

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6649477号
(P6649477)

(45) 発行日 令和2年2月19日(2020.2.19)

(24) 登録日 令和2年1月20日(2020.1.20)

(51) Int. Cl.			F I		
B 6 2 J	99/00	(2020.01)	B 6 2 J	99/00	Z
B 2 5 J	5/00	(2006.01)	B 2 5 J	5/00	Z
G O 1 M	17/007	(2006.01)	G O 1 M	17/007	B
			G O 1 M	17/007	Z

請求項の数 35 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2018-519303 (P2018-519303)	(73) 特許権者	000010076
(86) (22) 出願日	平成28年10月21日 (2016.10.21)		ヤマハ発動機株式会社
(65) 公表番号	特表2019-502583 (P2019-502583A)		静岡県磐田市新貝2500番地
(43) 公表日	平成31年1月31日 (2019.1.31)	(73) 特許権者	501228071
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/058039		エスアールアイ インターナショナル
(87) 国際公開番号	W02017/070426		SRI International
(87) 国際公開日	平成29年4月27日 (2017.4.27)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
審査請求日	平成30年4月13日 (2018.4.13)		025 メンロパーク レイベンスウッド
(31) 優先権主張番号	62/245,564		アベニュー 333
(32) 優先日	平成27年10月23日 (2015.10.23)		333 Ravenswood Avenue,
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		Menlo Park, California
(31) 優先権主張番号	62/248,445	(74) 代理人	110000202
(32) 優先日	平成27年10月30日 (2015.10.30)		新樹グローバル・アイピー特許業務法人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットおよびロボット制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

乗り物を運転するように構成された人型のロボットであって、
前記乗り物のアクセル操作子を操作するように構成されたアクセル・アクチュエータと

前記乗り物をステアリング操作するように構成されたアームと、
リンクを介して前記アームに連結されたステアリング・アクチュエータと、
コントローラと、
を備え、

前記コントローラは、

アクセル指令に応じて、第1の信号をアクセル・アクチュエータに送信して、アクセル操作子を操作するように構成され、

ステアリング指令に応じて、第2の信号を前記ステアリング・アクチュエータに送信し、それによって、前記ステアリング・アクチュエータに特定のトルクを前記リンクに加えて、前記乗り物をステアリング操作するように構成されている、
ロボット。

【請求項2】

前記乗り物は、ハンドルバーを備え、

前記ロボットの前記アームは、前記ハンドルバーの端部に連結されるように構成されている、

請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 3】

前記リンク、前記アーム、および前記ハンドルバーの一部は四節機構を形成している、

請求項 2 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記アームは第 1 のアームであり、前記リンクは第 1 のリンクであり、前記四節機構は第 1 の四節機構であり、

前記ロボットは、第 2 のアームを含み、

前記ステアリング・アクチュエータは、前記第 1 のリンクを介して前記第 1 のアームに連結され、且つ、第 2 のリンクを介して前記第 2 のアームに連結され、

前記ステアリング・アクチュエータの特定の位置が前記ハンドルバーの角度を決定するように、前記第 2 のリンク、前記第 2 のアーム、および前記ハンドルバーの別の部分は、前記第 1 の四節機構と対称である第 2 の四節機構を形成している、

請求項 3 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記ステアリング・アクチュエータの特定の位置と前記ハンドルバーの角度との間に 1 : 1 の比率が存在するように、前記第 1 の四節機構と前記第 2 の四節機構とが配置されている、

請求項 4 に記載のロボット。

【請求項 6】

前記乗り物のブレーキ操作子を操作するように構成されたブレーキ・アクチュエータをさらに備え、

前記コントローラは、ブレーキ指令に応じて、前記ブレーキ・アクチュエータに第 3 の信号を送り、前記ブレーキ・アクチュエータを操作するようにさらに構成されている、

請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 7】

前記ブレーキ・アクチュエータは、ねじれ紐式アクチュエータを備え、

前記ねじれ紐式アクチュエータは、複数の可撓性ストランドを含む紐要素に連結された電動モータを備え、

前記第 3 の信号は、前記電動モータを動作させることで、前記紐を捻って前記紐の長さを短くする、

請求項 6 に記載のロボット。

【請求項 8】

ロール角センサをさらに備え、

前記コントローラは、前記ステアリング指令によって決定された目標ロール角と前記ロール角センサによって検出された実際のロール角との差に基づいて、前記第 2 の信号を前記ステアリング・アクチュエータに送信するように構成されている、

請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 9】

前記乗り物のギアシフト操作子を操作するように構成されたシフト・アクチュエータをさらに備え、

前記コントローラは、シフト指令に応じて、前記シフト・アクチュエータに第 3 の信号を送信して前記ギアシフト操作子を操作するようにさらに構成されている、

請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 10】

前記乗り物のクラッチ操作子を操作するように構成されたクラッチ・アクチュエータをさらに備え、

前記コントローラは、クラッチ指令に応じて、前記クラッチ・アクチュエータに第 3 の信号を送信して前記クラッチ操作子を操作するようにさらに構成されている、

請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 1 1】

前記クラッチ・アクチュエータは、ねじれ紐式アクチュエータを備え、

前記ねじれ紐式アクチュエータは、複数の可撓性ストランドを含む紐要素に連結された電動モータを備え、

前記第 3 の信号は、前記電動モータを動作させることで、前記紐を捻って前記紐の長さを短くする、

請求項 1 0 に記載のロボット。

【請求項 1 2】

アクセル操作子およびステアリング操作子を含む乗り物と、

(i) 前記乗り物の前記アクセル操作子に連結されており、前記アクセル操作子を操作するように構成されたアクセル・アクチュエータと、(i i) 前記乗り物の前記ステアリング操作子に連結されており、前記ステアリング操作子を操作するように構成されたステアリング・アクチュエータとを含む、ロボットと、

前記乗り物または前記ロボットに連結され、非展開状態または展開状態のいずれかであるように構成され、前記展開状態では、前記乗り物が所定のリーン角度にあるときに、地面に接触して前記乗り物を左右方向に安定化させるように構成された、少なくとも 1 つのアウトリガと、

前記アウトリガを前記非展開状態から前記展開状態に切換えるように構成されたアウトリガ・アクチュエータと、

コントローラと、

を備え、

前記コントローラは、

アクセル指令に応じて、第 1 の信号を前記アクセル・アクチュエータに送信して、前記乗り物の前記アクセル操作子を操作し、

ステアリング指令に応じて、第 2 の信号を前記ステアリング・アクチュエータに送信して、前記乗り物をステアリング操作し、

アウトリガ展開信号に応じて、第 3 の信号を送信して、前記アウトリガを前記非展開状態から前記展開状態に切換えて、前記乗り物を左右方向に安定化するように、前記アウトリガ・アクチュエータを動作させる、ように構成されている、

システム。

【請求項 1 3】

前記アウトリガは、1 つ以上の支持部材と展開部材とを備え、

前記アウトリガが展開状態にある場合、前記 1 つ以上の支持部材と前記展開部材の基端は、それぞれの回転軸で前記乗り物に回転可能に連結されており、前記 1 つ以上の支持部材と前記展開部材の先端は、前記地面に接触するように構成されたパッドに接続されている、

請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記アウトリガは、

前記展開部材に連結され、前記アウトリガを前記展開状態に付勢するように付勢力を加えるように構成された付勢部材と、

前記アウトリガ・アクチュエータを前記 1 つ以上の支持部材のうちの 1 つに連結している保持部材と、

をさらに備え、

前記保持部材は、前記付勢部材の付勢力に抗して前記アウトリガを前記非展開状態に保持するように構成され、

前記アウトリガが前記非展開状態で前記アウトリガ・アクチュエータが起動すると、前記保持部材が解放され、前記付勢部材が前記アウトリガを前記非展開状態から前記展開状態に切り換える、

10

20

30

40

50

請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記付勢部材は、圧縮線形ばね、又は、ねじりばねのうちの少なくとも 1 つを備える、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記保持部材は、前記アウトリガ・アクチュエータを前記 1 つ以上の支持部材のうちの 1 つに接続するワイヤループを備える、

請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記展開部材は、第 1 の拡張リンクと、前記第 1 の拡張リンクに回転軸を介して連結された第 2 の拡張リンクとを含み、

前記付勢部材が前記回転軸を越えて取り付けられ、前記第 2 の拡張リンクに、前記第 1 の拡張リンクから離れるように前記付勢力を加えるように構成され、

前記保持部材が解放されると、前記付勢部材は、前記第 2 の拡張リンクを前記第 1 の拡張リンクから離れるように押し付けて、それによって、前記アウトリガを前記非展開状態から前記展開状態に切り換える、

請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記アウトリガは、油圧シリンダまたは空気圧シリンダを備え、

前記乗り物は、(i) 加圧流体源と、(ii) 前記加圧流体源と前記シリンダとの間に配置され、前記加圧流体源と前記シリンダとの間の第 1 の流路を遮断する第 1 のバルブと、(iii) 前記加圧流体源と前記シリンダとの間に配置され、前記源と前記シリンダとの間の第 2 の流路を遮断する第 2 のバルブと、をさらに備える、

請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 19】

通常操作中の前記アウトリガ展開信号に応じて、前記コントローラは、前記アウトリガ・アクチュエータを動作させて前記アウトリガを展開するように、前記第 1 のバルブを開口して、前記加圧流体源と前記シリンダとの間の前記第 1 の流路を開き、

緊急事態信号、すなわち前記乗り物の速度が閾速度を下回ることを示す前記アウトリガ展開信号に応じて、前記コントローラは、前記アウトリガ・アクチュエータを動作させて前記アウトリガを展開するように、前記第 2 のバルブを開口して、前記加圧流体源と前記シリンダとの間の前記第 2 の流路を開く、

請求項 18 に記載のシステム。

【請求項 20】

リヤブレーキ・アクチュエータをさらに備え、

前記緊急事態信号、すなわち前記乗り物の速度が閾速度を下回ることに応じて、前記コントローラは、前記第 2 のバルブを開口して前記加圧流体源と前記リヤブレーキ・アクチュエータとの間の第 3 の流路を開口して、前記アウトリガを展開した状態で、前記乗り物のリヤブレーキを作動させる、

請求項 19 に記載のシステム。

【請求項 21】

アクセル操作子とステアリング操作子とを備える乗り物と、

(i) 前記乗り物の前記アクセル操作子に連結されており、前記アクセル操作子を操作するように構成されたアクセル・アクチュエータと、(ii) 前記乗り物の前記ステアリング操作子に連結されており、前記ステアリング操作子を操作するように構成されたステアリング・アクチュエータとを備える人型のロボットと、

コントローラと、

を備え、

前記コントローラは、

アクセル指令に応じて、第 1 の信号を前記アクセル・アクチュエータに送信して、前

10

20

30

40

50

記乗り物の前記アクセル操作子を操作し、

ステアリング指令に応じて、第2の信号を前記ステアリング・アクチュエータに送信して、前記乗り物を操縦するように構成されている、システム。

【請求項22】

前記アクセル指令は、減速指令を含み、

前記アクセル・アクチュエータへの前記第1の信号は、前記アクセル・アクチュエータを非起動位置に向かって戻して前記乗り物を減速させる、請求項21に記載のシステム。

【請求項23】

前記乗り物は、シフト操作子とクラッチ操作子とをさらに備え、

前記ロボットは、

前記シフト操作子を操作するように構成されたシフト・アクチュエータと、

前記クラッチ操作子を操作するように構成されたクラッチ・アクチュエータと、

をさらに備え、

前記コントローラは、変速命令に応じて前記第1の信号を前記アクセル・アクチュエータに送信し、第3の信号を前記クラッチ・アクチュエータに送信し、第4の信号を前記シフト・アクチュエータに送信して、順次に前記アクセル操作子を起動し、クラッチを切断し、前記シフト操作子を操作して変速させる、

請求項21に記載のシステム。

【請求項24】

前記ロボットは、前記乗り物の運転席に配置された本体部をさらに備え、

前記アクセル・アクチュエータまたは前記ステアリング・アクチュエータのうち少なくとも1つは、前記本体部に接続されている、請求項21に記載のシステム。

【請求項25】

前記本体部は、前記運転席に連結されたシート部材を含む、

請求項24に記載のシステム。

【請求項26】

前記コントローラは、前記ロボットに連結された第1のコントローラであり、

前記乗り物は、前記第1のコントローラと通信する第2のコントローラを含み、

前記第2のコントローラは、前記乗り物の速度を示す情報を前記第1のコントローラに送るように構成されており、

前記第1のコントローラは、前記乗り物の速度を示す前記情報に基づいて、前記第1の信号および前記第2の信号を決定する、

請求項21に記載のシステム。

【請求項27】

前記ロボットは、前記コントローラと通信し、前記アクセル指令および前記ステアリング指令を記憶するように構成されたメモリをさらに備え、

前記コントローラは、前記アクセル指令および前記ステアリング指令を前記メモリから受信するように構成されている、請求項21に記載のシステム。

【請求項28】

前記ロボットは、前記コントローラと通信し、前記乗り物の走行ルートを記憶するように構成されたメモリをさらに備え、

前記コントローラは、前記走行ルートに基づいて、前記第1の信号および前記第2の信号を測定するように構成されている、

請求項21に記載のシステム。

【請求項29】

前記ロボットは、

	10
	20
	30
	40
	50

前記コントローラと通信し、前記乗り物の目標位置および目標速度を記憶するように構成されたメモリと、

前記コントローラと通信し、前記ロボットの現在位置を示す情報を前記コントローラに送るように構成された汎地球測位システム(GPS)装置と、

をさらに備え、

前記コントローラは、前記目標位置、前記目標速度、および前記ロボットの現在位置を示す前記情報に基づいて、前記第1の信号および前記第2の信号を決定する、

請求項21に記載のシステム。

【請求項30】

遠隔制御装置をさらに備え、

前記コントローラは、前記遠隔制御装置から前記アクセル指令および前記ステアリング指令を受信する、

請求項21に記載のシステム。

【請求項31】

前記ロボットまたは前記乗り物に連結され、前記コントローラと通信する撮像装置をさらに備え、

前記コントローラは、前記撮像装置によって取得された前記ロボットおよび前記乗り物の周囲環境の画像データを前記遠隔制御装置に送信するように構成されており、

前記遠隔制御装置は、前記コントローラから受信した前記画像データに基づいて1つ以上の画像を表示するように構成されたディスプレイを含む、

請求項30に記載のシステム。

【請求項32】

前記ロボットは、前記ロボットの周囲環境の画像データを前記コントローラに送るように構成された撮像装置をさらに備え、

前記コントローラは、前記画像データに基づいて前記乗り物の路上の障害物を確認し、前記障害物を避けるために前記第2の信号を決定するように構成されている、

請求項21に記載のシステム。

【請求項33】

前記乗り物は、ブレーキ操作子をさらに備え、

前記ロボットは、前記ブレーキ操作子を操作するように構成されたブレーキ・アクチュエータをさらに備え、

前記コントローラは、前記第1の信号を前記アクセル・アクチュエータに送信し、第3の信号を前記ブレーキ・アクチュエータに送信し、前記乗り物の特定の加速または減速を行うようにさらに構成されている、

請求項21に記載のシステム。

【請求項34】

(i)第1のアームおよび第2のアームと、(ii)第1のリンクを介して前記第1のアームに連結され、かつ第2のリンクを介して前記第2のアームに連結されたアクチュエータと、を含むロボットと、

ハンドルバーを含む乗り物と、
を備え、

前記第1のアームは、前記ハンドルバーの第1の端部に連結され、かつ前記第2のアームは前記ハンドルバーの第2の端部に連結されており、前記アクチュエータの位置が、前記ハンドルバーの角度を決定し、それによって、対応する前記乗り物のステアリング角を決定する、

