度切替スイッチ48を操作することができる。

【0026】

運搬車2は、制御電源回路50と、制御部52を備える。制御電源回路50は、主電源スイッチ40にON操作が行われた場合に、電池パック22から運搬車2の各部（例えば、制御部52、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30、操舵モータ36等）への電力の供給を許容し、主電源スイッチ40にOFF操作が行われた場合に、電池パック22から運搬車2の各部への電力の供給を禁止する。制御電源回路50は、電池パック22から供給される電力を運搬車2の各部に適した電圧に調整して、運搬車2の各部に出力する。また、制御部52は、CPU、ROM、RAM等から構成される。制御部52は、CPUがROMやRAMに記憶された情報に基づいて処理を実行することで、運搬車2の動作を制御する。制御部52は、モータドライバ54、56、58、60、62を介して、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30、操舵モータ36の動作を制御する。なお、モータドライバ54、56、58、60には、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30に対応して、ブレーキ回路64、66、68、70が接続されている。制御部52は、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30の回転中に、ブレーキ回路64、66、68、70に大電流を流すことで、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30に大きな制動力を作用させることができる。制御電源回路50、制御部52、モータドライバ54、56、58、60、62、ブレーキ回路64、66、68、70は、車体4に支持されている。

10

20

30

40

【0027】

（ピーコン82の構成）

図3に示すピーコン82は、運搬車2と通信可能に構成された通信端末である。ピーコン82は、ハウジング84と、主電源スイッチ86と、初期化スイッチ88と、ペアリングスイッチ90と、追従開始スイッチ92と、追従停止スイッチ94と、を備える。ハウジング84は、略直方体形状を有している。ハウジング84の後面には、クリップ部96が設けられている。ピーコン82は、クリップ部96を介して、ユーザの身体（例えば、腰ベルト）に装着することができる。また、ハウジング84の上部には、リング部98が設けられている。ピーコン82は、リング部98を介して、ユーザの身体に装着された保持具（例えば、カラビナ）に保持させることができる。主電源スイッチ86は、ハウジング84の前面の、中央部分から上方左方にオフセットした位置に設けられている。初期化スイッチ88は、ハウジング84の前面の、中央部分から下方右方にオフセットした位置に設けられている。ペアリングスイッチ90は、ハウジング84の右面に設けられている。追従開始スイッチ92と追従停止スイッチ94は、ハウジング84の前面の中央部分に設けられている。追従開始スイッチ92は、追従停止スイッチ94の上方に配置されている。追従開始スイッチ92の表面は、突起100を備えており、それによって凹凸のある形状を有している。例えば、突起100は、左右方向に延びる複数の凸条からなる。一方、追従停止スイッチ94の表面は、平坦な形状を有している。このため、ユーザは、追従開始スイッチ92と追従停止スイッチ94を、突起100の有無を確認することにより識別できる。なお、図3に示す前後方向、左右方向および上下方向は、運搬車2を基準とした前後方向、左右方向および上下方向（図1参照）とは異なることに留意されたい。

50

【0028】

図4に示すように、ピーコン82は、マイコン102と、電源IC104と、充電IC106と、電池保護IC108と、電池インターフェース110と、USBポート112と、を備える。詳細は後述するが、ピーコン82は、電池128またはUSBポート112から供給される電力によって動作する。

【0029】

50

マイコン102、電池インターフェース110、およびUSBポート112の間には、第1導電経路114、第2導電経路116、および第3導電経路118が設けられている。第1導電経路114の一端は、電池インターフェース110に接続されている。第2導電経路116の一端は、マイコン102に接続されている。第3導電経路118の一端は、USBポート112に接続されている。第1導電経路114の他端と、第2導電経路116の他端と、および第3導電経路118の他端は、接続点120において互いに接続されている。

【0030】

第1導電経路114には、電池インターフェース110から接続点120に向かって、ヒューズ122と、電池保護スイッチ回路124と、充電IC106の第1充電スイッチ回路126と、が順に設けられている。10

【0031】

電池インターフェース110には、電池128が取り付けられる。電池128は、例えば、コイン型の再充電可能な二次電池（例えば、リチウムイオン電池）である。

【0032】

本実施例の電池保護スイッチ回路124は、Nチャネル型のMOSFET（Metal-Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）であり、ドレインからソースに向かう方向が電池インターフェース110から接続点120に向かう方向となっている。このため、電池保護スイッチ回路124は、ONである場合に電池インターフェース110から接続点120に向かって電流が流れることを許容し、OFFである場合に電池インターフェース110から接続点120に向かって電流が流れることを禁止する。また、電池保護スイッチ回路124には、寄生ダイオードが形成される。この寄生ダイオードは、MOSFETのソースからドレインに向かって電流が流れることを許容する。このため、電池保護スイッチ回路124では、電池保護スイッチ回路124のON/OFFに関わらず、接続点120から電池インターフェース110に向かって電流が流れることが許容されている。20

【0033】

本実施例の第1充電スイッチ回路126は、Pチャネル型のMOSFETであり、ソースからドレインに向かう方向が接続点120から電池インターフェース110に向かう方向となっている。このため、第1充電スイッチ回路126は、ONである場合に接続点120から電池インターフェース110に向かって電流が流れることを許容し、OFFである場合に接続点120から電池インターフェース110に向かって電流が流れることを禁止する。また、第1充電スイッチ回路126には、寄生ダイオードが形成される。この寄生ダイオードは、MOSFETのドレインからソースに向かって電流が流れることを許容する。このため、第1充電スイッチ回路126では、第1充電スイッチ回路126のON/OFFに関わらず、電池インターフェース110から接続点120に向かって電流が流れることが許容されている。30

【0034】

電池保護IC108は、電池128に異常が発生しているか否かを検出し、その検出結果に基づいて電池保護スイッチ回路124および/または第1充電スイッチ回路126のON/OFFを切り替えるように構成されている。例えば、電池保護IC108は、電池128の温度が過度に高い温度（例えば、60度以上の温度）となっている場合、電池保護スイッチ回路124および第1充電スイッチ回路126をOFFに切り替える。これにより、電池128への充電および電池128からの放電が禁止される。あるいは、電池保護IC108は、電池128が過放電状態となっている場合、電池保護スイッチ回路124をOFFに切り替える。これにより、電池128からの放電が禁止される。あるいは、電池保護IC108は、電池128が過充電状態となっている場合、第1充電スイッチ回路126をOFFに切り替える。これにより、電池128への充電が禁止される。また詳細は後述するが、電池保護IC108は、マイコン102から出力される信号に基づいて第1充電スイッチ回路126のON/OFFを切り替えることもできる。40

【0035】

50

第2導電経路116には、マイコン102から接続点120に向かって、電源IC104のレギュレータ130と、電源IC104の電源スイッチ回路132と、が順に設けられている。

【0036】

マイコン102は、CPU、ROM、RAM等から構成される。マイコン102は、CPUがROMやRAMに記憶された情報に基づいて処理を実行することで、ビーコン82の動作を制御する。また、マイコン102は、運搬車2と通信を行なうための通信モジュール134を含む。通信モジュール134は、ペアリングスイッチ90が操作される場合に、運搬車2の通信モジュール18(図2参照)とのペアリングを実行するように構成されている。通信モジュール18、134は、事前にペアリングしておくことで、電源がONとなる場合に自動的にペアリング相手との通信の確立を試みることができる。なお、通信モジュール18、134は、それぞれ、UWB(Ultra Wide Band)規格に準拠している。このため、運搬車2とビーコン82の間では、UWB規格に準拠した通信(UWB通信)を行うことができる。

10

【0037】

レギュレータ130は、電池128またはUSBポート112から電力が供給される場合に、供給される電力を所定の制御電圧(例えば、3V)に調整して、マイコン102に出力する。制御電圧に調整された電力がマイコン102に出力されることにより、マイコン102が動作可能となる。

