(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6385942号
(P6385942)
(45)発行日　平成30年9月5日(2018.9.5)　(24)登録日　平成30年8月17日(2018.8.17)

(51)Int.Cl.　F I
B62D 55/06 (2006.01)　B62D 55/06

請求項の数 20　(全 17 頁)

(21)出願番号	特願2015-539960(P2015-539960)
(86)(22)出願日	平成25年10月31日(2013.10.31)
(65)公表番号	特表2016-503363(P2016-503363A)
(43)公表日	平成28年2月4日(2016.2.4)
(86)国際出願番号	PCT/US2013/067840
(87)国際公開番号	WO2014/120307
(87)国際公開日	平成26年8月7日(2014.8.7)
審査請求日	平成28年10月31日(2016.10.31)
(31)優先権主張番号	13/665,669
(32)優先日	平成24年10月31日(2012.10.31)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　515059108
サルコス・エルシー
アメリカ合衆国・ユタ・８４１０８・ソルト・レイク・シティー・ワカラ・ウェイ・３６０
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉
(74)代理人　100133400
弁理士　阿部　達彦
(72)発明者　フレイザー・エム・スミス
アメリカ合衆国・ユタ・８４１０９・ソルト・レイク・シティー・プロモントリー・ドライヴ・２４５８

最終頁に続く

(54)【発明の名称】蛇状ロボットクローラ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
蛇状ロボットクローラであって、
第１駆動サブシステムと、
第２駆動サブシステムと、
前記第１及び第２駆動サブシステムを連結する多自由度のリンクサブシステムと、
前記第１駆動サブシステム、前記第２駆動サブシステム及び前記リンクサブシステムのうちの１つの近くに支持された非専用の高性能制御デバイスであって、当該ロボットクローラの論理処理、コマンド実行、データ処理である操作機能性を開始させて制御するように高性能機能性を提供する、非専用の高性能制御デバイスと、
前記高性能制御デバイスと当該蛇状ロボットクローラとの間を機能的に連結する通信サブシステムであって、前記高性能制御デバイスによる前記第１駆動サブシステム、前記第２駆動サブシステム及び前記リンクサブシステムのうちの少なくとも１つの操作機能性の制御を容易にする、通信サブシステムと、
を備えることを特徴とする蛇状ロボットクローラ。
【請求項２】
前記高性能制御デバイスが、携帯電話デバイス、無線ネットワークデバイス、ブルートゥース（登録商標）デバイス及びこれらの組合せからなるグループから選択された部材であることを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。
【請求項３】

前記高性能制御デバイスが、スマートフォンであることを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項４】

前記高性能制御デバイスが、前記第１駆動サブシステム、前記第２駆動サブシステム及び前記リンクサブシステムを独立して制御するように操作可能であることを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項５】

前記通信サブシステムが、電気的連結、光学的連結、無線連結、ブルートゥース連結及びこれらの組合せからなるグループから選択された通信媒体を有することを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項６】

前記高性能制御デバイスが、当該蛇状ロボットクローラへの無線通信、当該蛇状ロボットクローラの外部への無線通信、ＧＰＳデータ、加速度計データ、振動検出、ユーザインタフェース、カメラ及び／または動画機能性、音声入力、音声出力、センサ処理、ナビゲーション、制御並びにこれらの組合せからなるグループから選択された機能性を当該蛇状ロボットクローラに付与することを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項７】

前記高性能制御デバイスが、一体型デジタルカメラをさらに有することを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項８】

前記デジタルカメラに光学的に連結されたレンズをさらに備え、

前記レンズが、前記デジタルカメラの焦点軸方向を曲げるように操作可能であることを特徴とする請求項７に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項９】

前記レンズが、前記デジタルカメラの前記焦点軸方向を回転させるように操作可能であることを特徴とする請求項８に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項１０】

前記高性能制御デバイスが、前記第１駆動サブシステム及び前記第２駆動サブシステムのうちの一方の近くに支持されていることを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項１１】

当該蛇状ロボットクローラに連結された少なくとも１つの外部データ収集デバイスをさらに備えることを特徴とする請求項１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項１２】