ステアリング・システム。

【請求項35】

前記第1のリンク、前記第1のアーム、および前記ハンドルバーの一部が第1の四節機構を形成し、

前記第2のリンク、前記第2のアーム、および前記ハンドルバーの別の部分が、前記第

10

20

30

40

50

1 の四節機構と対称である第 2 の四節機構を形成し、

前記アクチュエータの位置と前記乗り物のステアリング角との間に 1 : 1 の比率が存在するように、前記第 1 の四節機構と前記第 2 の四節機構とが配置される、
請求項 3 4 に記載のステアリング・システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

[関連出願の相互参照]

本出願は 2015 年 10 月 30 日に出願された「Robotic Rider Steering Mechanism」と題される米国仮特許出願番号第 62 / 248 , 44 5 号、および 2015 年 10 月 23 日に出願された「Robot and Robot Control System」と題される米国仮出願番号第 62 / 245 , 564 号に対する優先権を主張するものであり、これらは共に本明細書に完全に記載されているように参照によって組み込まれる。

【0002】

乗り物は、推進、ステアリング、制動などの複数のシステムを含む。乗り物が大量生産される前に、その乗り物の性能を評価するために試作車が試験される。例えば、車速、運動性、反応性などを評価するために路上試験が行われる。試験中に、乗り物の性能を評価するためのデータが得られる。そして、性能を向上させるために、乗り物の設計の変更、
或いは調整が行われる。

【0003】

自動制御システムおよび自動制御技術における近年の進歩により、試験を行うために自動的に操作される試験用の乗り物が設計されている。しかし、これらの新規な制御システムは新型の乗り物に組み込まれているが、既存の乗り物には適合できない可能性がある。

【発明の概要】

【0004】

本開示は、ロボットおよびロボット制御システムに関連する実施形態を記載する。

【0005】

ある態様では、本開示は、乗り物を運転するように構成されたロボットを記載する。このロボットは、(i) 乗り物のアクセル操作子を操作するよう構成されたアクセル・アクチュエータ、(i i) 乗り物をステアリング操作するよう構成されたアーム、(i i i) リンクを介してアームに連結されたアクチュエータ、および(i v) コントローラを含む。コントローラは、アクセル指令に応じて、第 1 の信号をアクセル・アクチュエータに送信してアクセル操作子を操作するよう構成されている。また、コントローラはステアリング指令に応じて、第 2 の信号をアクチュエータに送信し、それによって、乗り物をステアリング操作するためにアクチュエータが特定のトルクをリンクに加えるよう構成されている。

【0006】

別の態様では、本開示はシステムを記載する。システムは乗り物を含む。乗り物は、アクセル操作子およびステアリング操作子を含む。また、システムはロボットを含む。ロボットは、(i) 乗り物のアクセル操作子に連結されており、アクセル操作子を操作するよう構成されたアクセル・アクチュエータ、および、(i i) 乗り物のステアリング操作子に連結されており、ステアリング操作子を操作するよう構成されたステアリング・アクチュエータを含む。また、システムは、乗り物、又はロボットに連結され、非展開状態、又は展開状態のいずれかにあるように構成された少なくとも 1 つのアウトリガを含み、展開状態では、乗り物が所定のリーン角度にあるときに、このアウトリガが表面に接触して、乗り物を左右方向において安定化させるよう構成されている。システムは、アウトリガを非展開状態から展開状態に切替えるよう構成されたアウトリガ・アクチュエータをさらに含む。システムは、コントローラをさらに含み、コントローラは、(i) アクセル指令に応じて、第 1 の信号をアクセル・アクチュエータに送信して、乗り物のアクセル

10

20

30

40

50

操作子を操作し、(i i)ステアリング指令に応じて、第 2 の信号をステアリング・アクチュエータに送信して、乗り物をステアリング操作し、(i i i)アウトリガ展開信号に応じて、第 3 の信号を送信して、アウトリガを非展開状態から展開状態に切換えて、乗り物を左右方向において安定化するように、アウトリガ・アクチュエータを作動させる。

【 0 0 0 7 】

別の態様では、本開示はシステムを記載する。システムは、乗り物を含む。乗り物は、アクセル操作子およびステアリング操作子を含む。また、システムは、ロボットを含む。ロボットは、(i)乗り物のアクセル操作子に連結され、アクセル操作子を操作するよう構成されたアクセル・アクチュエータ、および、(i i)乗り物のステアリング操作子に連結され、ステアリング操作子を操作するよう構成されたステアリング・アクチュエータを含む。システムは、コントローラをさらに含み、コントローラは、(i)アクセル指令に応じて、第 1 の信号をアクセル・アクチュエータに送信して、乗り物のアクセル操作子を操作し、(i i)ステアリング指令に応じて、第 2 の信号をステアリング・アクチュエータに送信して、乗り物をステアリング操作する。

【 0 0 0 8 】

さらに別の態様では、本開示はステアリング・システムを記載する。ステアリング・システムは、ロボットを含む。ロボットは、(i)第 1 のアームおよび第 2 のアーム、および、(i i)第 1 のリンクを介して第 1 のアームに連結され、かつ第 2 のリンクを介して第 2 のアームに連結されたアクチュエータを含む。また、ステアリング・システムは、乗り物を含む。乗り物は、ハンドルバーを含む。第 1 のアームはハンドルバーの第 1 の端部に連結され、かつ第 2 のアームはハンドルバーの第 2 の端部に連結されており、アクチュエータの位置がハンドルバーの角度を決定し、それによって、対応する乗り物のステアリング角を決定する。

【 0 0 0 9 】

上述の概要は単なる例示であり、いかなる限定をも意図するものではない。上述の例示的な態様、実施形態、および特徴に加えて、さらなる態様、実施形態、および特徴は、図面および以下の詳細な記載を参照することで明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】—実装例に係るロボットの斜視図である。

【図 2】—実装例に係るモータサイクルに乗るロボットの側面図である。

【図 3 A】—実装例に係るロボット制御システムの構成を示す概略図である。

【図 3 B】—実装例に係るロボットの左足および左脚の拡大側面図である。

【図 4 A】—実装例に係る左右のアウトリガを示すモータサイクルの前面図である。

【図 4 B】—実装例に係る左側のアウトリガの概略図である。

【図 4 C】—実装例に係るアウトリガの代替構成を示す図である。

【図 4 D】—実装例に係る図 4 C に示すアウトリガの非展開状態にある斜視図である。

【図 4 E】—実装例に係る図 4 C に示すアウトリガの展開状態にある斜視図である。

【図 4 F】—実装例に係る右側のアウトリガのモータサイクルへの取付けを示す、ロボットおよびモータサイクルの斜視図である。

【図 4 G】—実装例に係る図 4 F に示すアウトリガの拡大図である。

【図 4 H】—実装例に係るさまざまなシナリオ下でのアウトリガの操作を示す空気圧回路を示す図である。

【図 5 A】—実装例に係るステアリング機構の斜視図である。

【図 5 B】—実装例に係る図 5 A に示すステアリング機構の上面図である。

【図 6 A】—実装例に係るねじれ紐式アクチュエータを示す図である。

【図 6 B】—実装例に係る図 6 A に示すねじれ紐式アクチュエータの要素の拡大断面図である。

【図 7】—実装例に係るロボット制御システムのブロック図である。

【図 8 A】—実装例に係るシフトアップのタイミングを示す図である。

- 【図 8 B】—実装例に係るシフト・ダウンのタイミングを示す図である。
【図 9】—実装例に係るシフト指令の実行開始時のタイミングチャートである。
【図 10】—実装例に係るシフトアップを示すタイミングチャートである。
【図 11】—実装例に係るシフト・ダウンを示すタイミングチャートである。
【図 12】—実装例に係る代替のロボット制御システムのブロック図である。
【発明を実施するための形態】

【0011】

以下の詳細な説明は、添付の図を参照しつつ、開示されたシステムおよび方法のさまざまな特徴および機能を記載する。本願明細書に記載されている例示的なシステムおよび方法の実施形態は、限定することを意味するものではない。開示されたシステムおよび方法の特定の態様が、広範囲にわたる種類の異なる構造で配置され組合わされることが可能であり、そのすべてが本願明細書において意図されていると容易に理解されてもよい。

10

【0012】

さらに、文脈が他に示唆しない限り、図のそれぞれに示される特徴は、互いに組み合わせて使用してもよい。従って、すべての例示された特徴がそれぞれの実装例に必要なというわけではないという理解のもとで、図は一般的に、1つ以上の全体的な実装例の構成要素の態様としてみなされるべきである。

【0013】

加えて、本明細書、又は特許請求の範囲における要素、ブロック、又はステップの任意の列挙は、明確にするためのものである。従って、このような列挙は、これらの要素、ブロック、又はステップが特定の配置に従うこと、或いは特定の順序で実施されることを必要とするか意味すると解釈されるべきではない。

20

【0014】

「ほぼ」という用語によって、列挙された特徴、パラメータ、数値が正確に達成される必要はなく、例えば公差、測定誤差、測定精度限度、および当業者に知られている他の要因を含む偏差、又は変動は、特徴がもたらされるのを意図した効果を排除しない量で発生してもよい。

【0015】

1. 概要

乗り物は、いくつかの方法で検査して、それらの性能を評価する事が可能である。例えば、人間ドライバーが乗り物を操縦しながらセンサ・データを記録するために、データ取得システムがさまざまな乗り物システムに接続されている状態で、人間のドライバーが乗り物を運転することができる。乗り物操作中の快適性、身体の加速、動作、また、乗り物が隆起を通過する間の動きの程度などの運転態様を評価するために、ドライバー自身がモニターされてもよい。この例では、センサがドライバーの身体に連結されていてもよく、カメラ、又は他の撮像装置を使用して、後に評価するためにドライバーの画像およびビデオを撮影してもよい。

30

【0016】

別の例では、ドライバーを監視する人間の負担を軽減するために、乗り物の人間のドライバーとともに、ロボットが搭乗してもよく、ロボットが人間のドライバーをモニターするように構成されたセンサおよびカメラを備えていてもよい。別の例では、人間のドライバーの代わりに、乗り物は、試験中に乗り物を操作するように構成された自律制御システムを含んでもよい。これらのシステムは、例えば人間のドライバーを負傷させるかもしれない、あらゆる可能性を回避するための破壊検査を行う際に有益となり得る。しかし、この例では、ドライバーのモニターおよび評価に関連したデータ（快適性、身体の加速など）は利用できない。

40

【0017】

別の例では、本願明細書に開示されているように、人間の挙動を模倣するように構成されたロボットが、乗り物試験中に乗り物に搭載されて乗り物を運転するように構成されてもよい。この場合、乗り物の性能が検査されると同時に、複数のセンサ・システムを備え

50

るロボットが自己モニタリングを行う。ロボットのセンサ・システムからのデータを後に取得して評価することができる。また、乗り物を運転するロボットを使用することは、人間のドライバーの負傷を回避するのに有効である。

【 0 0 1 8 】

さらに、この種の間人模倣ロボットを使用する別の利点は、費用のかかる乗り物の改造を避けられることである。人間のドライバーと同様に、ロボットは、アクセルペダル、ブレーキ、ステアリングハンドルなどの既存の乗り物システムを、ほとんど、又は全く変更せず操作するように構成されてもよい。この種の間人模倣ロボットを使用するさらなる利点は、乗り物をほとんど、又は全く変更せずに搬送を自動化できることである。乗り物は、人、又は貨物を搬送するのに使用可能な移動式機械であってもよい。本願明細書において、述べられている任意の乗り物は、陸上、水中、水上、或いは空気中、又は大気圏外空間の路に沿って運転されること、且つ/又は、案内されることが可能である。

10

【 0 0 1 9 】

本願明細書において開示されているのは、ロボットと、ロボット制御システムと、人間模倣ロボットによって乗り物を操作することのできる乗り物システムおよび装置である。ロボットは乗り物を運転するのに適応でき、ロボットが人間のドライバーを模倣することを可能とする構成要素およびアクチュエータをロボットは含んでもよい。

【 0 0 2 0 】

II . 例示のロボットおよび乗り物

図 1 は、一実装例に係るロボット 1 0 0 の斜視図である。ロボット 1 0 0 は、人型のロボットすなわち人間模倣ロボットであり、乗り物のライダーとして構成されてもよい。本願明細書において示されている記載では、モータサイクルが乗り物の一例として使用されているが、このロボット 1 0 0 が他のタイプの乗り物タイプに搭乗するように構成されてもよい。

20

【 0 0 2 1 】

図 1 では、ロボット 1 0 0 は、モータサイクルの運転位置で示されている。ロボット 1 0 0 は、本体部 1 0 2 と、左脚部 1 0 4 と、右脚部 1 0 6 と、左足部 1 0 8 と、右足部 1 1 0 と、左アーム部 1 1 2 と、右アーム部 1 1 4 と、左手部 1 1 6 と、右手部 1 1 8 と、頭部 1 2 0 とを含む。図 2 を用いて以下に説明するように、本体部 1 0 2 は、モータサイクルの運転席に合うように構成されている。左右の脚部 1 0 4 , 1 0 6 と、左右のアーム部 1 1 2 , 1 1 4 と、頭部 1 2 0 とは、本体部 1 0 2 に接続されている。

30

【 0 0 2 2 】

図 2 は、一実装例に係るモータサイクル 2 0 0 に搭乗しているロボット 1 0 0 の側面図である。モータサイクル 2 0 0 は、後輪 2 0 2 と、前輪 2 0 4 と、乗り物本体 2 0 6 とを含む。エンジン 2 0 8 が、乗り物本体部 2 0 6 に搭載されているか、乗り物本体 2 0 6 内にあり、モータサイクル 2 0 0 に動力を供給するように構成されている。燃料タンク 2 1 0 がエンジン 2 0 8 の上に取り付けられ、運転席 2 1 2 が燃料タンク 2 1 0 の後端部に配置されている。

【 0 0 2 3 】

図 3 A は、一実装例に係るロボット制御システム 3 0 0 の構成を示す概略図である。図 3 A に示すように、ロボット 1 0 0 は、図 1 および図 2 に示す本体部 1 0 2 内に配置される本体フレーム 3 0 2 を含む。制御部 3 0 4 およびバッテリー 3 0 6 が、本体フレーム 3 0 2 に取り付けられている。バッテリー 3 0 6 は、制御部 3 0 4 やセンサなどのロボット 1 0 0 のさまざまなシステムに電力を供給する。

40

【 0 0 2 4 】

モータサイクル 2 0 0 は、モータサイクル 2 0 0 用のステアリング部材として操作するよう構成されたハンドルバー 3 0 8 を含む。ハンドルバー 3 0 8 は、ステアリング軸 3 1 0 を中心に回転可能である。ステアリング軸 3 1 0 を中心としてハンドルバー 3 0 8 を左右に回転させることによって、モータサイクル 2 0 0 の前輪 2 0 4 が左右に回転する。ポジションセンサ 3 1 2 が、ハンドルバー 3 0 8 、又はステアリング軸 3 1 0 に取り付けら

50

れている。別の例では、ポジションセンサ 3 1 2 は、ハンドルバー 3 0 8、又はステアリング軸 3 1 0 の代わりに、ステアリング・アクチュエータ 3 2 2 に取り付けられてもよい。ポジションセンサ 3 1 2 は、ハンドルバー 3 0 8 のステアリング角を検出し、ハンドルバー 3 0 8 のステアリング角を示す検出信号を制御部 3 0 4 に送るように構成されている。

【 0 0 2 5 】

アクセル 3 1 4 が、ハンドルバー 3 0 8 に取り付けられている。アクセル 3 1 4 は、エンジン 2 0 8 のスロットル開度を変化させるために、ロボット 1 0 0 の右手部 1 1 8 によって回転可能なアクセル・グリップを含む。また、モータサイクル 2 0 0 は、ハンドルバー 3 0 8 の左側部に取り付けられた左グリップ 3 1 6 を含み、ロボット 1 0 0 の左手部 1 1 6 は左グリップ 1 6 を握持するように構成されている。