20

【0038】

本実施例の電源スイッチ回路132は、Pチャネル型のMOSFETであり、ソースからドレインに向かう方向が接続点120からマイコン102に向かう方向となっている。このため、電源スイッチ回路132は、ONである場合に接続点120からマイコン102に向かって電流が流れることを許容し、OFFである場合に接続点120からマイコン102に向かって電流が流れることを禁止する。また、電源スイッチ回路132には、寄生ダイオードが形成される。この寄生ダイオードは、MOSFETのドレインからソースに向かって電流が流れることを許容する。このため、電源スイッチ回路132では、電源スイッチ回路132のON/OFFに関わらず、マイコン102から接続点120に向かって電流が流れることが許容されている。

30

【0039】

第3導電経路118には、USBポート112から接続点120に向かって、ヒューズ136と、充電IC106の第2充電スイッチ回路138と、が順に設けられている。

【0040】

本実施例の第2充電スイッチ回路138は、Nチャネル型のMOSFETであり、ドレインからソースに向かう方向がUSBポート112から接続点120に向かう方向となっている。このため、第2充電スイッチ回路138は、ONである場合にUSBポート112から接続点120に向かって電流が流れることを許容し、OFFである場合にUSBポート112から接続点120に向かって電流が流れることを禁止する。また、第2充電スイッチ回路138には、寄生ダイオードが形成される。この寄生ダイオードは、MOSFETのソースからドレインに向かって電流が流れることを許容する。このため、第2充電スイッチ回路138では、第2充電スイッチ回路138のON/OFFに関わらず、接続点120からUSBポート112に向かって電流が流れることが許容されている。

40

【0041】

図示しないが、USBポート112は、ハウジング84(図3参照)の外面に設けられている。USBポート112には、USBケーブル(図示せず)を接続することができる。ここで、外部電源(例えば、商用電源)に接続されたUSBケーブルをUSBポート112に接続すると、外部電源からUSBケーブルおよびUSBポート112を介してビーコン82に電力が供給される。この場合、ビーコン82は、USBポート112から供給される電力によって動作することができる。本実施例では、USBポート112から供給される電力によって動作するビーコン82の状態を「外部電源動作状態」と呼ぶ。ビーコ

50

ン82が外部電源動作状態である場合、外部電源から供給される電力によって、第2充電スイッチ回路138および電源スイッチ回路132のそれぞれのゲートに電圧が印加されて、第2充電スイッチ回路138および電源スイッチ回路132のそれぞれがONに切り替える。この場合、USBポート112から第3導電経路118および第2導電経路116を介してマイコン102に電力を供給することが許容されるので、外部電源からの電力がマイコン102に供給される。これにより、マイコン102が起動して、ビーコン82の各部（例えば、電池保護IC108）が動作可能となる。

【0042】

ビーコン82が外部電源動作状態である場合、マイコン102は、電池128の残量（即ち、電池128の電圧）に応じて、第1充電スイッチ回路126のON/OFFを切り替える。例えば、マイコン102は、電池128の残量が少ない場合には、第1充電スイッチ回路126をONに切り替える。これにより、第1充電スイッチ回路126および第2充電スイッチ回路138のそれぞれがONとなるので、USBポート112から第3導電経路118および第1導電経路114を介して電池128に電力を供給することが許容される。その結果、外部電源からの電力が電池128に供給されて、電池128の充電が行われる。そして、マイコン102は、電池128の残量が所定量まで回復すると、第1充電スイッチ回路126をOFFに切り替える。これにより、USBポート112から第3導電経路118および第1導電経路114を介して電池128に電力を供給することが禁止されるので、電池128の充電が終了する。また、ビーコン82が外部電源動作状態である場合、マイコン102は、主電源スイッチ86が操作されることに応じて、通信モジュール134の電源のON/OFFを切り替える。この場合、電源スイッチ回路132はONのままで、マイコン102には外部電源からの電力が供給され続ける。即ち、ここでいうビーコン82の「主電源」は、通信モジュール134に投入される電源のことである。また、ビーコン82が外部電源動作状態である場合、マイコン102は、電池保護IC108に対して放電許容信号を出力する。電池保護IC108は、マイコン102から放電許容信号が出力される場合、電池保護スイッチ回路124をONに切り替える。これにより、電池128からの放電が許容される。電池保護スイッチ回路124がONとなつた状態で、USBポート112からUSBケーブルが取り外され、外部電源からビーコン82への電力供給が途絶すると、ビーコン82は、電池128から供給される電力によって動作する。本実施例では、この時のビーコン82の状態を「内部電源動作状態」と呼ぶ。

【0043】

ビーコン82が内部電源動作状態である場合、主電源スイッチ86が操作されることに応じて、電源スイッチ回路132のON/OFFが切り替えられる。これにより、電池128からマイコン102への給電の許容／禁止が切り替えられ、それに伴ってマイコン102の動作／停止が切り替えられる。また、ビーコン82が内部電源動作状態である場合、マイコン102は、初期化スイッチ88が操作されることに応じて、電池保護IC108に対して放電禁止信号を出力する。電池保護IC108は、マイコン102から放電禁止信号が出力される場合、電池保護スイッチ回路124をOFFに切り替える。電池保護スイッチ回路124がOFFとなることにより、電池128からの放電が禁止され、それに伴ってビーコン82の各部（マイコン102など）の動作が停止される。本実施例では、この時のビーコン82の状態を「電源遮断状態」と呼ぶ。ビーコン82が電源遮断状態となつた後、電池保護スイッチ回路124をONに切り替えて電池128からの放電を許容するためには、USBポート112にUSBケーブルを接続し、外部電源から供給される電力によってマイコン102を起動する必要がある。

【0044】

（初期化スイッチ88の使用例）

ビーコン82が製造されてから、ビーコン82がユーザの手に渡るまでに、在庫として長期間（例えば、1年以上）倉庫で保管されることがある。また、ビーコン82がユーザの手に渡った後も、ユーザがビーコン82を長期間使用しないことがある。これらの期間

10

20

30

40

50

中、ビーコン 8 2 は、電池 1 2 8 の充電が行われることなく放置されるおそれがある。この場合、電池 1 2 8 が自然放電することにより、電池 1 2 8 が過放電状態となるおそれがある。この点に関し、本実施例のビーコン 8 2 は、初期化スイッチ 8 8 を操作して電池保護スイッチ回路 1 2 4 を OFF としておくことで、電池 1 2 8 からの自然放電を抑制することができる。これにより、電池 1 2 8 の充電が行われることなくビーコン 8 2 が長期間放置されたとしても、電池 1 2 8 が過放電状態となることを抑制できる。

【0045】

(ビーコン 8 2 の主電源 ON 時の処理：図 5)

ビーコン 8 2 の主電源（即ち、通信モジュール 1 3 4 の電源）が ON の場合、マイコン 1 0 2 は、図 5 に示す処理を実行する。

10

【0046】

S 2 では、マイコン 1 0 2 は、ビーコン追従フラグを OFF に切り替える。ここでいうビーコン追従フラグは、マイコン 1 0 2 に記憶される情報であり、ON / OFF のいずれかの値を取る。S 2 の後、処理は S 4 へ進む。

【0047】

S 4 では、マイコン 1 0 2 は、ビーコン追従フラグを運搬車 2 に対して送信する。S 4 の後、処理は S 6 へ進む。

【0048】

S 6 では、マイコン 1 0 2 は、S 6 が開始されてから第 1 所定時間（例えば、50 ミリ秒）内に、運搬車 2 からの応答情報を受信したか否かを判断する。運搬車 2 は、ビーコン 8 2 から送信されたビーコン追従フラグを受信すると、それに対する応答として、応答情報をビーコン 8 2 に対して送信するように構成されている（後述する図 6 の S 4 0 を参照）。応答情報には、運搬車 2 の動作モードを示すモード情報と、運搬車追従フラグと、が含まれている。ここでいう運搬車追従フラグは、運搬車 2 の制御部 5 2（図 2 参照）に記憶される情報であり、ON / OFF のいずれかの値を取る。運搬車追従フラグは、運搬車 2 で追従動作が実行されているか否かを示す情報ともいえる。S 6 が開始されてから第 1 所定時間が経過してもなお応答情報が受信されない場合（NO の場合）、処理は S 8 へ進む。