少なくとも１つの前記外部データ収集デバイスが、前記通信サブシステムを介して、前記高性能制御デバイスと連動するように操作可能であることを特徴とする請求項１１に記載の蛇状ロボットクローラ。

【請求項１３】

蛇状ロボットクローラであって、

第１駆動サブシステムと、

第２駆動サブシステムと、

前記第１及び第２駆動サブシステムを連結する多自由度のリンクサブシステムと、

前記第１駆動サブシステム、前記第２駆動サブシステム及び前記リンクサブシステムのうちの１つの近くに支持された取付体であって、当該ロボットクローラの論理処理、コマンド実行、データ処理である操作機能性を開始させて制御するように高性能機能性を提供する非専用の高性能制御デバイスを受けて取外し可能に支持するように操作可能である、取付体と、

接続すると当該蛇状ロボットクローラと前記高性能制御デバイスとの間を機能的に連結する通信サブシステムであって、前記高性能制御デバイスによる前記第１駆動サブシステム、前記第２駆動サブシステム及び前記リンクサブシステムのうちの少なくとも１つの操

作機能性の制御を容易にする、通信サブシステムと、
を備えることを特徴とする蛇状ロボットクローラ。
【請求項１４】
前記取付体が、前記高性能制御デバイスと連動するように構成され、
前記高性能制御デバイスが、携帯電話デバイス、無線ネットワークデバイス、ブルートゥースデバイス及びこれらの組合せからなるグループから選択された部材であることを特徴とする請求項１３に記載の蛇状ロボットクローラ。
【請求項１５】
前記取付体が、スマートフォンと連動するように構成されていることを特徴とする請求項１３に記載された蛇状ロボットクローラ。
【請求項１６】
請求項１に記載された蛇状ロボットクローラと、
前記蛇状ロボットクローラの前記高性能制御デバイスと無線通信するように操作可能である高性能制御通信デバイスと、
を備えることを特徴とする蛇状ロボットクローラシステム。
【請求項１７】
無線通信することが、前記蛇状ロボットクローラの前記高性能制御デバイスに制御指示を送信することを含むことを特徴とする請求項１６に記載の蛇状ロボットクローラシステム。
【請求項１８】
無線通信することが、前記蛇状ロボットクローラの前記高性能制御デバイスから通信信号を受信することを含むことを特徴とする請求項１６に記載の蛇状ロボットクローラシステム。
【請求項１９】
前記通信信号が、位置データ、加速度データ、外部センサデータ、診断データ、動画データ及び音声データのうちの少なくとも１つを含むことを特徴とする請求項１８に記載の蛇状ロボットクローラシステム。
【請求項２０】
前記高性能制御通信デバイス及び前記蛇状ロボットクローラの前記高性能制御デバイスが、セルラーネットワークを渡って通信するように操作可能であることを特徴とする請求項１６に記載の蛇状ロボットクローラシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
ロボット工学は、研究が活発な分野であり、様々なタイプのロボット型輸送手段(robotic vehicle)は、様々な任務のために開発されている。例えば、無人空中輸送手段は、軍事的航空偵察において非常に奏功している。しかしながら、地上環境が空中環境よりも行き来することが著しく困難であるので、部分的に、無人地上輸送手段であまり成功していない。
【背景技術】
【０００２】
無人地上輸送手段は、移動性を達成しようとすると、多くの困難に直面する。地形は、例えば緩いかつずれる材料、障害物、植物、幅または高さが制限された開口部、段差などを含み、幅広く変化することがある。１つの環境での動作に最適化した輸送手段は、他の環境では機能が低下することがある。
【０００３】
同様に、輸送手段のサイズに関してトレードオフがある。大型の輸送手段は、例えば段差、落差、間隙などを含む一部の障害に対処できる。一方、大型の輸送手段は、狭い通路をうまく通り抜けたりパイプ内を這ったりできず、植物によって阻まれやすい。大型の輸送手段は、同様に、より迅速に発見される傾向があり、このため、離散監視用途などにお

いてあまり望ましくないことがある。対照的に、小型の輸送手段がより分離する一方で、乗り越える障害物は、より大きなナビゲーションの困難となる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