10

【 0 0 2 6 】

図 3 A に示すように、ロボット 1 0 0 は、右手部 1 1 8 に取り付けられ、又は連結されたアクセル・アクチュエータ 3 1 8 を有する。このアクセル・アクチュエータ 3 1 8 は、例えば、制御部 3 0 4 から入力された第 1 の駆動信号に基づいて、アクセル 3 1 4 を操作するように構成された電動モータを含んでもよい。例えば、アクセル・アクチュエータ 3 1 8 は、第 1 の駆動信号に応じて、アクセル 3 1 4 を時計回り方向、又は反時計回り方向に回転させるように構成されていてもよい。

【 0 0 2 7 】

アクセル・グリップの長手方向軸を中心として一方向にアクセル 3 1 4 を回転させることが、エンジン 2 0 8 のスロットルを開くことに対応し、アクセル 3 1 を他方向に回転させることが、エンジン 2 0 8 のスロットルを閉じることに对应してもよく、逆もまた同様である。従って、スロットルを開く方向にアクセル 1 4 を回転させることに応じて、エンジン 2 0 8 の回転速度が増大し、スロットルを閉じる方向にアクセル 3 1 4 を回転させることに応じて、エンジン 2 0 8 の回転速度が減少する。信号がアクセル・アクチュエータ 3 1 8 に送られない場合、アクセル 3 1 4 はスロットルの完閉位置に対応するニュートラル状態に戻る。

20

【 0 0 2 8 】

アクセル・アクチュエータ 3 1 8 は、アクセル 3 1 4 の回転位置を検出し、アクセル 3 1 4 の回転位置を示す検出信号を制御部 3 0 4 に出力するように構成されたポジションセンサ 3 2 0 を含む。従って、制御部 3 0 4 は、この信号を使用してアクセル 3 1 4 の回転位置とモータサイクル 2 0 0 の速度の閉ループ・フィードバック制御を実施してもよい。

30

【 0 0 2 9 】

右手部 1 1 8 は右アーム部 1 1 4 の先端に取り付けられ、左手部 1 1 6 は左アーム部 1 1 2 の先端に取り付けられている。左右のアーム部 1 1 2 , 1 1 4 は、ステアリング・アクチュエータ 3 2 2 (例えば、以下に記載する回転式アクチュエータ 5 0 8) を介して本体フレーム 3 0 2 に接続されている。ステアリング・アクチュエータ 3 2 2 は、例えば、左右アーム部 1 1 2 , 1 1 4 を左右の方向に回転させて、制御部 3 0 4 から入力される第 2 の駆動信号にตอบสนองしてトルクをそれに加えるように構成された電動モータを含んでもよい。

40

【 0 0 3 0 】

左右のアーム部 1 1 2 , 1 1 4 を左方に回転させることによって、ハンドルバー 3 0 8 が左方に向いて、モータサイクル 2 0 0 が左方に旋回する。左右のアーム部 1 1 2 , 1 1 4 を右方に回転させることによって、ハンドルバー 3 0 8 が右方に向いて、モータサイクル 2 0 0 が右方に旋回する。

【 0 0 3 1 】

ステアリング・アクチュエータ 3 2 2 は、トルクセンサ 3 2 4 を含んでもよい。トルクセンサ 3 2 4 は、左右のアーム部 1 1 2 , 1 1 4 にかかるトルクを検出し、左右のアーム部 1 1 2 , 1 1 4 に加えられたトルクを示す検出信号を制御部 3 0 4 に出力するように構成されてもよい。制御部 3 0 4 は、この信号を使用して、ステアリング・アクチュエータ

50

3 2 2 が特定のトルクをアーム 1 1 2 , 1 1 4 に加え、それにより、モータサイクル 2 0 0 のステアリング角、又はリーン角を制御するように、ステアリング・アクチュエータ 3 2 2 の閉ループ・フィードバック制御を実施してもよい。例示的なステアリング機構および制御システムについては、図 5 A - 5 B を用いて後に説明する。

【 0 0 3 2 】

ロボット 1 0 0 は、モータサイクル 2 0 0 の第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 に連結される第 1 のブレーキ・アクチュエータ 3 2 6 をさらに含んでもよい。例えば、第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 は、アクセル 3 1 4 の前方に配置されるブレーキレバーであってもよい。第 1 のブレーキ・アクチュエータ 3 2 6 は、例えば、右アーム部 1 1 4 に連結される電動モータを含んでもよい。ただし、油圧シリンダ、又は空気圧シリンダなどの他のタイプのアクチュエータが使用されてもよい。

10

【 0 0 3 3 】

例えば、第 1 のブレーキ・アクチュエータ 3 2 6 は、リンク部材 3 3 0 を介して、第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 に接続されていてもよい。リンク部材 3 3 0 は、第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 に取り付けられたワイヤ、又は紐（図 6 A - 図 6 B において後述するねじれ紐 6 0 6 ）を含んでもよい。第 1 のブレーキ・アクチュエータ 3 2 6 は、制御部 3 0 4 から入力された第 3 の駆動信号に応じて、第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 を操作するよう構成されてもよい。特に、第 1 のブレーキ・アクチュエータ 3 2 6 は、制御部 3 0 4 から入力された第 3 の駆動信号に応じて第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 をブレーキ方向（例えばロボット 1 0 0 に向かう内方）に、又は非ブレーキ方向（例えばロボット 1 0 0 から離れる外方）に移動させてもよい。

20

【 0 0 3 4 】

第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 がブレーキ方向に移動すると、モータサイクル 2 0 0 のフロント・ブレーキによって加えられるブレーキ力が増大する。第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 が非ブレーキ方向に移動すると、フロント・ブレーキによって加えられるブレーキ力は減少する。

【 0 0 3 5 】

さらに、第 1 のブレーキ・アクチュエータ 3 2 6 は、トルクセンサ 3 3 2 を含んでもよい。トルクセンサ 3 3 2 は、第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 にかかるトルクを検出し、検出信号を制御部 3 0 4 に出力するように構成されてもよい。制御部 3 0 4 は、トルクセンサ 3 3 2 からのトルク検出信号に基づいて、ロボット 1 0 0 の右手部 1 1 8 に組み込まれフロント・ブレーキを移動させるか、又は作動させるように構成された機構に信号を与える。例えば、第 1 のブレーキ操作子 3 2 8 にかかるトルクが大きいほど、フロント・ブレーキによって付加されるブレーキ力が大きい。逆もまた同様である。

30

【 0 0 3 6 】

図 3 A に示すように、左足部 1 0 8 が左脚部 1 0 4 の先端に取り付けられている。特に、左足部 1 0 8 は、回転軸すなわち足首部 3 3 4 を中心に回転可能に、左脚部 1 0 4 に取り付けられてもよい。係止部材 3 3 6 が左足部 1 0 8 の先端に連結されており、係止部材 3 3 6 は、モータサイクル 2 0 0 のトランスミッション・ギアシフト操作子 3 3 8 に係止するように構成されている。シフト操作子 3 3 8 は、例えば、シフト・ペダルとして構成されてもよい。係止部材 3 3 6 は、シフト・ダウン位置とシフトアップ位置との間で、シフト操作子 3 3 8 を移動させ、エンジン 2 0 8 に連結されたトランスミッション（ギアボックスなど）のギア、又はトランスミッション比を変更するように構成されている。

40

【 0 0 3 7 】

図 3 B は、一実装例に係る、左足部 1 0 8 および左脚部 1 0 4 の拡大側面図を示す。図 3 B に示すように、係止部材 3 3 6 は凹部 3 4 0 を有する。係止部材 3 3 6 は、操作子 3 3 8 が凹部 3 4 0 によって挟まれるように、或いは、その中にあるように配置されている。

【 0 0 3 8 】

図 3 A - 図 3 B に示すように、ロボット 1 0 0 は、左脚部 1 0 4 に連結されたシフト・

50

アクチュエータ 3 4 2 を含む。シフト・アクチュエータ 3 4 2 は、左足部 1 0 8 を介してシフト操作子 3 3 8 にも連結されており、制御部 3 0 4 から入力された第 4 の駆動信号に基づいてシフト操作子 3 3 8 を操作するように構成されている。シフト・アクチュエータ 3 4 2 は、例えば、油圧シリンダ、又は空気圧シリンダであってもよい。アクチュエータが伸縮すると、左足部 1 0 8 が足首部 3 3 4 を中心として回転する。別の例では、シフト・アクチュエータ 3 4 2 が電動リニアモータを含んでもよい。別の例では、シフト・アクチュエータ 3 4 2 が、図 3 A に示すリンク部材 3 4 3 を介して左足部 1 0 8 に連結されていてもよい。シフト・アクチュエータ 3 4 2 がリンク部材 3 4 3 を介して左足部 1 0 8 を移動させることができるように、リンク部材 3 4 3 は、左足部 1 0 8 に取り付けられているワイヤ、又は紐（図 6 A および図 6 B において後述するねじれ紐 6 0 6 など）を含んでもよい。その他のアクチュエーション機構が使用されてもよい。

10

【 0 0 3 9 】

例示として、シフト・アクチュエータ 3 4 2 が収縮すると、左足部 1 0 8 によって、シフト操作子 3 3 8 が、図 3 A - 図 3 B の観者から見て反時計回りに回転する（すなわちシフト操作子 3 3 8 が下方に押し下げられる）。その結果、トランスミッションがシフト・ダウンする、すなわち高ギア比のギアにシフトする。一方、シフト・アクチュエータ 3 4 2 が伸張すると、シフト操作子 3 3 8 は、左足部 1 0 8 によって時計回りに回転し（すなわち、上方に移動し）、それにより、トランスミッションをシフトアップさせる、すなわち低ギア比のギアにシフトする。ただし、シフトアップおよびシフト・ダウンのためのシフト操作子 3 3 8 の操作方向は、これらの方向に限られない。

20

【 0 0 4 0 】

図 3 A に示すように、シフト・アクチュエータ 3 4 2 は、シフト操作子 3 3 8、又はシフト・アクチュエータ 3 4 2 の位置を検出するように構成されたポジションセンサ 3 4 4 を含んでもよい。ポジションセンサ 3 4 4 は、シフト操作子 3 3 8 の位置を示す検出信号を制御部 3 0 4 に出力する。制御部 3 0 4 は、この信号を使用して、シフト操作子 3 3 8 の位置を制御し、それにより、モータサイクル 2 0 0 のトランスミッション比を制御してもよい。

【 0 0 4 1 】

ロボット 1 0 0 は、クラッチ・アクチュエータ 3 4 6 を有する。クラッチ・アクチュエータ 3 4 6 は、モータサイクル 2 0 0 のクラッチ操作子 3 4 8 に接続されている。クラッチ操作子 3 4 8 は、左グリップ 3 1 6 の前方に配置されたクラッチレバーを含んでもよい。クラッチ・アクチュエータ 3 4 6 は、例えば、ロボット 1 0 0 の左アーム部 1 1 2 に取り付けられた電動モータを含んでもよい。クラッチ・アクチュエータ 3 4 6 は、リンク部材 3 5 0 を介して、クラッチ操作子 3 4 8 に接続されていてもよい。リンク部材 3 5 0 は、例えば、クラッチ操作子 3 4 8 に取り付けられたワイヤ、又は紐（図 6 A および図 6 B において後述するねじれ紐 6 0 6 など）であってもよい。他のアクチュエーション機構が用いられてもよい。

30

【 0 0 4 2 】

クラッチ・アクチュエータ 3 4 6 は、制御部 3 0 4 から入力された第 5 の駆動信号に基づいて、クラッチ操作子 3 4 8 を操作するように構成されている。具体的に、クラッチ・アクチュエータ 3 4 6 は、制御部 3 0 4 から入力される第 5 の駆動信号に基づいて、クラッチ切断位置、又はクラッチ接続位置にクラッチ操作子 3 4 8 を移動させる。

40

【 0 0 4 3 】

クラッチ操作子 3 4 8 が切断位置に移動すると（例えば、ロボット 1 0 0 に向かって内方に引っ張られると）、トランスミッションのクラッチが切断される。クラッチ操作子 3 4 8 が接続位置に移動すると（例えば、ロボット 1 0 0 から離れて解放されると）、トランスミッションのクラッチが接続される。さらに、クラッチ操作子 3 4 8 が完全接続位置と完全切断位置との間にある場合、クラッチは、部分的に接続された状態になる。

【 0 0 4 4 】

例えば、クラッチ・アクチュエータ 3 4 6 は、クラッチ操作子 3 4 8 の操作位置を検出

50

するように構成されたポジションセンサ 352 を有してもよい。ポジションセンサ 352 は、クラッチ操作子 348 の位置を示す検出信号を制御部 304 に出力するように構成されている。制御部 304 は、この信号を使用してクラッチ操作子 348 の位置を制御し、それにより、トランスミッション・クラッチの接続および切断を制御してもよい。

【0045】

図 3 A に示すように、右足部 110 が右脚部 106 の先端に連結されている。具体的には、右足部 110 は、右脚部 106 に回転可能に連結されており、足首部 354 を中心として回転するように構成されている。右足部 110 は、モータサイクル 200 の第 2 のブレーキ操作子 356 (リヤブレーキ・ペダルなど) を操作するように構成されている。具体的には、ロボット 100 は、右脚部 106 に連結されており右足部 110 を介して第 2 のブレーキ操作子 356 を操作するように構成された第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 を有してもよい。

10

【0046】

第 2 のブレーキ・アクチュエータ 35 は、例えば、油圧シリンダ、又は空気圧シリンダであってもよい。アクチュエータが伸縮すると、右足部 110 が足首部 354 を中心として回転する。別の例では、第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 は、電動リニアモータを含んでもよい。別の例では、第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 は、リンク部材 359 を介して右足部 110 に連結されていてもよい。第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 がリンク部材 359 を介して右足部 110 を移動させることができるように、リンク部材 359 は、右足部 110 に取り付けられているワイヤ、又は紐 (図 6 A および図 6 B において後述するねじれ紐 606 など) を含んでもよい。その他のアクチュエーション機構が使用されてもよい。

20

【0047】

第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 は、制御部 304 から入力される第 6 の駆動信号に応じて、第 2 のブレーキ操作子 356 を操作するように構成されていてもよい。例えば、第 6 の駆動信号がモータサイクル 200 のリヤブレーキを作動させる指令である場合、第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 は、このブレーキ指令に応じて、第 2 のブレーキ操作子 356 を下方に押し下げて、ブレーキ力を後輪 202 に加えるか、或いは増加させる。第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 は、第 2 のブレーキ操作子 356 を解放して、ブレーキ操作子 356 を上方に引っ張り上げてリヤブレーキを解放してもよい。ここで述べられているブレーキ方向および解放方向とは、例示のためであり、反対であってもよい。

30

【0048】

第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 は、トルクセンサ 360 を含んでもよい。トルクセンサ 360 は、第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 を介して第 2 のブレーキ操作子 356 にかかるトルクを示すセンサ情報を制御部 304 に送るよう構成されている。第 2 のブレーキ操作子 356 にかかるトルクが大きくなると、リヤブレーキにかかるブレーキ力が大きくなる。

【0049】

図 3 B を参照すると、本体フレーム 302 の後部は、シート部材 362 を含む。シート部材 362 は、例えばボルトや他の締結具によって、運転席 212 に取り付けられている。シート部材 362 は、モータサイクル 200 の操縦中にロボット 100 が着座状態を維持するように、例えば振動や空気抵抗などによってロボット 100 に加わる力を吸収するように構成されてもよい。このように、ロボット 100 は、制御部 304 からの指令、又は信号に基づいて、モータサイクル 200 を正確に操縦できる。さらに、或いは代替として、左右の手部 116, 118、及び、左右の脚部 104, 106 を介してモータサイクル 200 を保持することによって、ロボット 100 は、外乱力に抗して、着座状態を維持することができる。

40

【0050】

図 3 A に戻って参照すると、ロボット 100 は撮像装置 364 を含んでもよい。この撮

50

像装置 364 は、例えば、カメラ、光検知測距装置 (L I D A R)、電波検知測距装置 (R A D A R)、又は任意のタイプの撮像装置やそれらの組合せであってもよい。