20

【0049】

S 8 では、マイコン 1 0 2 は、運搬車 2 とビーコン 8 2 との間で電波が遮断され、それによって運搬車 2 とビーコン 8 2 との間での通信が適切に行われなかつたと判定する。S 8 の後、処理は S 4 に戻る。

30

【0050】

S 6 が開始されてから第 1 所定時間内に応答情報が受信される場合（S 6 で YES の場合）、処理は S 1 0 へ進む。S 1 0 では、マイコン 1 0 2 は、S 6 で受信した応答情報に含まれる運搬車追従フラグを用いて、ビーコン追従フラグを更新する。具体的には、マイコン 1 0 2 は、S 6 で受信した運搬車追従フラグが ON を示す場合にはビーコン追従フラグを ON に切り替え、S 6 で受信した運搬車追従フラグが OFF を示す場合にはビーコン追従フラグを OFF に切り替える。S 1 0 の後、処理は S 1 2 へ進む。

40

【0051】

S 1 2 では、マイコン 1 0 2 は、S 6 で受信した応答情報に含まれるモード情報に基づいて、運搬車 2 において追従モードが選択されているか否かを判断する。運搬車 2 において追従モードが選択されていない場合（NO の場合）、処理は S 2 に戻る。運搬車 2 において追従モードが選択されている場合（YES の場合）、処理は S 1 4 へ進む。

【0052】

S 1 4 では、マイコン 1 0 2 は、追従開始スイッチ 9 2（図 3 参照）が操作されたか否かを判断する。追従開始スイッチ 9 2 が操作された場合（YES の場合）、処理は S 1 6 へ進む。

【0053】

S 1 6 では、マイコン 1 0 2 は、ビーコン追従フラグを ON に切り替える。

50

【0054】

S14で追従開始スイッチ92が操作されていない場合(NOの場合)、または、S16の後、処理はS18へ進む。S18では、マイコン102は、追従停止スイッチ94(図3参照)が操作されたか否かを判断する。追従停止スイッチ94が操作された場合(YESの場合)、処理はS20へ進む。

【0055】

S20では、マイコン102は、ビーコン追従フラグをOFFに切り替える。

【0056】

S22では、マイコン102は、ビーコン追従フラグを運搬車2に対して送信する。S22の後、処理はS24へ進む。

10

【0057】

S24では、マイコン102は、S24が開始されてから第1所定時間内に、運搬車2からの応答情報を受信したか否かを判断する。応答情報は、前述と同様、運搬車2の動作モードを示すモード情報と、運搬車追従フラグと、を含む。S24が開始されてから第1所定時間が経過してもなお応答情報が受信されない場合(NO の場合)、処理は S8 へ進む。S24が開始されてから第1所定時間内に応答情報が受信される場合(YES の場合)、処理は S12 に戻る。

【0058】

(運搬車2の主電源ON時の処理：図6)

20

運搬車2の主電源がONの場合、運搬車2の制御部52(図2参照)は、図6に示す処理を実行する。

【0059】

S32では、制御部52は、運搬車追従フラグをOFFに切り替える。前述の通り、運搬車追従フラグは、制御部52に記憶される情報であり、ON / OFFのいずれかの値を取る。S32の後、処理はS34へ進む。

【0060】

S34では、制御部52は、追従動作制御処理(図7参照)が実行中であるならば、追従動作制御処理を終了する。詳細は後述するが、追従動作制御処理は、運搬車2に追従動作を実行させるための処理である。追従動作制御処理が終了し、実行されなくなると、運搬車2は追従動作を実行不可能となる。即ち、S34では、運搬車2による追従動作が停止される。S34の後、処理はS36へ進む。

30

【0061】

S36では、制御部52は、S36が開始されてから第2所定時間(例えば、5秒)内に、ビーコン82から送信されるビーコン追従フラグ(図5に示す処理のS4、S22を参照)を受信したか否かを判断する。S36が開始されてから第2所定時間が経過してもなおビーコン追従フラグが受信されない場合(NO の場合)、処理は S38 へ進む。

【0062】

S38では、制御部52は、運搬車2とビーコン82との間での通信が途絶したと判定する。S38の後、処理はS32に戻る。

【0063】

40

S36が開始されてから第2所定時間内にビーコン追従フラグが受信される場合(S36 で YES の場合)、処理は S40 へ進む。S40では、ビーコン82に対して応答情報を送信する。前述の通り、応答情報は、運搬車2の動作モードを示すモード情報と、運搬車追従フラグと、を含む。S40の後、処理は S42 へ進む。

【0064】

S42では、運搬車2において追従モードが選択されているか否かを判断する。運搬車2において追従モードが選択されていない場合(NO の場合)、処理は S32 に戻る。運搬車2において追従モードが選択されている場合(YES の場合)、処理は S44 へ進む。

【0065】

50

S 4 4 では、制御部 5 2 は、S 3 6 で受信したビーコン追従フラグがONであるか否かを判断する。S 3 6 で受信したビーコン追従フラグがONである場合(YESの場合)、処理はS 4 6 へ進む。

【0066】

S 4 6 では、制御部 5 2 は、運搬車追従フラグをONに切り替える。S 4 6 の後、処理はS 4 8 へ進む。

【0067】

S 4 8 では、制御部 5 2 は、追従動作制御処理(図7参照)が実行中でないならば、追従動作制御処理を開始する。詳細は後述するが、追従動作制御処理が実行されることにより、運搬車 2 が追従動作を実行可能となる。S 4 8 の後、処理はS 3 6 に戻る。

10

【0068】

S 3 6 で受信したビーコン追従フラグがOFFである場合(S 4 4 でNOの場合)、処理はS 5 0 へ進む。S 5 0 では、制御部 5 2 は、制御部 5 2 は、運搬車追従フラグをOFFに切り替える。S 5 0 の後、処理はS 5 2 へ進む。

11

【0069】

S 5 2 では、制御部 5 2 は、追従動作制御処理(図7参照)が実行中であるならば、追従動作制御処理を終了する。詳細は後述するが、追従動作制御処理が終了し、実行されなくなると、運搬車 2 は追従動作を実行不可能となる。即ち、S 5 2 では、運搬車 2 による追従動作が停止される。S 5 2 の後、処理はS 3 6 に戻る。

12

【0070】

(ビーコン 8 2 から運搬車 2 への追従開始指示 / 追従停止指示について)

図6の処理によれば、ONを示すビーコン追従フラグがビーコン 8 2 から運搬車 2 に送信される場合、運搬車 2 による追従動作が開始される。一方、OFFを示すビーコン追従フラグがビーコン 8 2 から運搬車 2 に送信される場合、運搬車 2 による追従動作が停止される。このため本実施例では、ONを示すビーコン追従フラグを、ビーコン 8 2 から運搬車 2 への追従開始指示とも呼ぶ。また、OFFを示すビーコン追従フラグを、ビーコン 8 2 から運搬車 2 への追従停止指示とも呼ぶ。

13

【0071】

図5に示す処理によれば、ビーコン 8 2 の電源がONとなった直後に、ビーコン 8 2 への操作とは無関係に、OFFを示すビーコン追従フラグ(追従停止指示)が運搬車 2 に対して送信される(図5のS 2、S 4 参照)。従って、ビーコン 8 2 の電源がONとなった後、追従開始スイッチ 9 2(図3参照)への操作がなされてはじめて、ONを示すビーコン追従フラグ(追従開始指示)が運搬車 2 に対して送信される。これにより、ユーザの意図しないタイミングで運搬車 2 による追従動作が開始されることを抑制できる。