様々な移動性構造は、異なる地形を行き来するように構成されている。これら選択肢は、脚部、車輪及び軌道を含む。脚付ロボットは、機敏であるが、移動させて安定性を達成するために複雑な制御機構を使用する。車輪付輸送手段は、高い移動性を提供するが、牽引(traction)が限られており、安定性を達成するために所定幅を必要とする。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明の特徴及び利点は、添付の図面と共に、以下にある詳細な説明から明らかになり、これら図面は、例として、本発明の特徴を示す。

【図面の簡単な説明】

【０００６】

【図１】本開示の一例にかかるロボットクローラを示す図である。

【図２】本開示の一例にかかる図１のロボットクローラを示す側面図である。

【図３】本開示の別の例にかかるロボットクローラを示す図である。

【図４】本開示のさらに別の例にかかるロボットクローラからの駆動サブシステムを示す図である。

【図５】図４の駆動サブシステムを通る横断面図である。

【図６】図４の駆動サブシステムを示す端面図である。

【図７Ａ】本開示の別の例にかかる通信サブシステム構造を示す例示的概略図である。

【図７Ｂ】本開示の別の例にかかる通信サブシステム構造を示す例示的概略図である。

【図８】本開示のさらに別の例にかかる遠隔にあるユーザによって制御可能なロボットクローラシステムを示す例示的概略図である。

【図９】本開示のさらに別の例にかかるロボットクローラからの駆動サブシステムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【０００７】

参照符号を図示した例示的な実施形態に付し、同一のものを説明するように本明細書で特定の専門用語を使用する。それにもかかわらず理解することは、本発明の範囲を限定することをその結果意図していないことである。

【０００８】

技術的な実施形態の初期の概略を以下に提供し、そして、具体的な技術的実施形態を以下で詳述する。この初期の要約は、読者がこの技術をより迅速に理解することを補助することを目的としているが、この技術の重要な特徴もしくは必須な特徴を特定することを意図しておらず、また、請求項に記載された対象の範囲を限定することを意図していない。

【０００９】

様々なロボット装置は、公知であり、伝統的に、ロボット装置並びに様々な内部及び外部センサの双方を制御するための専用の内蔵制御システムを有して構成されている。このような専用制御システムは、システムへの変更が望ましい場合に、再構築することが複雑であり、コストがかかり、困難な場合がある。例えば、外部センサを追加することは、専用制御システムの再構築を必要とする。ロボット装置及びロボットシステムは、非専用の高性能制御デバイス(smart control device)を有して開示されており、この高性能制御デバイスは、これに関連付けられており、高度のカスタマイズを可能とする。注意することは、本開示の大部分が蛇状ロボットクローラを説明しているが、本範囲が任意のタイプのロボットシステムまたはデバイスを含むことである。

【００１０】

いくつかの実施形態において、例えば、蛇状ロボットクローラは、第１駆動サブシステ

ムと、第２駆動サブシステムと、第１駆動サブシステム及び第２駆動サブシステムを連結する多自由度リンクサブシステムと、を有して開示されている。非専用の高性能制御デバイスは、第１駆動サブシステム、第２駆動サブシステム及びリンクサブシステムのうちの１つの近くに支持されており（例えば取外し可能に支持されており）、高性能制御デバイスは、ロボットクローラに接続されるとロボットクローラ内の機能性を開始させて制御するように構成されている。通信サブシステムは、高性能制御デバイスと蛇状ロボットクローラとの間で機能的に連結されており、通信サブシステムは、第１駆動サブシステム、第２駆動サブシステム及びリンクサブシステムのうちの少なくとも１つの高性能制御デバイスによる制御を容易にするように動作可能である。