【 0 0 5 1 】

例えば、撮像装置 364 は、ロボット 100 の頭部 120 に取り付けられていてもよい。他の例では、撮像装置 364 は、モータサイクル 200 に連結されていてもよい。撮像装置 364 は、ロボット 100 およびモータサイクル 200 の周囲環境の画像を取得し、その周囲環境を示す画像データを生成するように構成されている。撮像装置 364 は、生成した画像データを制御部 304 に出力し、それに応じて制御部 304 がロボット 100 及び / 又はモータサイクル 200 を制御することが可能である。

【 0 0 5 2 】

例えば、制御部 304 は、画像データを遠隔制御装置に送信してもよい。人間の運転者が、遠隔制御装置を介してロボット 100 およびモータサイクル 200 を操縦してもよく、人間の運転者は、ロボット 100 およびモータサイクル 200 の周囲環境の画像にアクセスしてもよい。この画像データによって、人間の運転者は操作子がロボット 100 およびモータサイクル 200 を安全かつ正確に操縦することが可能である。或いは、撮像装置 364 は、遠隔制御装置と直接無線通信を行ってもよく、遠隔制御装置に画像データを直接送信するように構成されてもよい。

【 0 0 5 3 】

ロボット 100 は、ロール角センサ 366 を含んでもよい。ロール角センサ 366 は、例えば、ロボット 100 の本体部 102 に連結されていてもよい。ただし、ロール角センサ 366 は、ロボット 100 の頭部 120 などの他の部分に連結されていてもよい。或いは、ロール角センサ 366 はモータサイクル 200 に連結されていてもよい。

【 0 0 5 4 】

ロール角センサ 366 は、例えば、モータサイクル 200 の左右のロール角を検出するように構成された慣性計測装置 (I M U) を含んでもよい。或いは、ロール角センサ 366 は、ロール角を検出するように構成された他のタイプのセンサ (光センサなど) を含んでもよい。ロール角センサ 366 は、モータサイクル 200 のロール角を示す検出信号を制御部 304 に出力するように構成されている。

【 0 0 5 5 】

このロボット 100 は、例えばロボット 100 の本体部 102 に連結可能なアンテナ 368 をさらに含んでもよい。ただし、アンテナ 368 は、頭部 120 などのロボット 100 の他の部分に取り付けられてもよい。或いは、アンテナ 368 は、モータサイクル 200 に取り付けられてもよい。アンテナ 368 は、図 7 を参照して後述するように、前述の遠隔制御装置からの操作信号を受信するように構成されていてもよい。アンテナ 368 は、制御部 304 に操作信号を出力するように、構成されてもよい。さらに、制御部 304 は、アンテナ 368 を介して遠隔制御装置に情報 (指令、センサ情報など) を送信してもよい。

【 0 0 5 6 】

図 3 A に示すように、制御部 304 は、メイン・コントローラ 370 を含んでもよい。メイン・コントローラ 370 は、例えば、プロセッサ (例えば、汎用プロセッサ、又はデジタル信号プロセッサ、グラフィックプロセッサ、又は特定用途向け集積回路 (A S I C) プロセッサなどの専用プロセッサ) を含んでもよい。プロセッサは、コンピュータが読み取り可能なプログラム指令を実行するように構成されてもよい。プロセッサは、ソフトウェア・コード化された機能に加えて、或いはその代替として、ハードコード化された機能を実行するように構成されてもよい。プロセッサは、本願明細書に記載されているメイン・コントローラ 370、又は制御部 304 により実行される任意の機能、又は機能の組合せを実行するようにプログラムされてもよい。

【 0 0 5 7 】

制御部 304 は、メイン・コントローラ 370 により実行されることでロボット 100 及び / 又はモータサイクル 200 を本願明細書に記載されているように操作可能とするプ

10

20

30

40

50

プログラム指令を記憶しているメモリ、又は任意のタイプのデータ記憶装置をさらに含んでもよい。データ記憶装置は、非一時的コンピュータ可読媒体、一時的コンピュータ可読媒体、又は非一時的コンピュータ可読媒体および一時的コンピュータ可読媒体の両方を含んでもよい。一態様では、非一時的コンピュータ可読媒体が、メイン・コントローラ370に全体的に或いは部分的に内蔵されていてもよい。別の態様では、非一時的コンピュータ可読媒体またはその一部分が、メイン・コントローラ370から分離されて別体であってもよい。

【0058】

非一時的コンピュータ可読媒体は、光メモリ、磁気メモリ、有機メモリ、又はその他のメモリ、又はディスク記憶装置などの揮発性や不揮発性のストレージ・コンポーネントを含むことができる。さらに、又は代替として、例えば、非一時的コンピュータ可読媒体が、例えば、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読出し専用記憶装置(ROM)、プログラマブル読出し専用メモリ(PROM)、消去及びプログラマブル読出し専用記憶装置(EPROM)、電氣的消去及びプログラマブル読出し専用記憶装置(EEPROM)、読出し専用コンパクトディスク(CD-ROM)または、別の記憶装置などを含むことができ、メイン・コントローラ370にデータまたはコンピュータが読み取り可能なプログラム指令を出力するように構成されている。

【0059】

制御部304は、ロボット100およびモータサイクル200のさまざまなアクチュエータを操作するように構成されたアクチュエータ制御モジュールをさらに含んでもよい。例えば、制御部304は、アクセル・アクチュエータ318を制御するように構成されたアクセル・モジュール372、第1のブレーキ・アクチュエータ326を制御するように構成された第1のブレーキ・モジュール374、第2の(後部)ブレーキ・アクチュエータ358を制御するように構成された第2のブレーキ・モジュール376、ステアリング・アクチュエータ322を制御するように構成されたステアリング・モジュール378、クラッチ・アクチュエータ346を制御するように構成されたクラッチ・モジュール380、シフト・アクチュエータ342を制御するように構成されたシフター・モジュール382、及び、以下に記載するアウトリガ・アクチュエータを制御するように構成されたアウトリガ・モジュール384を含んでもよい。制御部304とこれらのアクチュエータ制御モジュールとを、図7を用いて以下に説明する。

【0060】

III. 例示の横揺れ安定化システム(アウトリガシステム)

図4Aは、一実装例に係るアウトリガ400, 402を示すモータサイクル200の前面図である。上述したように、モータサイクル200が本願明細書では一例示として用いられる。以下に説明するアウトリガ400, 402は、停止したときに左右方向に不安定となるその他のタイプの乗り物で使用可能である。

【0061】

図4Aに示すように、左側のアウトリガ400は、第1の支持部材404と、第2の支持部材406と、展開部材408とを有する。第1の支持部材404、第2の支持部材406、および展開部材408の先端は、パッド410によって互いに接続されている。

【0062】

同様に、右側のアウトリガ402は、第1の支持部材412と、第2の支持部材414と、展開部材416とを有する。第1の支持部材412、第2の支持部材414、および展開部材416の先端は、パッド418によって互いに接続されている。支持部材404-406および展開部材408の基端が、図4Bを参照して後述するように、それぞれの回転軸でモータサイクルに回転可能に連結されている。

【0063】

図2では、アウトリガ402は(および図2には示されていないアウトリガ400もまた)、非展開状態、例えば収納状態にあり、乗り物本体206の両側面に沿って配置されている。他の例では、アウトリガ402は、非展開状態のまま、モータサイクル20の下

10

20

30

40

50

方に配置可能である。アウトリガ402は、モータサイクル200のリーンを妨げないように、他の位置または構成で、非展開状態に配置可能である。この非展開状態では、パッド418は、乗り物本体206の底部よりも上方に位置する。図4Aでは、アウトリガ400, 402は展開状態にあり、モータサイクル200の横方向に広がっている。この展開状態では、接地パッド410, 418は、乗り物本体206の底部よりも下方に配置される。特に、図4Aに示すようにモータサイクル200が垂直方向に直立した状態では、パッド410, 418は、地面(GR)に接触せず、代わりに、地面(GR)よりも上方の特定の高さに設定される。このように、モータサイクル200が垂直方向に関して左右にわずかに傾いていても、アウトリガ400, 402は展開可能である。

【0064】

モータサイクル200が垂直方向に関して所定の角度で傾斜すると、左右のパッド410, 418のうちの1つが地面(GR)と接触するようになる。地面(GR)と接触しているアウトリガは、モータサイクル200を横方向に安定化させ倒れないように、モータサイクル200を支持することができる。

【0065】

図4Bは、一実装例に係る左側のアウトリガ400を示す概略図である。図4Bに概略的に示すように、第1の支持部材404は、モータサイクルに回転軸420で回転可能に連結され、第2の支持部材406は、モータサイクルに回転軸422で回転可能に連結され、展開部材408は、回転軸424でモータサイクルに回転可能に連結されている。

【0066】

アウトリガ・アクチュエータ426は、アウトリガ400に連結されアウトリガ400を操作するように構成されている。アウトリガ・アクチュエータ426は、他の可能なアクチュエータのタイプの中でも、例えば、油圧シリンダ、電動リニアモータ、又は空気圧シリンダであってもよい。特に、アウトリガ・アクチュエータ426は、第1の支持部材404に連結されていてもよいが、他の実装例では、アウトリガ400の他の部材または部分に連結可能である。

【0067】

アウトリガ・アクチュエータ426は、制御部304から入力される第7の駆動信号に基づいて、アウトリガ400を操作してもよい。例えば、制御部304からの第7の駆動信号がアウトリガ400を作動させる指令である場合、アウトリガ・アクチュエータ426は、その信号を受信し、それに反応して、アウトリガ400を非展開状態から展開状態に移動させてもよい。

【0068】

一例では、アウトリガ400は、展開部材408に連結される付勢部材428(バネなど)により付勢されてもよい。付勢部材428は、アウトリガ400を展開状態に付勢するように構成されてもよい。規制または保持部材430が、アウトリガ・アクチュエータ426をアウトリガ400に(例えば第1の支持部材404に)連結させてもよく、付勢部材428の付勢力に抗してアウトリガ400を非展開状態に保持するように構成されてもよい。

【0069】

アウトリガ・アクチュエータ426が起動すると、保持部材430が解放され、付勢部材428の付勢力がアウトリガ400を下方に押し下げ、それにより、アウトリガ400を非展開状態から展開状態に切り換える。右側のアウトリガ402は、左側のアウトリガ400と同様に操作されるように構成されてもよい。

【0070】

図4Cは、一実装例に係るアウトリガ400の代替構成を示す。図4Cでは、展開部材408は、第1の拡張リンク432と、第2の拡張リンク434と、回転軸436とを含む。付勢部材428は、第2の拡張リンク434を第1の拡張リンク432から離すように付勢する付勢力を加える。アウトリガ・アクチュエータ426が起動して保持部材430が解放されると、付勢部材428が第2の拡張リンク434を押し、拡張リンク434

10

20

30

40

50

が回転軸 4 3 を中心として回転し、アウトリガ 4 0 0 を展開状態に配置する。矢印 4 3 8 の方向に回転軸 4 3 6 で押し下げることによって、展開部材 4 0 8 が折り重なり、アウトリガ 4 0 0 が展開状態から非展開状態に戻って切り換わり、保持部材 4 3 0 はアウトリガ・アクチュエータ 4 2 6 と再び連結される。

【 0 0 7 1 】

図 4 D は、一実装例に係る非展開状態にある図 4 C のアウトリガ 4 0 0 を示す斜視図であり、図 4 E は、展開状態にある図 4 C のアウトリガ 4 0 0 を示す斜視図である。図 4 D に示すように、保持部材 4 3 0 は、アウトリガ・アクチュエータ 4 2 6 をアウトリガ 4 0 0 の第 1 の支持部材 4 0 4 に接続するワイヤループの形をとる。ワイヤループは、本願明細書では一例として使用されており、保持部材 4 3 0 の操作を実装するのに他の技術を使用可能である。

10

【 0 0 7 2 】

展開部材 4 0 8 は、展開ラッチ 4 4 0 を含む。第 2 の拡張リンク 4 3 4 はカムプロファイル 4 4 2 を有する。カムプロファイル 4 4 2 は、アウトリガ 4 0 0 が図 4 D に示される非展開状態にある場合、展開ラッチ 4 4 0 を開位置で保持するように構成されている。付勢部材 4 2 8 は、ねじりばねや線形ばねという形をとり、アウトリガ 4 0 0 の構造部材内（例えば第 2 の拡張リンク 4 3 4 内）に埋め込まれることができる。これらのばねは、第 1 の拡張リンク 4 3 2 から離れるように第 2 の拡張リンク 4 3 2 を押し付ける力およびモーメントを加えるように構成されている。ただし、ワイヤループ 4 3 0 は、第 2 の拡張リンク 4 3 4 が回転軸 4 3 6 を中心として回転しないようにして、アウトリガ 4 0 0 を非展開状態に保持する。

20

【 0 0 7 3 】

アウトリガ・アクチュエータ 4 2 6 が起動する（例えば、空気圧シリンダが収縮する）と、ワイヤループ 4 3 0 が解放され、付勢部材 4 2 8 は、第 1 および第 2 の拡張リンク 4 3 2 , 4 3 4 を互いに離れるように押す。それにより、第 1 および第 2 の拡張リンク 4 3 2 , 4 3 4 は回転軸 4 3 6 を中心として互いに回転し、アウトリガ 4 0 0 が図 4 E に示す展開状態に切り換わる。図 4 E に示すように、展開ラッチ 4 4 0 が閉止して、第 2 の拡張リンク 4 3 4 と第 1 および第 2 の支持部材 4 0 4 , 4 0 6 とを伸張位置に固定する。それにより、アウトリガ 4 0 0 が展開される。アウトリガ 4 0 2 は、アウトリガ 4 0 0 と同様の構成要素を含んでもよく、アウトリガ 4 0 2 と同様に操作されてもよい。

30

【 0 0 7 4 】

図 4 F は、一実装例に係るモータサイクル 2 0 0 に取り付けられたアウトリガ 4 0 2 を示すロボット 1 0 0 およびモータサイクル 2 0 0 を示す斜視図であり、図 4 G は、図 4 F に示すアウトリガ 4 0 2 の拡大図である。図 4 F および図 4 G に示すように、アウトリガ 4 0 2、具体的には第 1 の支持部材 4 1 2 は、スイングアーム 4 4 を介して回転軸 4 4 6 でモータサイクル 2 0 0 の後端付近に取り付けられてもよい。第 2 の支持部材 4 1 4 は、回転軸 4 4 8 でモータサイクル 2 0 0 に回転可能に連結されてもよい。図 4 F - 図 4 G に示していないアウトリガ 4 0 0 は、モータサイクル 2 0 0 に同様に取り付けられてもよい。

【 0 0 7 5 】

図 4 F および図 4 G はモータサイクル 2 0 0 に連結されたアウトリガ 4 0 2 を示しているが、他の実装例では、アウトリガ 4 0 0 , 4 0 2 がロボット 1 0 0 に連結されてもよい。例えば、支持部材 4 1 2 , 4 1 4 と展開部材 4 1 6 とは、ロボット 1 0 0 の右足部 1 1 0 に連結可能である。

40

【 0 0 7 6 】

いくつかの条件によって、アウトリガ 4 0 0 , 4 0 2 が展開されてもよい。例えば、ロボット 1 0 0 およびモータサイクル 2 0 0 は、人間が操作する遠隔制御装置によって遠隔制御されてもよい。遠隔制御装置は、ボタンまたは類似のユーザ・インタフェース・アイテムを有してもよく、押圧、すなわち選択されたときに、アウトリガ 4 0 0 , 4 0 2 を展開するようモータサイクル 2 0 0 に命令する信号を制御部 3 0 4 に送信する。これに回答

50

して、制御部 304 は、アウトリガを展開する信号をアウトリガ・アクチュエータのうち
の 1 つ以上（例えばアウトリガ・アクチュエータ 426）に送信してもよい。