14

【0072】

また図5に示す処理によれば、運搬車 2 とビーコン 8 2 の間の通信が確立され、かつ、運搬車 2 が追従モードとなっている間(S 1 2 からS 2 4までの処理が繰り返し実行される間)に、追従開始スイッチ 9 2(図3参照)への操作および追従停止スイッチ 9 4(図3参照)への操作が受け付けられる。このため、本実施例では、運搬車 2 とビーコン 8 2 の間の通信が確立され、かつ、運搬車 2 が追従モードとなっている期間を、「開始操作受付期間」とも呼び、「停止操作受付期間」とも呼ぶ。開始操作受付期間(停止操作受付期間)においては、一度追従開始スイッチ 9 2(追従停止スイッチ 9 4)への操作がなされると、次回に追従停止スイッチ 9 4(追従開始スイッチ 9 2)への操作がなされるまで、ビーコン 8 2 は運搬車 2 に対して追従開始指示(追従停止指示)を継続的に送信する。これにより、ユーザが追従開始スイッチ 9 2(追従停止スイッチ 9 4)を操作したにもかかわらず、運搬車 2 による追従動作が一向に開始(停止)されない、といった事態を抑制することができる。

15

【0073】

(追従動作制御処理:図7)

16

追従動作制御処理は、運搬車 2 の追従動作を制御するための処理である。追従動作制御

処理は、前述の図 6 に示す処理の中で実行される。具体的には、追従動作制御処理は、運搬車 2 がビーコン 8 2 から ON を示すビーコン追従フラグ（追従開始指示）を受信した場合に開始される（図 6 の S 4 4 - S 4 8 参照）。そして、追従動作制御処理は、運搬車 2 がビーコン 8 2 から OFF を示すビーコン追従フラグ（追従停止指示）を受信した場合、または、運搬車 2 とビーコン 8 2 の間の通信が途絶した場合に終了する（図 6 の S 4 4、S 5 0、S 5 2、S 3 8、S 3 2、S 3 4 参照）。

【0074】

図 7 に示す S 7 2 では、制御部 5 2 は、T o A (Time of Arrival) や A o A (Angle of Arrival) といった UWB 通信に基づく測位技術を利用して、ビーコン 8 2 までの距離 d およびビーコン 8 2 のオフセット角度 θ を特定する。図 8 に示すように、ここでいうオフセット角度 θ は、運搬車 2 の前進方向 FD に対するオフセット角度である。本実施例では、運搬車 2 を上方から見た時に時計回りとなる方向をオフセット角度 θ の正方向と定め、反時計回りとなる方向をオフセット角度 θ の負方向と定める。S 7 2 の後、処理は S 7 4 へ進む。
10

【0075】

図 7 に示す S 7 4 では、制御部 5 2 は、S 7 2 で特定したオフセット角度 θ が、所定の第 1 角度範囲 A 1 内にあるか否かを判断する。図 8 に示すように、第 1 角度範囲 A 1 は、 $-10^\circ < \theta < 10^\circ$ と定義される角度範囲である。第 1 角度範囲 A 1 の境界を定める第 1 境界角度 θ_1 は、例えば 5 度から 15 度の範囲内であって、本実施例では 10 度である。オフセット角度 θ が第 1 角度範囲 A 1 内にある場合 (YES の場合)、処理は S 7 6 へ進む。
20

【0076】

図 7 に示す S 7 6 では、制御部 5 2 は、S 7 2 で特定したオフセット角度 θ に基づいて、運搬車 2 に与えるべき目標角速度 ω を特定する。図 8 に示すように、ここでいう目標角速度 ω は、上下方向に延びる軸周りの角速度である。本実施例では、オフセット角度 θ から目標角速度 ω を導出するための式 (1) が、下記の通りに定められている。

$$\omega = k * \theta \dots (1)$$

なお、式 (1) 中の k は、所定の係数である。

【0077】

図 7 に示す S 7 4 でオフセット角度 θ が第 1 角度範囲 A 1 内にない場合 (NO の場合)、処理は S 7 8 へ進む。S 7 8 では、制御部 5 2 は、S 7 2 で特定したオフセット角度 θ が、所定の第 2 角度範囲 A 2 内にあるか否かを判断する。図 8 に示すように、第 2 角度範囲 A 2 は、第 1 角度範囲 A 1 に隣接しており、 $-20^\circ < \theta < -10^\circ, 10^\circ < \theta < 20^\circ$ と定義される角度範囲である。第 2 境界角度 θ_2 は、例えば 15 度から 30 度の範囲内であって、本実施例では 30 度である。オフセット角度 θ が第 2 角度範囲 A 2 内にある場合 (YES の場合)、処理は S 8 0 へ進む。
30

【0078】

図 7 に示す S 8 0 では、制御部 5 2 は、S 7 2 で特定したオフセット角度 θ に基づいて、補正角度 a を特定する。補正角度 a は、オフセット角度 θ が正の値である場合には $a < \theta$ が成立するように特定され、オフセット角度 θ が負の値である場合には $\theta < a$ が成立するように特定される。本実施例の補正角度 a は、オフセット角度 θ が正の値である場合には $a = 1$ として特定され、オフセット角度 θ が負の値である場合には $a = -1$ として特定される。S 8 0 の後、処理は S 8 2 へ進む。
40

【0079】

S 8 2 では、制御部 5 2 は、S 8 0 で特定した補正角度 a に基づいて、運搬車 2 に与えるべき目標角速度 ω を特定する。本実施例では、S 7 6 で用いる式 (1) を基にオフセット角度 θ を補正角度 a に置き換えた下式 (2) によって、目標角速度 ω を特定する。

$$\omega = k * a \dots (2)$$

式 (2) から目標角速度 ω を特定することにより、前述の式 (1) から目標角速度 ω を特

定する場合と比較して、より絶対値の小さい目標角速度 ω が得られる。

【0080】

S76 の後、または、S82 の後、処理は S84 へ進む。S84 では、制御部 52 は、S72 で特定したビーコン 82 までの距離 d およびオフセット角度 θ に基づいて、運搬車 2 に与えるべき目標直進速度 V を特定する。図 8 に示すように、ここでいう目標直進速度 V は、運搬車 2 の前進方向 FD における直進速度である。本実施例では、ビーコン 82 までの距離 d およびオフセット角度 θ から目標直進速度 V を導出するための式(3)が、下記の通りに定められている。

$$V = \min(V_{k1} * d - V_{c1}, V_{c2} - V_{k2} * \theta) \dots (3)$$

なお、式(3)中の V_{k1} , V_{k2} は所定の係数であり、 V_{c1} , V_{c2} は定数項である。

10

【0081】

図 7 に示す S78 でオフセット角度 θ が第 2 角度範囲 A2 内にない場合 (NO の場合)、即ち、オフセット角度 θ が $\theta < -2^\circ$, $2^\circ < \theta$ と定義される第 3 角度範囲 A3 (図 8 参照) 内にある場合、処理は S86 へ進む。S86 では、制御部 52 は、運搬車 2 に与えるべき目標角速度 ω = 0 として特定するとともに、運搬車 2 に与えるべき目標直進速度 V を $V = 0$ として特定する。

【0082】

S84 の後、または、S86 の後、処理は S88 へ進む。S88 では、制御部 52 は、特定した目標角速度 ω および目標直進速度 V に基づいて、運搬車 2 を制御する。具体的には、制御部 52 は、運搬車 2 の角速度および直進速度が目標角速度 ω および目標直進速度 V と一致するように、操舵モータ 36、右前輪モータ 24、左前輪モータ 26、右後輪モータ 28 および左後輪モータ 30 (図 2 参照) を制御する。S88 の後、処理は S72 に戻る。

20

【0083】

追従動作制御処理において、制御部 52 は、オフセット角度 θ が第 3 角度範囲 A3 (図 8 参照) 内にある場合、 $\omega = 0$, $V = 0$ と特定する (図 7 の S78 参照)。この場合、制御部 52 は、右前輪モータ 24、左前輪モータ 26、右後輪モータ 28 および左後輪モータ 30 を停止させて、運搬車 2 による移動 (追従動作) を停止させる。換言すれば、オフセット角度 θ が第 3 角度範囲 A3 内にある場合、運搬車 2 による移動 (追従動作) が禁止される。