【００１１】

他の例示的な実施形態にかかる蛇状ロボットクローラは、第１駆動サブシステムと、第２駆動サブシステムと、第１駆動サブシステム及び第２駆動サブシステムを連結する多自由度リンクサブシステムと、第１駆動サブシステム、第２駆動サブシステム及びリンクサブシステムのうちの１つの近くに支持された取付体と、を有して開示されている。取付体は、非専用の高性能制御デバイスを受けて支持し、（例えば取外し可能に支持し）、高性能制御デバイスは、ロボットクローラに接続されるとロボットクローラ内の機能性を開始させて制御するように構成されている。通信サブシステムは、蛇状ロボットクローラと取付体の間で機能的に連結されており、それにより、ロボットクローラ及び高性能制御デバイスは、接続すると機能的に連結される。通信サブシステムは、第１駆動サブシステム、第２駆動サブシステム及びリンクサブシステムのうちの少なくとも１つの高性能制御デバイスによる制御を容易にする。

【００１２】

さらなる例示的な実施形態にかかる蛇状ロボットクローラシステムは、蛇状ロボットクローラを有して開示されており、この蛇状ロボットクローラは、第１駆動サブシステムと、第２駆動サブシステムと、第１駆動サブシステム及び第２駆動サブシステムを連結する多自由度リンクサブシステムと、を有する。非専用の高性能制御デバイスは、第１駆動サブシステム、第２駆動サブシステム及びリンクサブシステムのうちの１つの近くに支持されており（例えば取外し可能に支持されており）、高性能制御デバイスは、ロボットクローラに接続されるとロボットクローラ内の機能性を開始させて制御するように構成されている。通信サブシステムは、高性能制御デバイスと蛇状ロボットクローラとの間で機能的に連結されており、通信サブシステムは、第１駆動サブシステム、第２駆動サブシステム及びリンクサブシステムのうちの少なくとも１つの高性能制御デバイスによる制御を容易にするように動作可能である。システムは、蛇状ロボットクローラの高性能制御デバイスと無線通信するように動作可能な高性能制御通信デバイスを有する。いくつかの実施形態において、システムは、同様に、例えばセルラーネットワークのような無線通信媒体を有する。

【００１３】

一例の実施形態にかかる蛇状ロボットクローラを図１及び図２に示す。蛇状ロボットクローラ１００は、第１駆動サブシステム１０２と、第２駆動サブシステム１０４と、を有する。多自由度リンクサブシステム１０６は、第１駆動サブシステム１０２と第２駆動サブシステム１０４との間で連結されている。非専用の高性能制御デバイス１０８は、第１駆動サブシステム１０２、第２駆動サブシステム１０４及びリンクサブシステム１０６のうちの１つ近くに取外し可能に支持されており、この場合において、高性能制御デバイス１０８は、第１駆動サブシステム１０２の近くに支持されている。高性能制御デバイス１０８は、例えば物理的取付体１１０を含む実用的な連結技術によって、蛇状ロボットクローラ１００に連結されている。物理的取付体１１０は、様々な方法でロボットクローラに連結されており、そのすべては、本範囲に含まれるまたは意図されている。図１及び図２は、物理的取付体１１０と第１駆動サブシステム１０２との間で連結された一例の取付ブラケット１１２を示す。物理的取付体１１０は、その構造に応じて、保護ケース、衝撃吸収体などのような追加の機能性を提供してもよい。また、第１駆動サブシステム１０２に

連結して示されているが、高性能制御デバイス１０８は、第２駆動サブシステム１０４またはリンクサブシステム１０６を含むロボットクローラの任意の場所に連結されてもよい。通信サブシステム（図７Ａ参照）は、高性能制御デバイス１０８と蛇状ロボットクローラ１００との間で機能的に連結されており、第１駆動サブシステム１０２、第２駆動サブシステム１０４及びリンクサブシステム１０６のうちの少なくとも１つの高性能制御デバイス１０８による制御を容易にする。このため、物理的取付体１１０の設計は、高性能制御デバイスとロボットクローラとの間の通信媒体により変化し得る。いくつかの態様において、物理的取付体１１０は、主として、物理的支持構造体である。高性能制御デバイス１０８とロボットクローラとの間を無線通信することに関して、このような場合がある。他の態様において、物理的取付体１１０は、同様に、高性能制御デバイス１０８と相互作用するためのピン接続または他のタイプの物理的接続体のような物理的通信接続体を有するまたは支持してもよい。高性能制御デバイス１０８とロボットクローラとの間を有線通信することに関して、このような場合がある。