【0077】

別の例では、遠隔制御装置は、緊急の場合に、押圧、すなわち選択されたときに緊急時
信号が制御部 304 に送信されてアウトリガ 400, 402 を展開する緊急ボタンを有し
ていてもよい。別の例では、制御部 304 は、モータサイクル 200 の速度が、モータサ
イクル 200 をバランス状態に維持するには不十分である閾速度（5 マイル / 時など）よ
りも低いと検出すると、制御部 304 は、このような低速度は緊急時を示し、安全性の理
由でアウトリガ 400, 402 を展開することを決定してもよい。

【0078】

図 4H は、一実装例に係る、さまざまなシナリオ下のアウトリガ 400, 402 の操作
を示す空気回路 450 を図示する。回路 450 は空圧システムを示すが、油圧システムま
たは他のアクチュエーション機構を代わりに使用可能である。回路 450 の構成要素は、
モータサイクル 200、又はロボット 100、又はその両方とも連結されてもよい。

【0079】

回路 45 は、開口すると、圧縮空気が加圧流体（すなわち、この場合は加圧空気または
加圧ガス）源として作動する空気タンク 454 を充填することのできる充填バルブ 452
を含む。ダイヤルゲージ 456 が、タンク 454 内の加圧ガスの圧力レベルを視覚的に示
してもよく、圧力変換器 458 がその圧力レベルを示す信号を制御部 304 に送るよう
に構成されてもよい。

【0080】

第 1 のバルブ 460 が、タンク 454 と空気シリンダ 464, 470 との間の第 1 の流
路 462 に配置されている。シリンダ 464 は、動作することで、対応するアウトリガ（
アウトリガ 400 など）を展開させるアウトリガ・アクチュエータ（アウトリガ・アク
チュエータ 426 など）を表してもよい。シリンダ 470 は、他のアウトリガ（アウトリガ
402 など）に対応するアウトリガ・アクチュエータであってもよい。同様に、第 2 のバ
ルブ 466 は、タンク 454 とシリンダ 464, 470 との間の第 2 の流路 468 に配置
されている。

【0081】

例えば、第 1 のバルブ 460 は、ソレノイドによって電氣的に操作される常閉バルブで
あってもよい。従って、電気信号が制御部 304 から受信され、バルブ 460 を作動させ
、シリンダ 464, 470 に加圧流体を流すことができるまで、バルブ 460 は、タンク
454 からシリンダ 464, 470 への第 1 の流路 462 を遮断する。

【0082】

また、例えば、第 2 のバルブ 466 は、ソレノイドによって電氣的に操作される常開バ
ルブであってもよい。従って、電気信号が制御部 304 から受信されてバルブ 466 を閉
止するまで、バルブ 466 は開いたままであり、結果として、第 2 の流路 468 をシリ
ンダ 464, 470 まで遮断する。信号がバルブ 466 のソレノイドに連続的に送られると
、バルブ 466 は閉じたままであり、シリンダ 464, 470 への第 2 の流路 468 を遮
断する。

【0083】

回路 450 の例示的な操作では、バルブ 466 を閉状態に設定して第 2 の流路 468 を
遮断するために、制御部 304 は信号をバルブ 466 に連続的に送る。しかし、緊急事態
、すなわち、モータサイクルの速度が閾速度を下回って減少すると、バルブ 466 への電
力または信号が中断される可能性がある。その結果、バルブ 466 は、その常開状態に切
り換わり、加圧流体を逆止弁 472 を通してシリンダ 464, 470 に流すことができ、
それにより、アウトリガが展開する。

【0084】

ほぼ同時に、加圧流体もまた、ロボット 100 に取り付けられているリヤブレーキ・ア
クチュエータ 474 へと流れる（図 4G にも示されている）。バルブ 466 から電力が遮

10

20

30

40

50

断されると、リヤブレーキ・アクチュエータ474がモータサイクル200の第2のブレーキ・アクチュエータ358をオーバーライドして、リヤブレーキを加えるように構成されてもよい。具体的には、リヤブレーキ・アクチュエータ474は、シリンダ464, 470と同様のシリンダを含んでもよい。加圧流体がアクチュエータ474のシリンダまで流れると、シリンダが収縮してもよく、それにより、右足部11が第2のブレーキ操作子356を押圧する。

【0085】

非緊急事態、すなわち通常操作中では、制御部304は、例えば遠隔制御装置から指令を受信し、アウトリガ400-402の展開を要求してもよい。別の例では、制御部304がアウトリガを展開することを自動的に決定してもよい。これらの例では、制御部304は、常閉止されているバルブ460に信号を送信して、バルブ460を起動させ、バルブ460閉状態から開状態に切り換えてもよい。その結果、加圧流体は第1の流路462を通過してシリンダ464, 470まで流れて、アウトリガ400-402を展開できる。

【0086】

回路450は、外気に余剰ガスを解放して空圧システムの圧力を減少させるように構成されたリリース弁476を含んでもよい。

【0087】

IV. 例示のステアリング機構

ロボット100は、2つのアーム112, 114を有する。これらのアームは、モータサイクル200を操縦するために、モータサイクル200のハンドルバー308のハンドルを握持してもよい。いくつかの例では、2つのアーム112, 114のそれぞれが、対応するアクチュエータ機構により制御されてもよい。代替例では、本願明細書に開示されるように、ステアリング・システムは、両アーム112, 114を制御するように構成されたアクチュエータ機構を使用する。本願明細書において開示されているステアリング・システムは、軽量化し、ロボット100がより正確に人間のライダーを模倣し、モータサイクル200のダイナミクス(dynamics)をより正確にフィードバックすることができるように、軽量の構成要素および少数のアクチュエータを使用する。

【0088】

図5Aは、一実装例に係るステアリング機構500の斜視図を示し、図5Bは、一実装例に係るステアリング機構500の上面図を示す。ステアリング機構500は、ロボット100のアーム112, 114と、モータサイクル200のハンドルバー308を構成する左右のハンドルバー502, 504とを含む。ハンドルバー502, 504は、回転軸506で互いに連結され、かつ回転軸506に対して回転するように構成されている。

【0089】

図5A-5Bに示すように、単一の回転式アクチュエータ508は、回転軸506に対するハンドルバー502, 504の回転角を制御するように構成されている。回転式アクチュエータ508は、図3Aに関して上述したステアリング・アクチュエータ322に対応する。回転式アクチュエータ508は、第1のリンク510を介して左アーム部112に接続されるか連結されており、第2のリンク512を介して右アーム部114に接続されるか連結されている。

【0090】

図5Bに示すように、第2のリンク512、アーム114、およびハンドルバー504は、四節機構を形成する。この四節機構では、仮想バー514および仮想バー516が平行で長さが等しく、同様に、仮想バー518および仮想バー520が平行で長さが等しい。同様の四節機構が、ロボット100の左側用に存在するが、図面における視覚的な混乱を低減させるために図5Bには示されていない。この2つの四節機構は互いに対称であり、例えば、回転式アクチュエータ508の中心と回転軸506の中心とを接続する仮想ラインを中心として対称である。

【0091】

例えば、四節機構(すなわち、リンク512、アーム114、およびハンドルバー50

10

20

30

40

50

4の幾何学的形状)のリンク部の幾何学的形状は、回転式アクチュエータ508の回転角度とハンドルバー502, 504のそれぞれの角度とが回転軸506に関して1:1の比率となっている。従って、回転式アクチュエータ508の回転角度とモータサイクル200のステアリング角との間には、1:1の比率が存在する。

【0092】

この構成によって、ハンドルバー502, 504が自由に移動できる状態で、ハンドルバー502, 504のステアリング・トルク荷重が両組の四節機構のリンク装置間で共有可能である。さらに、ステアリング角が回転式アクチュエータの角度と同じであるので、1:1の比率によってステアリング制御が簡単になる。

【0093】

1つのアームを使用するよりも2つのアーム112, 114でステアリングを制御する利点は、ハンドルバー502, 504にかかる荷重のバランスがとれることである。片腕のステアリング・システムは、1つのアームがトルクの合力を受けることになるが、2アームのステアリング・システムでは、アーム112, 114の荷重が互いに相殺されるので、回転中に付加的な合力を受けることはない。従って、ステアリング・システム500を使用する結果として、回転式ステアリング・アクチュエータ508を支持する力が低くなり、それにより、より軽量の支持構造を使用することができる。

【0094】

さらに、ステアリング機構500は、回転式アクチュエータ508の水平方向の移動を調節することができ、或いは、回転軸506の軸522(図5Aに示す)に対して、回転式アクチュエータ508を配置する際の位置合わせ不良/誤差が生じるのを調節できる。このような調節は、上述の四節機構のリンク部によって回転式アクチュエータ508に設定される空間的な規制から生じる。従って、高精度な製造費が軽減されることで、ステアリング・システム500の構成要素の製造費を低減することができる。

【0095】

例えば、標準的な平坦なピン継手が四節機構の頂点(図5Bの仮想バー514-520で示される四節機構の頂点など)に配置されてもよい。加えて、アーム112, 114の長さに沿った軸を中心とする受動回転自由度が含まれてもよい。このことは、回転式軸受を手首の前の前腕の端部に配置することで達成可能である。例えば、回転式軸受が、図5Aに示される位置524および526に設定可能である。このことによって、アクチュエータ・ステアリング機構500を運動中に固定させずに構成要素の多少の位置ずれが許容される。

【0096】

さらに、諸例では、アーム112, 114のそれぞれが線形力覚センサを含んでもよい。線形力覚センサは、さまざまな位置に設置可能である。例えば、線形力覚センサは、図5Aに示される前腕528, 530の長さに沿って設置可能である。

【0097】

ハンドルバー502, 504に加わる全体の力は、2つの線形力覚センサによって、得られる力測定値の差によって決定可能である。例えば、全体の力がゼロである場合、ステアリング機構500によってトルクがハンドルバー502, 504にかからない。この例では、トルクを線形力覚センサから正確に計算するために、手首の角度を考慮し、これらの角度を測定するために回転式ポジションセンサが位置524, 526に追加されてもよい。

【0098】

例えば、トルクセンサ532が回転式アクチュエータ508に取り付けられて、余剰なトルクを検知してもよい。トルクセンサ532は、図3Aに関して上述したトルクセンサ324に対応する。さらに、角位置センサが回転式アクチュエータ508及び/又は回転軸506に取り付けられて、余剰な回転位置を検出してもよい。

【0099】

操作中、ステアリング機構500は、制御部304からの位置指令およびトルク指令を

10

20

30

40

50

受信してもよい。制御部 304 は、モータサイクル 200 のダイナミック・モデルを含んでもよく、ロボット 100 およびモータサイクル 200 に連結されたセンサからの入力を受信してもよい。例えば、制御部 304 は、モータサイクル 200 の速度、リーン角、機首方位、およびさまざまなアクチュエータの状態を示すセンサ情報を受信してもよい。この情報に基づいて、制御部 304 は、モータサイクル 200 を操作するアクチュエータに、スロットル、クラッチ、シフター、ステアリングなどを制御し、モータサイクル 200 を所望の速度および軌跡で移動を保つよう出力または指令を決定してもよい。ステアリング機構 500 は、制御部 304 から入力されるトルクおよび回転位置またはステアリング角の指令を受信してもよく、回転式アクチュエータ 508 はそれに応じて回転して、指令されたトルクおよびステアリング角を達成する。

10

【0100】

図 5 A - 5 B に示す実装例は回転式アクチュエータを含んでいるが、他のタイプのアクチュエータを使用してもよい。例えば、油圧シリンダ、空圧シリンダなどの線形アクチュエータや、電気リニアモータが代わりに使用可能である。線形アクチュエータの第 1 の端部が、第 1 のリンク 510 に連結されてもよく、線形アクチュエータの第 2 の端部が、第 2 のリンク 512 に連結されてもよい。この構成では、線形アクチュエータの線形位置（油圧シリンダ内のピストンの線形位置など）によって、第 1 のハンドルバー 502 および第 2 のハンドルバー 504 が回転軸 506 に対してなす角度、すなわちステアリング角が決定される。

【0101】

20

図 5 A および図 5 B に示す構成は、2つのハンドルバー 502, 504 に分割され、回転軸 506 を介して連結されるハンドルバーを含んでいるが、他の例では、単一の分割されないハンドルバーを使用可能である。左アーム部 112 がハンドルバーの第 1 の端部に連結されてもよく、右アーム部 114 がハンドルバーの第 2 の端部に連結されてもよい。この場合、第 1 のリンク 510、左アーム部 112、およびハンドルバーの一部が、第 1 の四節機構を形成するのに対して、第 2 のリンク 512、右アーム部 114、およびハンドルバーの別の部分が第 2 の四節機構を形成する。

【0102】

V. 例示のねじれ紐アクチュエータ

上述したように、リンク部材 330, 343, 350, 359 は、ねじれ紐であってもよい。これらのねじれ紐は、対応するアクチュエータ、すなわち、アクチュエータ 326, 342, 346, 358 それぞれによって捩じられると、その長さを変化させて力を加える。本開示のこのセクションでは、回転式アクチュエータおよびそれに連結されるねじれ紐を含む例示的なねじれ紐アクチュエータの構成要素および動作について説明する。

30

【0103】

図 6 A は、一実装例に係るねじれ紐式アクチュエータ (TSA) 600 を示し、図 6 B は、一実装例に係る TSA 600 の要素の拡大断面図を示す。TSA 600 は、アクチュエータ頭部 602、伝達チューブ 604、およびねじれ紐 606 を含む。ねじれ紐 606 は、例えば、リンク部材 330, 343, 350, 又は 359 のいずれかを示していてもよい。

40

【0104】

ねじれ紐 606 を介して伝わるトルクおよび力の両方がプレート 610 に伝達されるように、ねじれ紐 606 の第 1 の端部 608 は、プレート 610 に堅固に接続されている、プレート 610 は、上述の操作子 328, 338, 348, 又は 356 のいずれかを示していてもよい。従って、対応するアクチュエータ 326, 342, 346, 又は 358 の動作により誘導されるねじれ紐 606 を通る力とその長さの変化によって、操作子 328, 338, 348, 又は 356 に力を加え運動を与えることとなる。

【0105】

ねじれ紐 606 の第 2 の端部 612 (図 6 B に示す) は、アクチュエータ頭部 602 のロータまたは他の構成部品に取付けられている。それにより、ねじれ紐 606 を通って伝

50

わる力が、プレート610とアクチュエータ頭部602との間に伝達される。

【0106】

TSA600は、トルク及び/又は回転をねじれ紐606の第2の端部612に加えることによって、力を生成し、且つ/又はアクチュエータ頭部602とプレート610との間の変位を誘導するように操作可能である。この力及び/又は変位によって、対応する操作子が移動し、且つ/又は、力及び/又はトルクを加える。さらに、又は代替として、ねじれ紐606の第2の端部612に加わるトルクを低減、除去、又は変化させることによって、アクチュエータ頭部602とプレート10との間の力を低減させるように、TSA600を動作させることができる。

【0107】

伝達チューブ604は、単一で直線の剛性チューブとして図示されているが、他の例では、伝達チューブ604が曲線状で蛇行していてもよく、又は他の形状を有していてもよい。さらに、又は代替として、伝達チューブ604は可撓性を有してもよい。いくつかの例では、伝達チューブ604は、長手方向の力に耐えることができると共に、例えばTSA600の動作中に屈曲する継手の周囲で曲がることことができる。すなわち、伝達チューブ604およびその中に部分的に含まれるねじれ紐606は、ボードンケーブルの外側ハウジングおよび内側ケーブルのそれぞれに類似するように構成可能である。

【0108】

さらに、伝達チューブ604は調整可能であるように構成されてもよいので、TSA600の特性が調整可能である。例えば、伝達チューブ604は、固定可能であり、且つ/又は、作動される伸縮要素を含んでもよい。伝達チューブ604の全長(すなわち、アクチュエータ頭部602と、ねじれ紐606が表れる伝達チューブ604の端部との間の長さ)が、TSA600の可動域、トランスミッション比、又はいくつかの他の特性を制御するように可変であり、且つ/又は制御されてもよい。