30

【0084】

図 9 は、運搬車 2 からビーコン 82 までの距離 d を一定とした時の、オフセット角度 θ と、運搬車 2 の追従動作中の旋回曲率 K との関係を実線で示している。オフセット角度 θ が第 1 角度範囲 A1 (図 8 参照) 内にある場合、運搬車 2 の目標角速度 ω が前述の式(1)から特定される (図 7 の S74, S76 参照)。その結果、オフセット角度 θ の絶対値が大きくなるほど、旋回曲率 K も大きくなっていく。本実施例では、目標角速度 ω

が式(1)に基づく場合の旋回曲率 K を「通常旋回曲率 $K(1)$ 」と呼ぶ。また、オフセット角度 θ が第 2 角度範囲 A2 (図 8 参照) 内にある場合、運搬車 2 の目標角速度 ω が前述の式(2)から特定される (図 7 の S78, S80, S82 参照)。その結果、旋回曲率 K は、オフセット角度 θ の値に関わらず一定となる。第 2 角度範囲 A2 内において、目標角速度 ω が式(2)に基づく場合の旋回曲率 K は、通常旋回曲率 $K(1)$ (図 9 の破線部参照) よりも小さくなる。本実施例では、目標角速度 ω が式(2)に基づく場合の旋回曲率 K を「抑制旋回曲率 $K(2)$ 」と呼ぶ。

40

【0085】

追従モードにおける運搬車 2 の最小旋回半径は、例えば 4339 mm から 15535 mm の範囲内であって、本実施例では 7012 mm である。追従モードにおける運搬車 2 の最小旋回半径は、旋回曲率 K が抑制旋回曲率 $K(2)$ である場合の旋回半径ともいえる。

【0086】

(運搬車 2 の手動モード時の処理)

50

運搬車2の主電源がONであり、かつ、手動モードが選択されている場合、図2に示す制御部52は、ユーザからの操作に基づいて、運搬車2を制御する。具体的には、制御部52は、ハンドル角度センサ32が検出したハンドル角度と、トリガスイッチ44の引き量と、速度切替スイッチ48で選択されている運搬車2の進行速度の状態と、に基づいて、運搬車2に与えるべき目標角速度および目標直進速度Vを特定する。そして、制御部52は、運搬車2の角速度および直進速度が、特定した目標角速度および目標直進速度Vと一致するように、操舵モータ36、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28および左後輪モータ30を制御する。ここで、手動モードにおける運搬車2の最小旋回半径は、追従モードにおける運搬車2の最小旋回半径よりも小さく、本実施例では953mmである。

10

【0087】

(実施例2：運搬システム201)

運搬システム201は、実施例1の運搬システム1(図1-図9参照)と略同様の構成を備える。運搬システム201は、運搬車2の制御部52(図2参照)が、図7に示す処理の代わりに、図10に示す処理を実行する点においてのみ、実施例1の運搬システム1と相違する。なお、図10に示す処理は、図7に示す処理を一部変更したものである。以下では、図10に示す処理のうち、図7に示す処理からの変更点についてのみ説明を行う。

20

【0088】

図10に示す処理では、S82の後、S100が実行される。S100では、制御部52は、S72で特定したビーコン82までの距離dおよびS80で特定した補正角度aに基づいて、運搬車2に与えるべき目標直進速度Vを特定する。本実施例では、S84で用いる式(3)を基にオフセット角度oを補正角度aに置き換えた下式(4)によって、目標直進速度Vを特定する。

$$V = \min(V_k1 * d - V_c1, V_c2 - V_k2 * a) \dots (4)$$

S100の後、処理はS88へ進む。

【0089】

(変形例)

ビーコン82は、別の通信端末(例えば、スマートフォン、タブレット)に置き換えられてもよい。

30

【0090】

運搬車2の右前輪10、左前輪12、右後輪14、左後輪16を駆動する原動機は、電動モータ以外の原動機(例えば、内燃機関を備えるエンジン)に置き換えられてもよい。

【0091】

運搬車2の動作モードに、手動モード(またはパーキングモード)が設けられていないてもよい。即ち、運搬車2の動作モードは、追従モードとパーキングモード(または手動モード)の間で切り替えられてもよい。あるいは、運搬車2の動作モードは、追従モードのみとなっていてもよい。この場合、運搬車2は、モード切替スイッチ42を備えていなくてもよい。

40

【0092】

図7のS72において、制御部52は、UWB通信に基づく測位技術以外の測位技術を利用して、ビーコン82までの距離dおよびビーコン82のオフセット角度oを特定してもよい。例えば、Blueooth(登録商標)通信に基づく測位技術や、Wi-Fi(登録商標)通信に基づく測位技術が利用されてもよい。

【0093】

図7の処理において、制御部52は、運搬車2に与えるべき目標角速度を特定する代わりに、運搬車2の操舵輪(右前輪10と左前輪12)に与えるべき目標操舵角度(前進方向FDに対する操舵輪の切れ角)を特定してもよい。この場合、図7のS88において、制御部52は、操舵輪の操舵角度を目標操舵角度に調整した上で、運搬車2の直進速度が目標直進速度Vと一致するように、操舵モータ36、右前輪モータ24、左前輪モータ

50

26、右後輪モータ28および左後輪モータ30を制御してもよい。

【0094】

運搬車2は、操舵機構34を備えていなくてもよい。この場合であっても、運搬車2は、右前輪10および右後輪14の回転数と、左前輪12および左後輪16の回転数と、の間に差を与えることで、旋回動作を行なうことができる。例えば図7のS88では、運搬車2の制御部52は、運搬車2の角速度および直進速度が目標角速度 および目標直進速度Vと一致するように、右前輪10、左前輪12、右後輪14、左後輪16の回転数を制御してもよい。

【0095】

図7の処理において、S74でNOとなった後、処理はS78をスキップして、S80へ進んでもよい。即ち、制御部52は、仮にオフセット角度 θ が第3角度範囲A3内にあったとしても、運搬車2による移動(追従動作)を停止させず、継続させてもよい。

【0096】

ピーコン82は、追従停止スイッチ94(図3参照)を備えていなくてもよい。この場合であっても、ユーザは、主電源スイッチ86(図3参照)を操作してピーコン82の主電源をOFFとすることで、間接的に運搬車2による追従動作を停止させることができる。これは、ピーコン82の主電源がOFFとなることで、運搬車2とピーコン82の間の通信が途絶するので、図6のS36でNOとなり、続くS38、S32、S34の処理によって運搬車2が追従動作を停止するからである。

【0097】

ピーコン82から運搬車2への追従開始指示の送信を終了するための開始指示送信終了条件が、追従停止スイッチ94(図3参照)への操作がなされること以外の条件を含んでもよい。例えば、開始指示送信終了条件は、追従開始スイッチ92(図3参照)への操作がなされてから所定時間が経過する、という条件を含んでもよい。あるいは、開始指示送信終了条件は、運搬車2が追従動作制御処理(図7参照)を終了した、という条件を含んでもよい。

【0098】

ピーコン82から運搬車2への追従開始指示の送信を終了するための停止指示送信終了条件が、追従開始スイッチ92(図3参照)への操作がなされること以外の条件を含んでもよい。例えば、停止指示送信終了条件は、追従停止スイッチ94(図3参照)への操作がなされてから所定時間が経過する、という条件を含んでもよい。あるいは、停止指示送信終了条件は、運搬車2が追従動作制御処理(図7参照)を開始した、という条件を含んでもよい。

【0099】

開始操作受付期間(停止操作受付期間)は、運搬車2が手動モード(または、パーキングモード)となっている期間を含んでもよい。これにより、運搬車2が手動モード(または、パーキングモード)となっている期間にも、追従開始スイッチ92(図3参照)への操作および追従停止スイッチ94(図3参照)への操作が受け付けられてもよい。

【0100】

開始操作受付期間(停止操作受付期間)は、運搬車2とピーコン82の間の通信が確立されていない期間を含んでもよい。これにより、運搬車2とピーコン82の間の通信が確立されていない期間にも、追従開始スイッチ92(図3参照)への操作および追従停止スイッチ94(図3参照)への操作が受け付けられてもよい。

【0101】

図5の処理において、S2の処理は省略されてもよい。即ち、ピーコン82の電源がONとなった直後、または、運搬車2において追従モードが選択されていない場合(S12でNOの場合)に、ピーコン追従フラグがOFFに切り替わらなくてもよい。

【0102】

電池128(図4参照)は、再充電不可能な一次電池(例えば、マンガンリチウム電池)であってもよい。この場合、電池128は、ピーコン82に対して着脱可能となってい

10

20

30

40

50

てもよい。

【0103】

電池保護スイッチ回路124、電源スイッチ回路132、第1充電スイッチ回路126、第2充電スイッチ回路138(図4参照)は、それぞれ、機械スイッチとなっていてよい。

【0104】

ピーコン82は、電池保護スイッチ回路124(図4参照)をONに切り替えるための操作部(スイッチ等)をさらに備えていてよい。この場合、電池保護スイッチ回路124をOFFからONに切り替えるために、ピーコン82を外部電源動作状態とした上で、上記の操作部を操作することが必要となってよい。

10

【0105】

(実施例の特徴)

1つまたはそれ以上の実施形態では、運搬車2は、自律的にピーコン82(追従対象の例)に追従する追従動作を実行可能である。運搬車2は、車体4と、車体4に支持されており、地面に接地する右前輪10、左前輪12、右後輪14、左後輪16(車輪の例)と、右前輪10、左前輪12、右後輪14、左後輪16を駆動する右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30(原動機の例)と、運搬車2の前進方向FDに対するピーコン82のオフセット角度 θ を検出する通信モジュール18および制御部52(オフセット角度検出部の例)と、制御部52と、を備える。制御部52は、運搬車2の追従動作を制御する追従動作制御処理を実行可能に構成されている。追従動作制御処理において、制御部52は、オフセット角度 θ が0度を含む第1角度範囲A1内にある場合、運搬車2の追従動作中の旋回曲率K(旋回度の例)を、オフセット角度 θ に対応する通常旋回曲率K(1)に調整し、オフセット角度 θ が第1角度範囲A1に隣接する第2角度範囲A2内にある場合、運搬車2の追従動作中の旋回曲率Kを、オフセット角度 θ に対応する通常旋回曲率K(1)よりも抑制した抑制旋回曲率K(2)に調整する。

20

【0106】

オフセット角度 θ の絶対値が大きいほど、運搬車2の前進方向FDをピーコン82に向けるために必要な旋回角度が大きくなるので、運搬車2の旋回曲率Kを大きくすることが考えられる。しかしながら、運搬車2の旋回曲率Kが過度に大きくなると、運搬車2の通過する範囲が過度に拡大するおそれがある。その結果、運搬車2が障害物に接触して、運搬車2の追従動作が円滑に進行しなくなるおそれがある。上記の構成によれば、オフセット角度 θ が第2角度範囲A2内にある場合(即ち、オフセット角度 θ の絶対値が比較的大きい場合)、運搬車2の旋回曲率Kが通常よりも抑制される。このため、運搬車2の旋回曲率Kが過度に大きくなることを抑制でき、それによって運搬車2の通過する範囲が過度に拡大することを抑制できる。これにより、運搬車2が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車2の追従動作を円滑に進行させることができる。

30

【0107】

1つまたはそれ以上の実施形態では、旋回度は、運搬車2の旋回曲率Kを含む。追従動作制御処理において、制御部52は、オフセット角度 θ が第1角度範囲A1内にある場合、運搬車2の追従動作中の旋回曲率Kを、オフセット角度 θ に対応する通常旋回曲率K(1)に調整し、オフセット角度 θ が第2角度範囲A2内にある場合、運搬車2の追従動作中の旋回曲率Kを、オフセット角度 θ に対応する通常旋回曲率K(1)よりも低減した抑制旋回曲率K(2)に調整する。

40

【0108】

上記の構成によれば、オフセット角度 θ が第2角度範囲A2内にある場合(即ち、オフセット角度 θ の絶対値が比較的大きい場合)、運搬車2の旋回曲率Kが通常よりも低減される。このため、運搬車2の旋回曲率Kが過度に大きくなることを抑制でき、それによって運搬車2の通過する範囲が過度に拡大することを抑制できる。これにより、運搬車2が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車2の追従動作を円滑に進行させるこ

50

とができる。

【0109】

1つまたはそれ以上の実施形態では、運搬車2は、追従動作の実行が許容される追従モードと、追従動作の実行が禁止され、ユーザからの操作に基づいて移動する手動モードとの間で切り替え可能である。追従モードにおける運搬車2の最小旋回半径は、手動モードにおける運搬車2の最小旋回半径よりも大きい。

【0110】

運搬車2の旋回半径が小さくなると、運搬車2の通過する範囲が拡大する。このため、ユーザの操作が介入しない追従モードでは、運搬車2の旋回半径が小さくなると、運搬車2が障害物に接触する可能性がある。一方で、ユーザの操作が介入する手動モードでは、運搬車2の旋回半径がある程度小さくなってしまっても、運搬車2が障害物に接触する可能性は低いと考えられる。むしろ手動モードにおいて運搬車2の旋回半径を小さくすることができないと、運搬車2の操作性が低下するおそれがある。上記の構成によれば、追従モードにおける運搬車2の最小旋回半径が、手動モードにおける運搬車2の最小旋回半径よりも大きくなる。その結果、追従モードでは運搬車2の旋回半径を小さくすることが抑制され、手動モードでは旋回半径を小さくすることが許容される。これにより、手動モードにおける運搬車2の操作性を損なうことなく、追従モードにおいて運搬車2が障害物に接触することを抑制することができる。

10

【0111】

1つまたはそれ以上の実施形態では、追従動作制御処理において、制御部52は、オフセット角度 θ が第1角度範囲A1および第2角度範囲A2を除く第3角度範囲A3内にある場合、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30を停止させて、運搬車2による追従動作を停止させる。

20

【0112】

オフセット角度 θ の絶対値が大きいほど、運搬車2の前進方向FDをピーコン82に向けるために必要な旋回角度が大きくなるので、運搬車2を大きく旋回させることになる。しかしながら、運搬車2を大きく旋回させると、運搬車2が障害物に接触して、運搬車2の追従動作が円滑に進行しなくなるおそれがある。上記の構成によれば、オフセット角度 θ が第3角度範囲A3内にある場合（即ち、オフセット角度 θ の絶対値が比較的大きい場合）、運搬車2による追従動作が停止される。これにより、運搬車2が大きく旋回することを抑制できる。その結果、運搬車2が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車2の追従動作を円滑に進行させることができる。

30

【0113】

1つまたはそれ以上の実施形態では、運搬車2は、自律的にピーコン82（追従対象の例）に追従する追従動作を実行可能である。運搬車2は、車体4と、車体4に支持されており、地面に接地する右前輪10、左前輪12、右後輪14、左後輪16（車輪の例）と、右前輪10、左前輪12、右後輪14、左後輪16を駆動する右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30（原動機の例）と、運搬車2の前進方向FDに対するピーコン82のオフセット角度 θ を検出する通信モジュール18および制御部52（オフセット角度検出部の例）と、制御部52と、を備える。制御部52は、オフセット角度 θ が0度を含む第1角度範囲A1および第2角度範囲A2（動作角度範囲の例）内にある場合、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30を動作させて、運搬車2に追従動作を実行させ、オフセット角度 θ が第1角度範囲A1および第2角度範囲A2に隣接する第3角度範囲A3（停止角度範囲の例）内にある場合、右前輪モータ24、左前輪モータ26、右後輪モータ28、左後輪モータ30を停止させて、運搬車2による追従動作を停止させる。