【0109】

図6Bに示すように、TSA600は、ハウジング614を含み、ハウジング614は、伝達チューブ604の一部分と、ねじれ紐606の一部分(第1および第2のストランド606a, 606bを含む)と、ロードセルおよびエンコーダ616と、スラスト軸受618と、伝送ブロック620と、フリクション・クラッチ622と、モータ624とを含む。

【0110】

ハウジング614、伝達チューブ604、ロードセルおよびエンコーダ616、スラスト軸受618のステータ要素およびモータ624のステータ要素は、機械的に堅固に連結されている。ねじれ紐606の第2の端部612、伝送ブロック620、およびフリクション・クラッチ622の第1端部は、機械的に堅固に接続されている。フリクション・クラッチ622の第2の端部およびモータ624のロータ要素は、堅固に接続されている。

【0111】

モータ624は、ハウジング614とフリクション・クラッチ622の第2の端部との間にトルクを生成するように操作可能である。このトルクは、フリクション・クラッチ622および伝送ブロック620を通してねじれ紐606に伝達可能であり、TSA600がアクチュエータ頭部602とプレート610との間にトルク、及び/又は、力を加えることになる。さらに、このトルクによって、ねじれ紐606がその長さを変化させ、アクチュエータ頭部602とプレート610との間を変位することとなる。

【0112】

フリクション・クラッチ622は、モータ624と伝送ブロック620との間で伝達するトルクが特定のトルク・レベルを超えないように構成可能である。特定のトルク・レベルは、TSA600によって、アクチュエータ頭部602とプレート610との間に加えられる力が特定の力レベルを超えないように選択または設定可能である。特定の力のレベルは、特定のトルク・レベルと、ねじれ紐606の長さ、及び、ねじれ紐606のストランド606a, 606bのねじれのピッチに関連したTSA600の伝達比に関連してい

10

20

30

40

50

てもよい。

【0113】

ロードセルおよびエンコーダ616は、ねじれ紐606の第2の端部612を通過して伝わる力と、ねじれ紐606の第2の端部612の回転とを測定するように構成されている。ロードセルは、圧電素子、ひずみゲージ、又は他の要素を含んでもよい。ねじれ紐606の第2の端部612から伝達チューブ604およびアクチュエータ頭部602に伝わる力を信号すなわち伝達された力を示す値に変換ように構成されている。エンコーダは、(例えば、伝送ブロック620、ねじれ紐606、及び/又は、スラスト軸受618のロータの絶対回転または相対的回転を検出することによって)、直接的に、及び/又は、間接的にねじれ紐606の第2の端部612の絶対回転、及び/又は、相対的回転を測定することの可能な光学要素または他の要素を含んでもよい。

10

【0114】

例えば閉ループ・フィードバック制御を使用して、TSA600を操作するのにロードセルおよびエンコーダ616からの情報が使用可能である。例えば、ロボット100の制御部304は、ロードセルおよびエンコーダ61を使用して検出された力、及び/又は、回転に基づいて、モータ624を操作して、ねじれ紐606に一定の力を発生させ、ねじれ紐606の第2の端部612を一定に回転させ、又はねじれ紐606の長さを特定に変化させることができる。

【0115】

さらに、又は代替として、制御部304は、TSA600及び/又はプレート610の他の検出可能パラメータを得るように構成可能である。例えば、制御部304は、ねじれ紐606の記憶された、知られている、又は、決定された現在の長さ、及び/又は、ねじれのレベルに基づいて、アクチュエータ頭部602とプレート610との間の線形変位の指定された速度に対応するねじれ紐606の第2の端部612の回転速度を決定するように構成可能である。制御部304は、モータ624を操作することにより指定された線形変位の速度を得て、線形変位の速度に対応する回転速度を得るようにTSA600を操作できる。

20

【0116】

ねじれ紐606およびねじれ紐606の個々のストランド606a、606bの特性は、用途に応じていくつかの制約を満たし、且つ/又は、いくつかの特性を有するように特定可能である。例えば、ねじれ紐606が特定の強度、耐疲労性、伝達比、コンプライアンス、又は他の特性を有するように、ストランド606a、606bの直径および組成を選択してもよい。いくつかの例では、ねじれ紐606のストランド606a、606bは、超高分子量ポリエチレン、又は他の高強度で低屈曲半径、低内摩擦、高剛性の材料から全体的または部分的に構成されてもよい。

30

【0117】

TSA600は、ストランド606a、606bのように2つのストランドを有する紐を含んでもよく、或いは、3つ以上のストランドを含んでもよい。2つ以上のストランドの配置を制御し、且つ/又は特定できる。いくつかの例では、伝送ブロック620の構成によって、又は、伝送ブロック620の両側のストランドの端部を互いに取り付け、且つ/又は作動要素に取り付ける方法によって、2つ以上のストランドの配置を制御可能である。

40

【0118】

図6A-6Bに示すTSA600は、本願明細書において記載されているねじれ紐アクチュエータの1つの実装例である。代替の、さらなる、少しの、且つ/又は、異なる構成の構成要素を含むTSAの他の構成が予想される。TSAは、用途に応じて、複数のねじれ紐、異なる数のストランド、複数のモータ、2つの回転アクチュエータ(すなわち、ねじれ紐の各端部に連結された回転アクチュエータ)により動作するねじれ紐、2つ以上の伝達チューブ、異なる構成の伝達チューブ、動作要素へのさまざまな取り付け位置、及び/又は、取り付け手段、又は他の構成を含んでもよい。

50

【 0 1 1 9 】

V I . 例示のロボット制御システム

図 7 は、一実装例に係るロボット制御システム 7 0 0 のブロック図である。図 7 に示すように、ロボット制御システム 7 0 0 は、制御部 3 0 4 と、遠隔制御装置 7 0 2 とを含む。制御部 3 0 4 は、メイン・コントローラ 3 7 0 およびアクチュエータ制御モジュール 3 7 2 - 3 8 4 を含む。

【 0 1 2 0 】

図 3 A に関して上述したように、制御モジュール 3 7 2 - 3 8 4 は、ロボット 1 0 0 およびモータサイクル 2 0 0 のさまざまなアクチュエータを制御するように構成されている。具体的には、アクセル・モジュール 3 7 はアクセル・アクチュエータ 3 1 8 を制御するように構成され、第 1 のブレーキ・モジュール 3 7 4 は第 1 のブレーキ・アクチュエータ 3 2 6 を制御するように構成され、第 2 のブレーキ・モジュール 3 7 6 は第 2 の（後部）ブレーキ・アクチュエータ 3 5 8 を制御するように構成され、ステアリング・モジュール 3 7 8 はステアリング・アクチュエータ 3 2 2（回転式アクチュエータ 5 0 8 など）を制御するように構成され、クラッチ・モジュール 3 8 0 はクラッチ・アクチュエータ 3 4 6 を制御するように構成され、シフター・モジュール 3 8 2 はシフト・アクチュエータ 3 4 2 を制御するように構成され、アウトリガ・モジュール 3 8 4 はアウトリガ・アクチュエータ（アウトリガ・アクチュエータ 4 2 6 など）を制御するように構成されている。アウトリガ・モジュール 3 8 4 は、モータサイクル 2 0 0 またはロボット 1 0 0 に連結可能である。

【 0 1 2 1 】

例えば、アクチュエータ制御モジュール 3 7 2 - 3 8 4 は、メイン・コントローラ 3 7 0 と共に制御部 3 0 4 内に含まれていてもよい。他の例では、アクチュエータ制御モジュール 3 7 2 - 3 8 4 はコントローラ 3 7 0 から分離していてもよく、それぞれのプロセッサによって実行されることで、それぞれのアクチュエータを制御する指令によってプログラムされた専用のプロセッサおよびメモリをそれぞれが有していてもよい。

【 0 1 2 2 】

アクチュエータ制御モジュール 3 7 2 - 3 8 4 は、メイン・コントローラ 3 7 0 と有線通信または無線通信されていてもよい。アクチュエータ制御モジュール 3 7 2 - 3 8 4 は、メイン・コントローラ 3 7 0 に情報を送り、メイン・コントローラ 3 7 0 からの指令を受信してそれぞれのアクチュエータを動作させてもよい。

【 0 1 2 3 】

上で述べたように、メイン・コントローラ 3 7 0 は、少なくとも 1 つのプロセッサと、プログラム指令が記憶されているメモリすなわちデータ記憶装置とを含む。メイン・コントローラ 3 7 0 は、車載エンジン制御部（ECU）7 0 4 と有線通信または無線通信してもよく、乗り物の ECU 7 0 4 からモータサイクル 2 0 0 の制御情報を受信するように構成されてもよい。モータサイクル 2 0 0 の制御情報は、例えば、車速、エンジン回転速度、トランスミッション・ギア位置などを含んでもよい。車速は、前輪 2 0 4 または後輪 2 0 2 の回転速度であってもよい。

【 0 1 2 4 】

メイン・コントローラ 3 7 0 は、遠隔制御装置 7 0 2 から（例えばアンテナ 3 6 8 を介して）操作信号をさらに受信してもよい。操作信号、ECU 7 0 4 からの制御情報、およびロール角センサからのロール角情報に基づいて、メイン・コントローラ 3 7 0 は、指令信号をアクチュエータ制御モジュール 3 7 2 - 3 8 4 に送信して、それに応じてこれらそれぞれのアクチュエータを操作してもよい。

【 0 1 2 5 】

遠隔制御装置 7 0 2 は、ロボット 1 0 0 から離れて配置されてもよい。遠隔制御装置 7 0 2 は、操作部 7 0 6 およびディスプレイ 7 0 8 を含んでもよい。操作部 7 0 6 は、例えば、ジョイスティックを含んでもよい。遠隔制御装置 7 0 2 のオペレータは、操作部 7 0 6 を介してアクセル指令およびステアリング指令を入力できる。アクセル指令は、加速指

10

20

30

40

50

令または減速指令であってもよく、ステアリング指令は、左旋回指令または右旋回指令であってもよい。

【0126】

操作部706は、これらの指令を示す信号をメイン・コントローラ370に送信する。例えば、ジョイスティックが前傾されると、操作部706は、ジョイスティックの傾斜量に基づいて、メイン・コントローラ370に加速指令を送信する。ジョイスティックが後傾されると、操作部706は、傾斜量に基づいて、メイン・コントローラ370に減速指令を伝える。ジョイスティックが左方に傾けられると、操作部706は、左方への傾斜量に基づいて、メイン・コントローラ370に左旋回指令を送信する。ジョイスティックが右方に傾けられると、操作部706は、右方への傾斜量に基づいて、メイン・コントローラ370に右旋回指令を送信する。

10

【0127】

ジョイスティックが本願明細書において一例として用いられているが、操作部706は、ジョイスティック以外の装置またはユーザ・インタフェースであってもよい。例えば、操作部706は、オペレータが加速指令およびステアリング指令を出力するのに使用可能なユーザ・インタフェース・アイテムを有するタッチ・スクリーンを含んでもよい。

【0128】

ディスプレイ708は、撮像装置364から受信した画像データに基づいて画像またはビデオを受信し表示するように構成されてもよい。これらの画像またはビデオは、ロボット100およびモータサイクル200の周囲環境をオペレータに通知して、操作部706を介して、オペレータがモータサイクル200を適切に加速し、減速し、ステアリング操作できるようにしてもよい。

20

【0129】

例えば、メイン・コントローラ370は、撮像装置346から受信した画像データを分析し、この画像データに基づいて、ロボット100およびモータサイクル200の走行路上のあらゆる障害物を確認するように構成されてもよい。ついで、メイン・コントローラ370は、障害物を避けてモータサイクル200を安全に操縦するように、ステアリング指令およびアクセル指令を決定してもよい。

【0130】

メイン・コントローラ370は、アクセル指令およびステアリング指令を受信し、それに応じて、アクチュエータ制御モジュール372-384に信号を送ってもよい。具体的には、メイン・コントローラ370は、スピード・コントローラ710を含んでもよく、このスピード・コントローラ710は、ソフトウェア・モジュール、ハードウェア・コンポーネント、又はその組合せを含んでもよい。スピード・コントローラ710は、アクセル指令を受信して、それに応じて、アクセル・モジュール372、第1のブレーキ・モジュール374、および第2のブレーキ・モジュール376に信号を送信して、命令された加速/減速を達成してもよい。

30

【0131】

特に、スピード・コントローラ710は、アクセル指令に基づいて、アクセル314の目標操作位置を決定してもよい。スピード・コントローラ710は、目標操作位置を示す指令信号をアクセル・モジュール372に送信してもよい。そして、アクセル・アクチュエータ318のポジションセンサ320により検出された実際のアクセル314の操作位置が目標操作位置に近づくように、アクセル・モジュール372はアクセル・アクチュエータ318に信号を生成してもよい。

40

【0132】

特に、加速指令として、アクセル・モジュール372は、アクセル・アクチュエータ318に第1の駆動信号を出力して、エンジン208のスロットルを開くか、又は、さらに開くようにアクセル314を操作する。減速指令として、アクセル・モジュール372は、アクセル・アクチュエータ318に信号を出力して、エンジン208のスロットル開度を減少させるようにアクセル314を操作する。さらに、減速指令として、スピード・コ

50

ントローラ 710 は、第 1 のブレーキ・アクチュエータ 326 の第 1 の目標トルクと、第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 の第 2 の目標トルクとを決定してもよい。スピード・コントローラ 710 は、第 1 の目標トルクを示す指令信号を第 1 のブレーキ・モジュール 374 に、第 2 の目標トルクを示す指令信号を第 2 のブレーキ・モジュール 376 に送信する。

【0133】

第 1 の目標トルクを達成するために、トルクセンサ 332 により検出された第 1 のブレーキ操作子 328 のトルクが第 1 の目標トルクに近づくように、第 1 のブレーキ・モジュール 374 は第 1 のブレーキ・アクチュエータ 326 に信号を送信する。同様に、トルクセンサ 360 により検出された第 2 のブレーキ操作子 356 のトルクが第 2 の目標トルクに近づくように、第 2 のブレーキ・モジュール 376 は第 2 のブレーキ・アクチュエータ 358 に信号を送信する。アクセル指令に変更がない場合、アクセル・モジュール 372 は、アクセル 314 をその現在の操作位置に保持する。

10

【0134】

メイン・コントローラ 370 は、遠隔制御装置 702 からのステアリング指令に基づいて、ステアリング及び/又はバランス制御を実行するように構成されたステアリング/バランス・コントローラ 712 をさらに含んでもよい。ステアリング/バランス・コントローラ 712 は、ソフトウェア・モジュール、ハードウェア・コンポーネント、又はその組み合わせを含んでもよい。

【0135】

ステアリング指令が右旋回または左旋回である場合、ステアリング/バランス・コントローラ 732 は、遠隔制御装置 702 からのステアリング指令に基づいて、ハンドルバー 308 (すなわち左右のハンドルバー 502, 504) の目標ステアリング角を決定する。これにตอบสนองして、ステアリング/バランス・コントローラ 712 は、目標ステアリング角を示す指令信号をステアリング・モジュール 378 に送信する。

20

【0136】

ステアリング指令が直進の維持を示す場合、ステアリング・モジュール 378 は、ロール角センサ 366 により検出される実際のロール角が、ロール角がゼロの閾値内となり直進を維持するように、ステアリング・アクチュエータ 322 (すなわち、回転式アクチュエータ 508) に信号を生成する。ステアリング・モジュール 378 は、ステアリング・アクチュエータ 322 に連結されたトルクセンサ (トルクセンサ 324 または 532 など) により検出されたトルクと、ステアリング・ポジションセンサ 312 により検出されたハンドルバー 308 の実際のステアリング角とに基づいて、ステアリング・アクチュエータ 322 に信号を生成してもよい。

30

【0137】

ステアリング指令が右旋回または左旋回を示す場合、ステアリング・モジュール 378 は、以下のいくつかの入力のうちの 1 つ以上に基づいて、ステアリング信号をステアリング・アクチュエータ 322 に生成する：(i) ステアリング・アクチュエータ 322 のトルクセンサ 324 により検出される実際のトルク、(ii) ステアリング・ポジションセンサ 312 により検出されるハンドルバー 308 の実際のステアリング角、(iii) ロール角センサ 366 により検出される実際のロール角、および、(iv) 目標ステアリング角。