40

【0114】

オフセット角度 θ の絶対値が大きいほど、運搬車2の前進方向FDをピーコン82に向けるために必要な旋回角度が大きくなるので、運搬車2を大きく旋回させることになる。しかしながら、運搬車2を大きく旋回させると、運搬車2が障害物に接触して、運搬車

50

2の追従動作が円滑に進行しなくなるおそれがある。上記の構成によれば、オフセット角度 θ が第1角度範囲A1および第2角度範囲A2内にある場合（即ち、オフセット角度 θ の絶対値が比較的小さい場合）、運搬車2による追従動作が実行される。オフセット角度 θ が第3角度範囲A3内にある場合（即ち、オフセット角度 θ の絶対値が比較的大きい場合）、運搬車2による追従動作が停止される。これにより、運搬車2が大きく旋回することを抑制できる。その結果、運搬車2が障害物に接触することを抑制できるので、運搬車2の追従動作を円滑に進行させることができる。

【符号の説明】

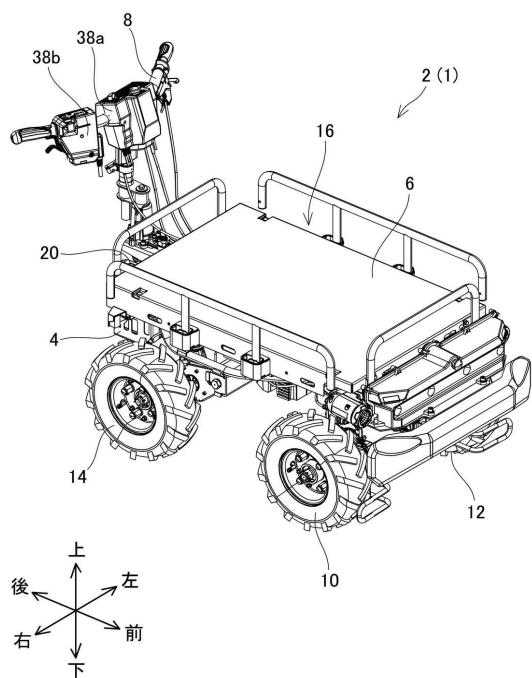
【0115】

1：運搬システム、2：運搬車、4：車体、6：荷台、8：ハンドル、10：右前輪、1
2：左前輪、14：右後輪、16：左後輪、18：通信モジュール、20：電池取付部、
22：電池パック、24：右前輪モータ、26：左前輪モータ、28：右後輪モータ、3
0：左後輪モータ、32：ハンドル角度センサ、34：操舵機構、36：操舵モータ、3
8a：スイッチボックス、38b：スイッチボックス、40：主電源スイッチ、42：モ
ード切替スイッチ、44：トリガスイッチ、46：進行方向切替スイッチ、48：速度切
替スイッチ、50：制御電源回路、52：制御部、54：モータドライバ、56：モータ
ドライバ、58：モータドライバ、60：モータドライバ、62：モータドライバ、64
：ブレーキ回路、66：ブレーキ回路、68：ブレーキ回路、70：ブレーキ回路、82
：ピーコン、84：ハウジング、86：主電源スイッチ、88：初期化スイッチ、90：
ペアリングスイッチ、92：追従開始スイッチ、94：追従停止スイッチ、96：クリップ部、
98：リング部、100：突起、102：マイコン、104：電源IC、106：
充電IC、108：電池保護IC、110：電池インターフェース、112：USBポート、
114：第1導電経路、116：第2導電経路、118：第3導電経路、120：接
続点、122：ヒューズ、124：電池保護スイッチ回路、126：第1充電スイッチ回
路、128：電池、130：レギュレータ、132：電源スイッチ回路、134：通信モ
ジュール、136：ヒューズ、138：第2充電スイッチ回路、201：運搬システム

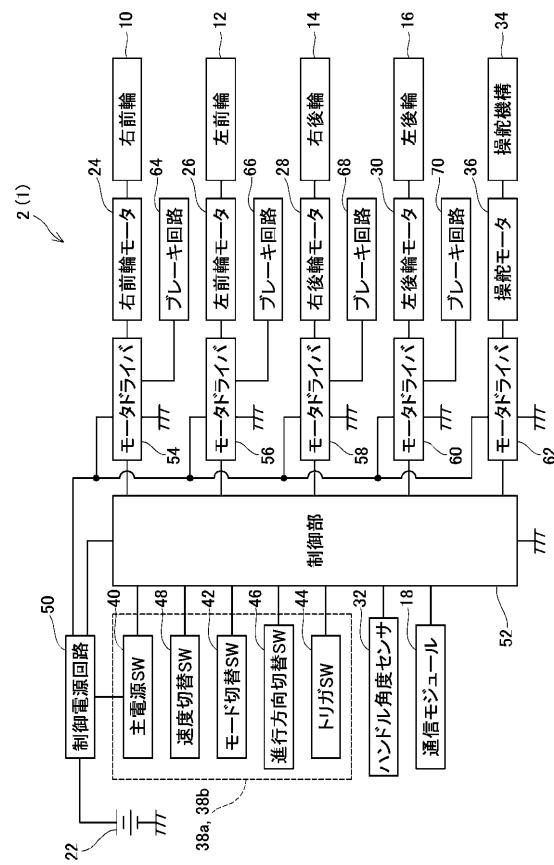
10

20

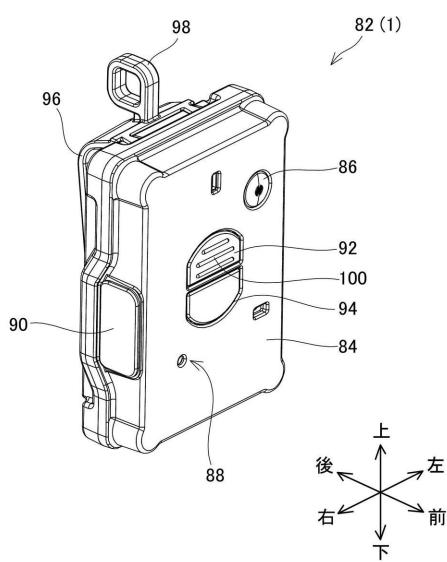
【図1】



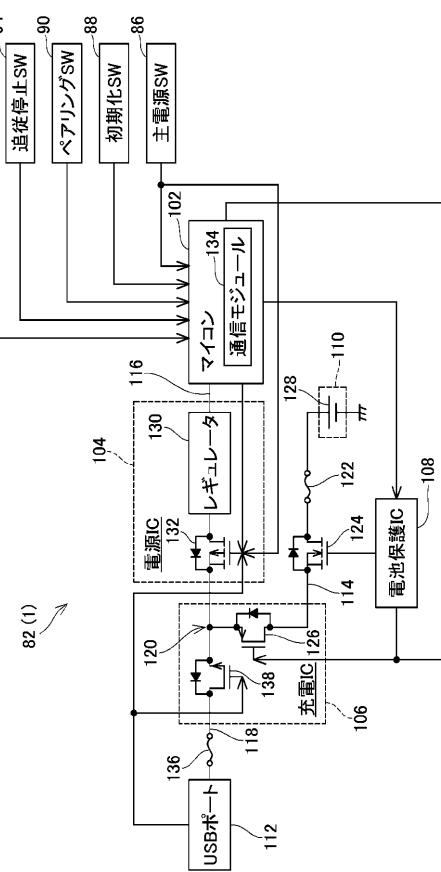
【図2】



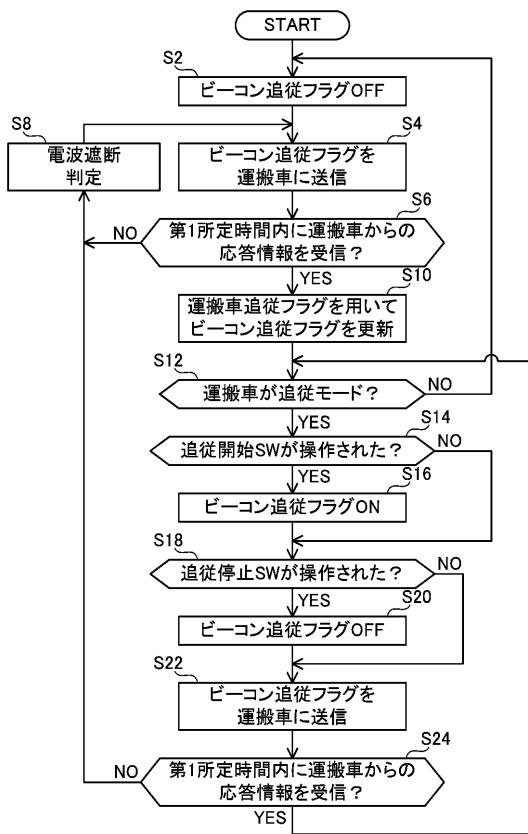
【図3】



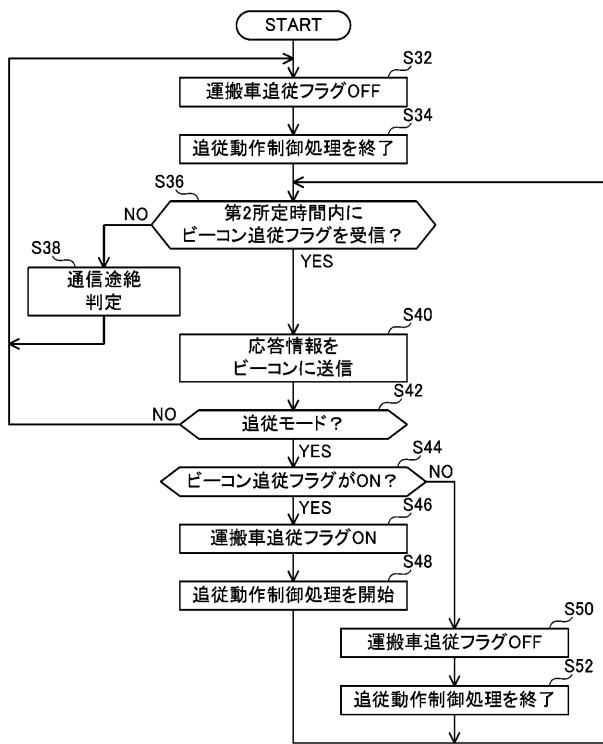
【図4】



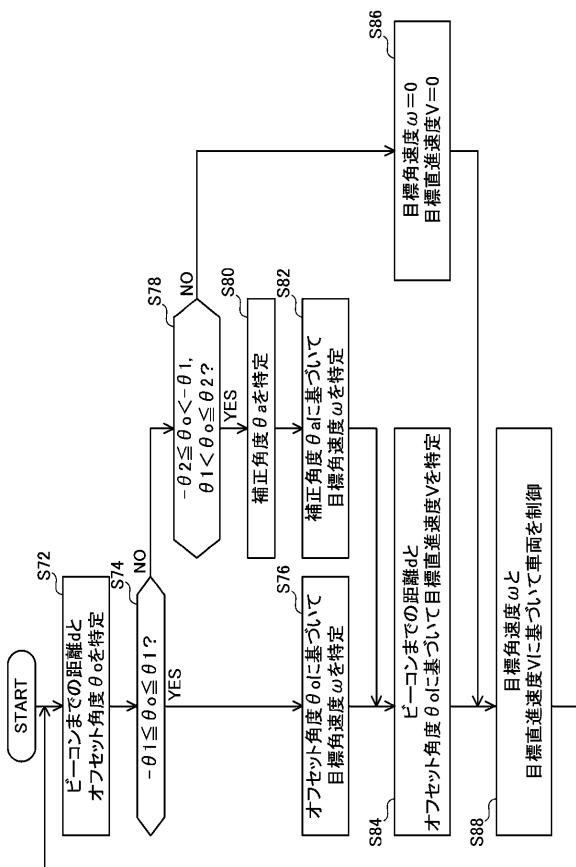
【図5】



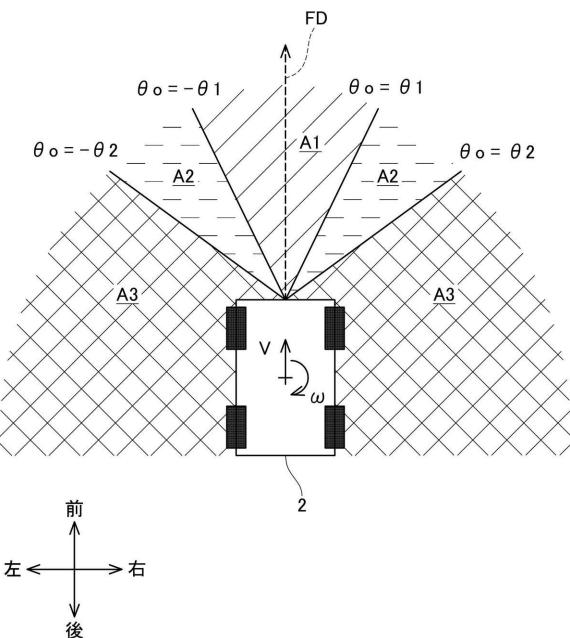
【図6】



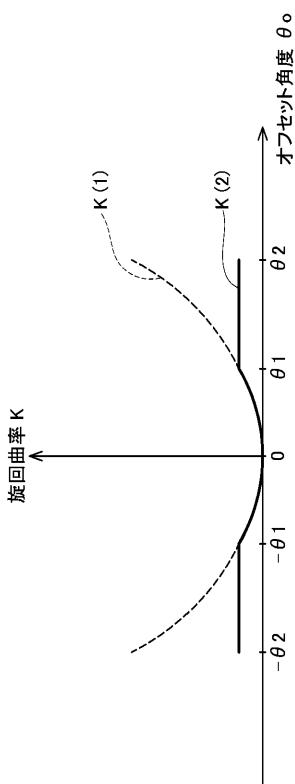
【図7】



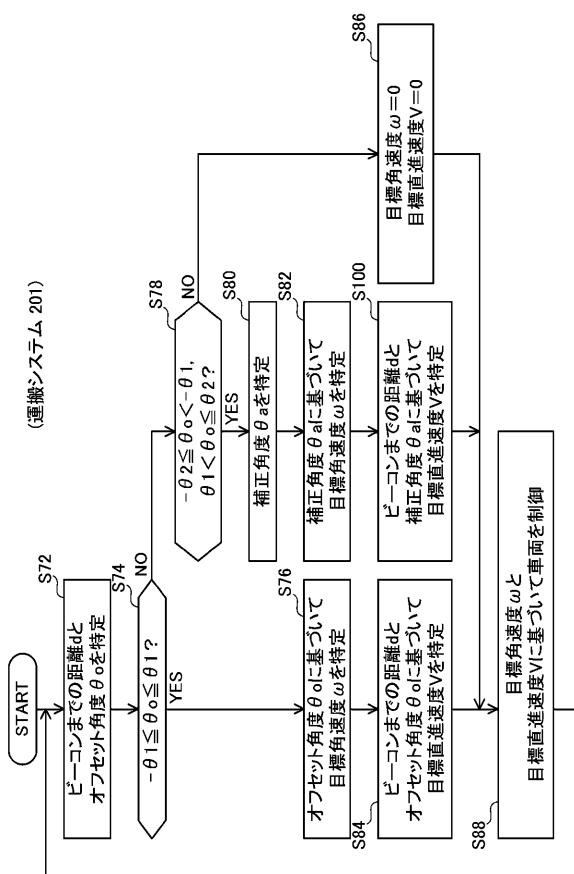
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H301 AA01 BB05 CC03 CC06 CC10 DD06 DD15 HH03 QQ08