40

【0138】

例えば、旋回半径がステアリング指令に基づいて決定される。そして、ステアリング・コントローラ 712 は、モータサイクル 200 の旋回半径および速度に基づいて、目標ロール角、目標ステアリング角、および目標ステアリング・トルクを決定する。決定された目標値に基づいて、ステアリング・コントローラ 712 は、ステアリング指令をステアリング・モジュール 378 に生成し、ステアリング・モジュール 378 は対応するステアリング信号をステアリング・アクチュエータ 322 に送る。ステアリング・コントローラ 712 は、ロール角センサ 366 から実際のステアリング・トルクおよび実際のロール角を

50

監視しながら、目標ロール角度と実際のロール角度との差を減少させるステアリング指令を決定し、命令された旋回を円滑に達成する。

【 0 1 3 9 】

メイン・コントローラ 3 7 0 は、乗り物 E C U 7 0 4 からの制御情報に基づいて、変速指令を生成するように構成されたシフト・コントローラ 7 1 4 をさらに含んでもよい。例えば、シフト・コントローラ 7 1 4 は、乗り物 E C U 7 0 4 から受信した車速に基づいて、シフト指令を生成することによって変速操作を自動的に行う。シフト・コントローラ 7 1 4 は、ソフトウェア・モジュール、ハードウェア・コンポーネント、又はその組合せを含んでもよい。

【 0 1 4 0 】

図 8 A は、一実装例に係る、シフトアップのタイミングを示すダイヤグラムである。図 8 A に示すように、モータサイクル 2 0 0 の速度が第 1 のアップシフト値「V u 1」に達すると、シフト・コントローラ 7 3 4 は、第 1 速から、より高速度が可能である第 2 速にトランスミッションをシフトアップする信号を生成する。速度が第 2 のアップシフト値「V u 2」まで増加すると、シフト・コントローラ 7 1 4 は、第 2 速から第 3 速にトランスミッションをシフトアップする信号を生成する。速度がさらに第 3 のアップシフト値「V u 3」まで増加すると、シフト・コントローラ 7 1 4 は、第 3 速から第 4 速にトランスミッションをシフトアップする信号を生成する。ただし、例えば、ロール角センサ 3 6 6 が検出するロール角が所定の閾値以上の場合、シフト・コントローラ 7 1 4 は、モータサイクル 2 0 0 が不安定になることを避けるために、シフトアップを禁止してもよい。

【 0 1 4 1 】

図 8 B は、一実装例に係る、シフト・ダウンのタイミングを示すダイヤグラムである。図 8 B に示すように、モータサイクル 2 0 0 の速度が第 3 のシフト・ダウン値「V d 3」まで減少すると、シフト・コントローラ 7 1 4 は、第 4 速から第 3 速にトランスミッションをシフト・ダウンする信号を生成する。速度がさらに第 2 のシフト・ダウン値「V d 2」まで減少すると、シフト・コントローラ 7 1 4 は、第 3 速から第 2 速にトランスミッションをシフト・ダウンする信号を生成する。速度がさらに第 1 のシフト・ダウン値「V d 1」まで減少すると、シフト・コントローラ 7 1 4 は、第 2 速から第 1 速にトランスミッションをシフト・ダウンする信号を生成する。いくつかの例では、ロール角センサ 3 6 6 が検出するロール角が所定の閾値以上の場合、メイン・コントローラ 3 7 0 は、モータサイクル 2 0 0 を不安定にすることを避けるためにダウンシフトを禁止してもよい。本願明細書では例示として 4 速を使用した。しかし、より多い、或いは少ないギア数が使用可能である。

【 0 1 4 2 】

図 7 に戻って参照すると、シフト・コントローラ 7 1 4 は、シフト指令に基づいて、アクセル・モジュール 3 7 2、シフト・モジュール 3 8 2、およびクラッチ・モジュール 3 8 0 に指令信号を出力する。シフト・コントローラ 7 1 4 からの信号に応答して、クラッチ・モジュール 3 8 0、アクセル・モジュール 3 7 2 およびシフト・コントローラ 6 8 は、それぞれのアクチュエータにそれぞれの信号を生成する。図 9、図 1 0、および図 1 1 は、一実装例に係る、アクセル、クラッチ、およびシフターの指令のタイミングを示す図である。

【 0 1 4 3 】

図 9 は、一実装例に係る、シフト指令の開始時のタイミングチャートを示す図である。特に、図 9 は、クラッチ操作子 3 4 8 の状態（上部）、アクセル 3 1 4 の状態（中央）、およびシフト操作子 3 3 8 の状態（下部）の経時変化を示す図である。

【 0 1 4 4 】

図 9 に示すように、モータサイクル 2 0 0 が時間（T 0）で停止しているときには、クラッチ操作子 3 4 8 は接続位置にあり、アクセル 3 1 4 は完閉位置にあり、シフト操作子 3 3 8 はニュートラル位置、すなわち非操作位置にある。この時点では、トランスミッションはニュートラル状態にある。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 5 】

シフト指令を実施するために、制御部 3 0 4 は、時間 (T 1) で、クラッチ操作子 3 4 8 の位置を接続位置から切断位置に変化させる指令を送信し、クラッチを接続状態から切断状態に切換えて変速の準備をする。クラッチが接続状態から切断状態に切換えられると、制御部 3 0 4 は、時間 (T 2) で、シフト操作子 3 3 8 の操作位置を非操作位置から第 1 速位置に変える。トランスミッションが時間 (T 3) でニュートラル位置から第 1 速位置に切換えられると、制御部 3 0 4 は、時間 (T 4) で、シフト操作子 3 3 8 を非操作位置に戻す。

【 0 1 4 6 】

シフト操作子 3 3 8 が非操作位置に戻ると、制御部 3 0 4 は、時間 (T 4) で、アクセル 3 1 4 をスロットルの開き方向に操作する。アクセル 3 1 4 がスロットルの開き方向に操作されると、エンジン 2 0 8 の回転速度が増大する。エンジン回転速度が所定の回転速度に達すると、制御部 3 0 4 はアクセル 3 1 4 を時間 (T 5) で操作位置 (T H 1) に保持する。ほぼ同時に、制御部 3 0 4 は、時間 (T 5) と時間 (T 6) との間で、クラッチ操作子 3 4 8 の位置を切断位置から接続位置に向けて徐々に変化させる信号を送信する。

10

【 0 1 4 7 】

例えば、制御部 3 0 4 は、クラッチの上流側と下流側との回転速度差を測定してもよい。例えば、この回転速度差は、エンジン 2 0 8 の回転速度および後輪 2 0 2 の回転速度から測定される。回転速度差が時間 (T 6) で所定の閾値よりも小さいと測定されると、制御部 3 0 4 はクラッチ操作子 3 4 8 を接続位置に移動させる。それにより、クラッチが接

20

【 0 1 4 8 】

図 1 0 は、一実装例に係る、シフトアップを示す図である。特に、図 1 0 は、低速ギアから高速ギアまでシフトアップする間の、クラッチ操作子 3 4 8 の状態 (上部)、アクセル 3 1 4 の状態 (中央)、およびシフト操作子 3 3 8 の状態 (下部) の経時変化を示す図である。

【 0 1 4 9 】

図 1 0 に示すように、時間 (T 0) でシフトアップする前では、クラッチ操作子 3 4 8 は接続位置にあってクラッチは接続されており、アクセル 3 1 4 は、所定の操作位置 (T H 2) に位置し、シフト操作子 3 3 8 は非操作位置に位置する。この時点では、トランス

30

【 0 1 5 0 】

シフトアップ指令が生成されると、制御部 3 0 4 は、時間 (T 1 1) で、クラッチ操作子 3 4 8 を接続位置から切断位置に移動させ、アクセル 3 1 4 を完閉位置に戻す信号を送信する。クラッチが接続状態から切断状態に切換えられると、制御部 3 0 4 は、時間 (T 1 2) で、シフト操作子 3 3 8 を非操作位置からシフトアップ位置に切換える信号を送信する。その結果、トランスミッション・ギアは、時間 (T 1 3) で、より高速のギアに切り換えられ、ついで、制御部 3 0 4 は、時間 (T 1 4) で、シフト操作子 3 3 8 を非操作位置に戻す。

【 0 1 5 1 】

シフト操作子 3 3 8 が非操作位置に戻ると、制御部 3 0 4 は、ほぼ同時に、時間 (T I 5) で、アクセル 3 1 4 をスロットルの開き方向に動作させて操作位置 (T H 2) に戻す。そして、制御部 3 0 4 は、アクセル 3 1 4 を操作位置 (T H 2) に保持する。

40

【 0 1 5 2 】

アクセル 3 1 4 が操作位置 (T H 2) に戻ると、制御部 3 0 4 はクラッチ操作子 3 4 8 を切断位置から半クラッチ位置に移動させ、ついで、クラッチ操作子 3 4 8 は、時間 (T 1 6) と時間 (T 1 7) との間で半クラッチ位置に保持される。この場合、制御部 3 0 4 は、クラッチの上流側と下流側との回転速度差を測定してもよい。差が時間 (T 1 7) での所定の閾値よりも小さい場合、制御部 3 0 4 はクラッチを接続状態に位置させるように、クラッチ操作子 3 4 8 を接続位置に移動させる。シフトアップ操作は、時間 (T 1 8) で

50

完了する。

【 0 1 5 3 】

図 1 1 は、一実装例に係る、シフト・ダウンを示すタイミングチャートである。特に、図 1 1 は、高速ギアから低速ギアまでシフト・ダウンする間の、クラッチ操作子 3 4 8 の状態（上部）、アクセル 3 1 4 の状態（中央）、およびシフト操作子 3 3 8 の状態（下部）の経時変化を示す図である。

【 0 1 5 4 】

図 1 1 に示すように、時間（T 0）でシフト・ダウンする前では、クラッチ操作子 3 4 8 は接続位置にあり、アクセル 3 1 4 は完閉位置に置かれ、シフト操作子 3 3 8 は非操作位置に置かれる。この時点では、トランスミッションは、第 2 速すなわち高速ギア位置にある。

10

【 0 1 5 5 】

シフト・ダウン指令が生成されると、制御部 3 0 4 は、時間（T 2 1）で、クラッチ操作子 3 4 8 を接続位置から切断位置に移動させる信号を送信する。クラッチが時間（T 2 1）で接続状態から切断状態に切換えられ、エンジン 2 0 8 の速度を所定の回転速度よりも大きくするように、制御部 3 0 4 は、アクセル 3 1 4 をスロットルの開き方向に所定の位置（T H 3）まで移動させ、ついで、時間（T 2 4）で完閉位置に戻す信号を送信する。

【 0 1 5 6 】

加えて、制御部 3 0 4 は、時間（T 2 2）で、アクセル 3 1 4 の前述の移動とともに、シフト操作子 3 3 8 を非操作位置からシフト・ダウン位置に切換える信号を送信する。従って、トランスミッション・ギアは、時間（T 2 3）で低速ギアに切換えられ、ついで、制御部 3 0 4 は、シフト操作子 3 3 8 を時間（T 2 5）で非操作位置に戻す。

20

【 0 1 5 7 】

時間（T 2 6）で、アクセル 3 1 4 の前述の移動によって、エンジン 2 0 8 の回転速度が上昇して所定の速度に達すると、制御部 3 0 4 は、クラッチ操作子 3 4 8 を切断位置から部分接続位置に移動させる信号を送信し、クラッチ操作子 3 4 8 を時間（T 2 7）と時間（T 2 8）との間で半クラッチ位置に保持する。

【 0 1 5 8 】

この場合、制御部 3 0 4 は、クラッチの上流側と下流側との回転速度差を測定してもよい。差が時間（T 2 8）での所定の閾値よりも小さい場合、制御部 3 0 4 はクラッチ操作子 3 4 8 を接続位置に移動させる。その結果、クラッチが接続され、シフト・ダウン操作が時間（T 2 9）で完了する。

30

【 0 1 5 9 】

V I I . 代替例のロボット制御システム

遠隔制御装置 7 0 2 を介したロボット 1 0 0 およびモータサイクル 2 0 0 の操作を参照して、制御システム 7 0 0 について説明する。ただし、諸例では、ロボット 1 0 0 は、遠隔制御装置からの信号なしでモータサイクル 2 0 0 を自動制御するように構成されてもよい。

【 0 1 6 0 】

図 1 2 は、一実装例に係る、代替のロボット制御システム 1 2 0 0 のブロック図を示す。図 1 2 に示すように、ロボット 1 0 0 は、メモリすなわちデータ記憶装置 1 2 0 2 を含んでもよい（非一時的コンピュータ可読媒体、一時的コンピュータ可読媒体、又は非一時的コンピュータ可読媒体および一時的コンピュータ可読媒体の両方など、任意のタイプのメモリ）。データ記憶装置 1 2 0 2 は、ロボット 1 0 0 またはモータサイクル 2 0 0 に接続されていてもよい。

40

【 0 1 6 1 】

データ記憶装置 1 2 0 2 は、アクセル指令およびステアリング指令のシーケンスを記憶してもよく、制御部 3 0 4 は、これらの指令をデータ記憶装置 1 2 0 2 から取得して、ロボット 1 0 0 およびモータサイクル 2 0 0 を操作してもよい。或いは、データ記憶装置 1

50

202は、モータサイクル200のための走行ルートを記憶してもよい。制御部304は、その走行ルートを実行するように、アクセル指令およびステアリング指令を決定してもよい。

【0162】

例えば、データ記憶装置1202はロボット100に内蔵されていてもよく、制御部304が、有線通信または無線通信を介して、データ記憶装置1202からアクセル指令、ステアリング指令、シフト指令、および走行ルートを受信してもよい。或いは、データ記憶装置1202は、ロボット100から着脱可能な記録媒体を含んでもよい。この着脱可能な媒体は、他のコンピュータに接続して、操作命令/指令および走行ルートを取得できる。データ記憶装置1202は、ロボット100またはモータサイクルに再接続して、操

10

【0163】

例えば、データ記憶装置1202は、モータサイクル200の目標位置および目標速度を記憶してもよい。ロボット100またはモータサイクル200は、汎地球測位システム(GPS)装置を含んでもよい。GPS装置は、ロボット100またはモータサイクル200の地理的位置を推定するように構成された任意のセンサを含んでもよい。GPSデバイスは、人工衛星ベースの測位データに基づいて地球に対するロボット100またはモータサイクル200の位置を測定するように構成された送受信機を含んでもよい。

【0164】

GPS装置は、メイン・コントローラ370または制御部304と通信してもよく、ロボット100またはモータサイクル200の位置を示す情報をGPS装置に送るように構成されてもよい。制御部304は、目標位置まで進行するように、GPS装置から受信した目標位置、目標速度、および位置情報に少なくとも部分的に基づいて、ステアリング指令およびアクセル指令を決定してもよい。

20

【0165】

上述の実装例では、モータサイクル200が図示のために例示として使用されているが、その他のタイプの乗り物が使用可能である。乗り物は、個人、人々、又は貨物を搬送するのに使用可能な移動式機械であってもよい。一例として、本願明細書において述べられている任意の乗り物は、地上、水中、水上、空気中または大気圏外空間において路(舗装道路、或いはその他のものなど)に沿って、運転、且つ/又は、案内されることが可能である。別の例として、本願明細書において述べられる任意の乗り物は、車輪付き(wheeled)、履帯付き(track ed)、レール付き(rail ed)、又はスキー付き(ski ed)であってもよい。さらに別の例として、本願明細書において、述べられる任意の乗り物は、自動車、モータサイクル、米国国家規格協会ANSI/SVIA-1-2007により定義される全地形型乗り物(ATV)、スノーモビル、パーソナルウォータークラフト、軽量トラック、中量トラック、重量トラック、セミトラクタ(牽引車)、農耕用機械、又は建設機械を含むことができる。一例として、路に沿って案内される乗り物は、バン(乾燥車や冷蔵車など)、タンクトレーラ、プラットフォーム・トレーラ、又は自動車運搬車を含むことができる。

30

【0166】

さらに、アクセル操作部材は上述のアクセル・グリップに限られず、加速ペダルまたは加速レバーなどの他の形態を含んでもよい。また、ステアリング操作子はハンドルバーに限らず、ステアリングレバー、ステアリングホイール、又はその他の形態を含んでもよい。さらに、ブレーキ操作子およびクラッチ操作子は、シフト操作子と同様に操作するように変更可能である。例えば、ブレーキ操作子、クラッチ操作子、又はシフト操作子を省略してもよい。

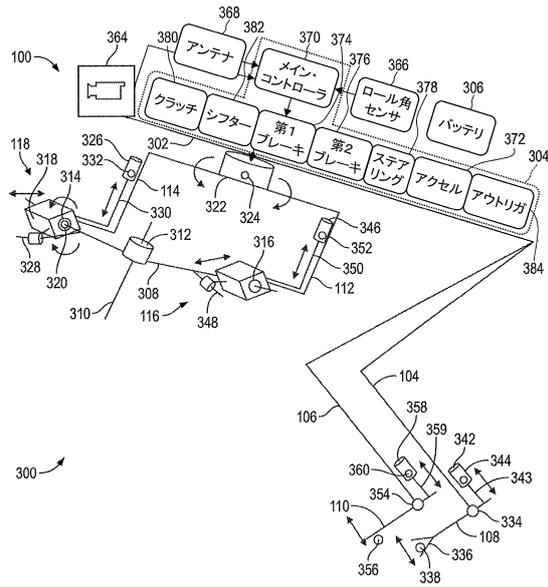
40

【0167】

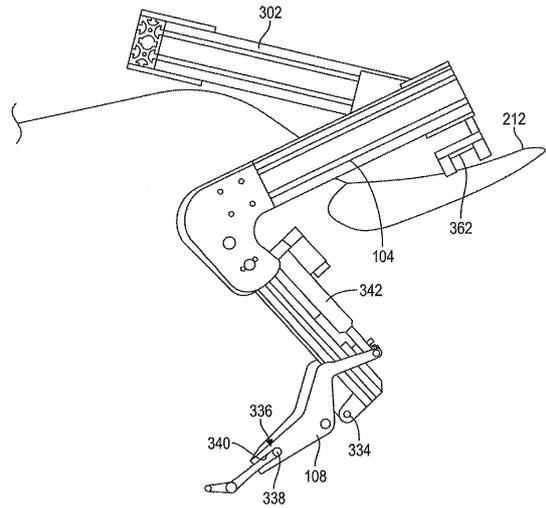
さらに、ロボット100の構造は、上述の実装例の構造に限られない。例えば、左右の足部、左右の脚部、左右のアーム部、又は左右の手部の構造が変更されてもよい。アウトリガの構造も変更されてもよい。或いは、アウトリガが省略されてもよい。

50

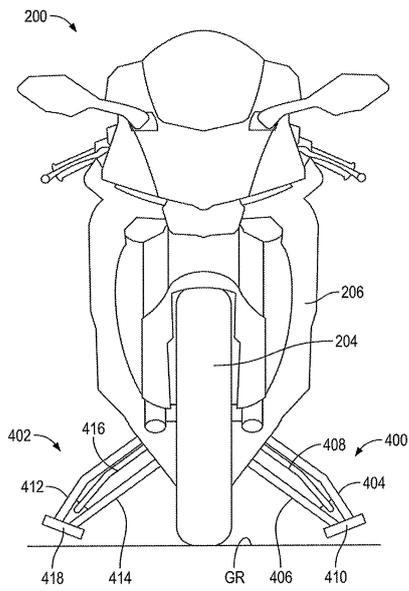
【図 3 A】



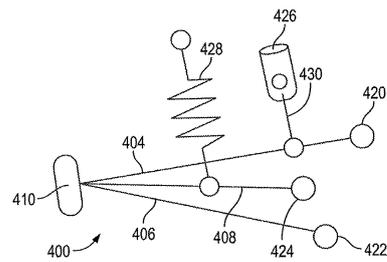
【図 3 B】



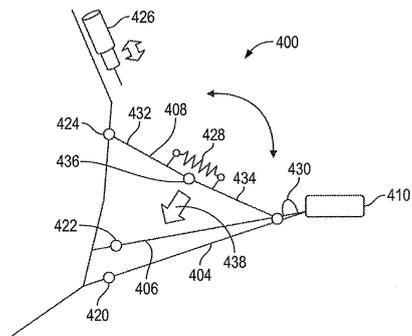
【図 4 A】



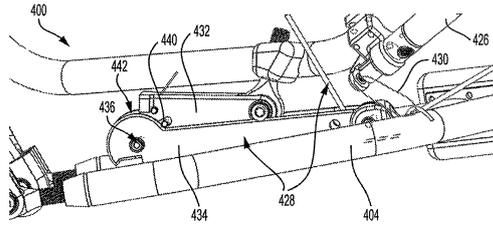
【図 4 B】



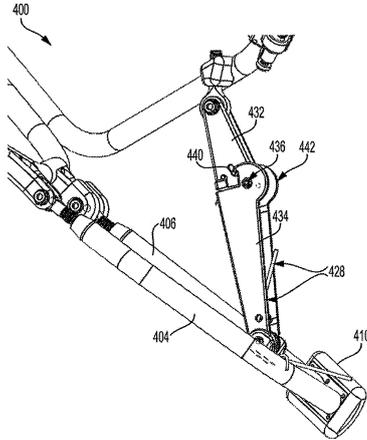
【図 4 C】



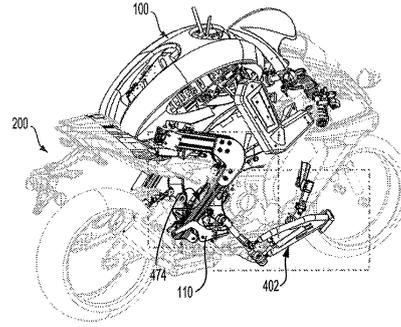
【図4D】



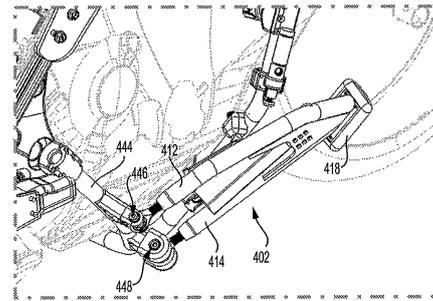
【図4E】



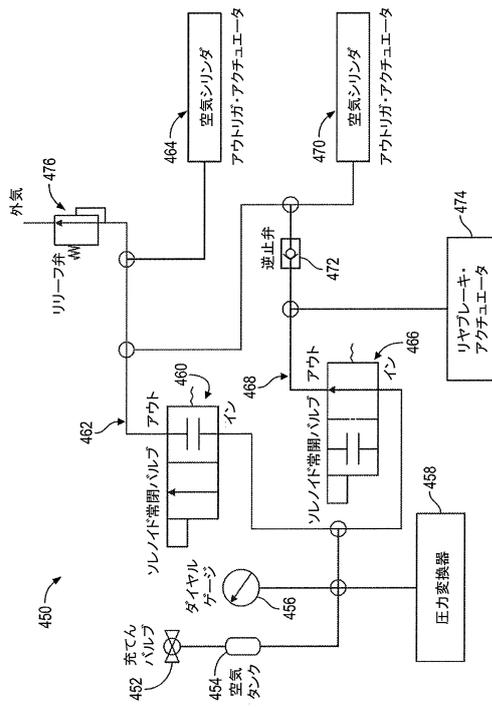
【図4F】



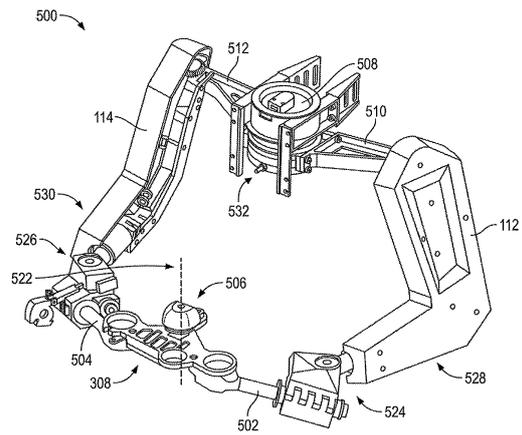
【図4G】



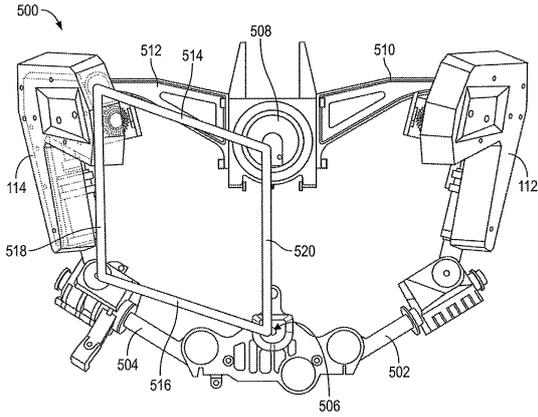
【図4H】



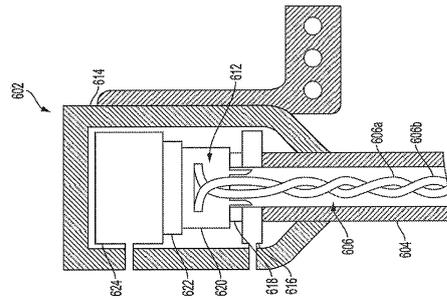
【図5A】



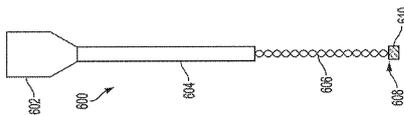
【図5B】



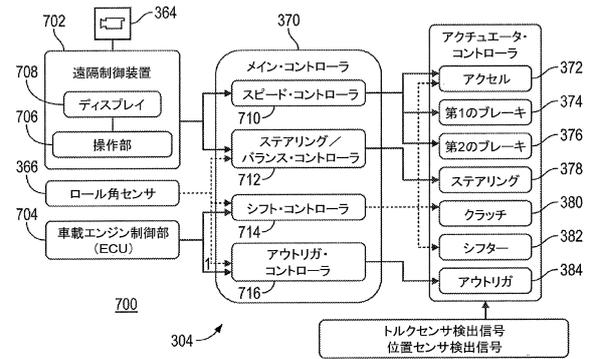
【図6B】



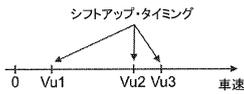
【図6A】



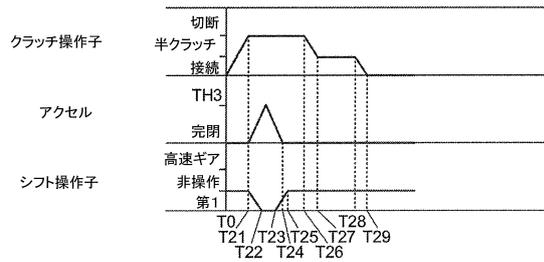
【図7】



【図8A】



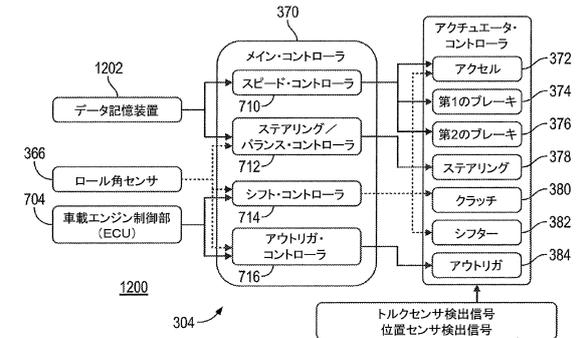
【図11】



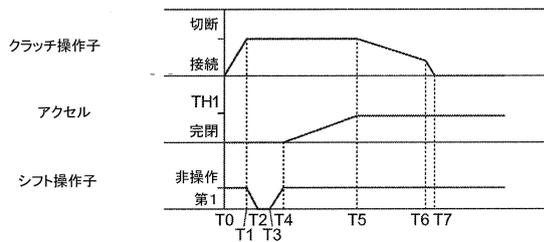
【図8B】



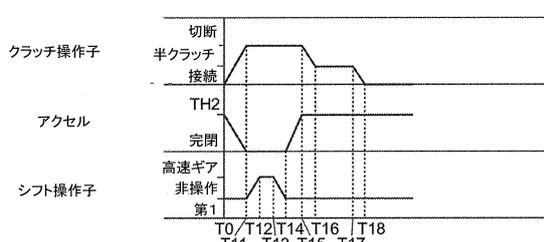
【図12】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (74)代理人 100094145
弁理士 小野 由己男
- (74)代理人 100121382
弁理士 山下 託嗣
- (74)代理人 100149102
弁理士 松山 習
- (72)発明者 村松 啓且
静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内
- (72)発明者 西城 洋志
アメリカ合衆国 . 9 0 6 3 0 カリフォルニア . サイプレス . カテラ アヴェニュー 6 5 5 5
- (72)発明者 渡辺 仁
静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内
- (72)発明者 佐藤 彰
静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内
- (72)発明者 渡邊 詩朗
静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内
- (72)発明者 森田 浩之
静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内
- (72)発明者 西村 啓二
アメリカ合衆国 . 9 0 6 3 0 カリフォルニア . サイプレス . カテラ アヴェニュー 6 5 5 5
- (72)発明者 内山 俊文
アメリカ合衆国 . 9 0 6 3 0 カリフォルニア . サイプレス . カテラ アヴェニュー 6 5 5 5
- (72)発明者 トーマス ロウ
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 0 0 2 , ベルモント , リヨン アヴェニュー 2 0 3 5
- (72)発明者 レジス ヴィンセント
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 4 0 3 , サン マテオ , フォルカー ドライブ 4 2 3
- (72)発明者 トーマス デ カンディア
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 0 6 1 , レッドウッド シティ , オークウッド ドライブ
5 9
- (72)発明者 リチャード マホニー
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 0 2 4 , ロス アルトス , ベンベニュー アヴェニュー
4 4 7
- (72)発明者 ユン スングク
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 5 1 2 4 , サン ホセ , アナ ドライブ 4 9 0 5
- (72)発明者 トーマス イーガン
アメリカ合衆国, マサチューセッツ 0 1 9 4 5 , マーブルヘッド , サウス ストリート 1 2
- (72)発明者 ブライアン チャベス
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 3 0 1 , パロ アルト , パロ アルト アヴェニュー 2
6 0
- (72)発明者 アレクサンダー カーンバウム
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 0 8 6 , サニーヴェイル , エヌ . フランセス アヴェニュー
1 6 0
- (72)発明者 リリー シアー
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 0 6 3 , レッドウッド シティ , マーシャル ストリート
2 0 1 , アpartment 3 1 0
- (72)発明者 レオナルド ジェラルド
アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 1 0 7 , サンフランシスコ , テネシー ストリート 6 3
5 , アpartment 4 0 1

- (72)発明者 ステフェン モーフェイ
イギリス, アンステイ レスター, エルイー7 7エフエイチ, フォレスト ゲート 8
- (72)発明者 ポール バークメイヤー
アメリカ合衆国, カリフォルニア 94061, レッドウッド シティ, クリントン ストリート
1193

審査官 杉田 隼一

- (56)参考文献 特開2008-175564(JP, A)
米国特許第03546814(US, A)
特開2001-281107(JP, A)
特開2008-079371(JP, A)
国際公開第2014/151065(WO, A2)
米国特許第05865266(US, A)
米国特許第08078338(US, B2)
韓国登録特許第10-1446111(KR, B1)
特開2006-084285(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-------------|
| B 6 2 J | 9 9 / 0 0 |
| B 2 5 J | 5 / 0 0 |
| G 0 1 M | 1 7 / 0 0 7 |