【００１４】

別の例示的な実施形態において、図３に示すように、蛇状ロボットクローラ３００は、第１駆動サブシステム３０２と、第２駆動サブシステム３０４と、を有する。多自由度リンクサブシステム３０６は、第１駆動サブシステム３０２と第２駆動サブシステム３０４との間で連結されている。取付体３１０は、第１駆動サブシステム３０２、第２駆動サブシステム３０４及び多自由度リンクサブシステム３０６のうちの１つの近くに支持されている。取付体３１０は、非専用の高性能制御デバイス（図１における符号１０８）を受けて取外し可能に支持するように構成されており、この高性能制御デバイスは、ロボットクローラ３００に連結されると、ロボットクローラ３００内の動作可能な機能性を開始させて制御するように構成されている。通信サブシステム（図７Ａ参照）は、蛇状ロボットクローラ３００と取付体３１０との間で機能的に連結されており、それにより、ロボットクローラ及び高性能制御デバイスは、接続すると機能的に連結される。通信サブシステムは、第１駆動サブシステム３０２、第２駆動サブシステム３０４及び多自由度リンクサブシステム３０６のうちの少なくとも１つの（いったん接続した）高性能制御デバイスによる制御を容易にする。

【００１５】

様々な第１及び第２駆動サブシステムを想定し、任意の実用的な駆動機構を本範囲内にあるとみなす。また、同様に想定することは、第１駆動サブシステムが第２駆動サブシステムと同一の駆動機構を利用してもよく、第１駆動サブシステムが第２駆動サブシステムとは異なる駆動機構を利用してもよいことである。非限定的な例の駆動機構は、軌道、車輪、収縮介在型移動デバイス(constriction-mediated movement device)、プロペラなどを含む。１つの具体的な実施形態において、第１及び第２駆動サブシステムは、支持フレームの周りで移動可能な連続軌道であってもよい。

【００１６】

説明したように、蛇状ロボットクローラは、多自由度リンクを有するリンクサブシステムを有する。１つの例示的な実施形態にかかるこのようなデバイスを図１から図３に示す。図３には、例えば、第１駆動サブシステム３０２と、第２駆動サブシステム３０４と、多自由度のリンクを有する多自由度リンクサブシステム３０６と、が示される。このため、リンクサブシステム３０６は、第１及び第２駆動サブシステム３０２、３０４を直列で一体に連結する。このため、リンクサブシステム３０６は、曲がり、回転し、方向転換などでき、これにより、第１及び第２駆動サブシステム３０２、３０４のいずれかを互いに対して方向付ける方向を変更する。したがって、ロボットクローラは、移動前にまたは移動中に駆動サブシステムのいずれかの方向を変更することによって、操縦される。

【００１７】

理解すべきことは、本明細書で説明するリンクサブシステムの関節体及び／またはリンクが任意の組み合わせで作動されてもまたは受動的であってもよいことである。一態様において、受動的関節体またはリンクは、選択的に固定した位置へ操作されまたは移動可能

であり、調整可能な留具を組み込むことによって、所定位置で保持される。別の態様において、受動的関節体またはリンクは、吸収体及び／またはバネを有し、関節体またはリンクの様々な態様（例えば移動に関連する態様）を制御する。

【００１８】

リンクサブシステムに関して、実施形態にかかる蛇状ロボットクローラに対して様々な他の構造が可能である。一般的に、リンクサブシステムは、９つの異なる軸回りの運動を提供する９つまでの作動関節体を有し得る（しかし、これら軸の一部は、時には互いに一致することがある）これら関節体は、単軸、二軸または３軸の関節体であってもよい。１つの例示的な実施形態において、リンク腕は、９つの自由度を備えてもよく、以下のもののいずれかの一連の連結組合せを有する。

・９つの単軸関節体
・５つの単軸関節体及び２つの二軸関節体
・３つの単軸関節体及び２つの３軸関節体
・２つの単軸関節体、２つの二軸関節体及び１つの３軸関節体

【００１９】

例えば、リンク腕は、一連の組合せの７つの単軸屈曲関節体と２つの単軸回転関節体とを有し得る。例えば、６つの屈曲関節体は、リンクの中心に位置する７番目の屈曲関節体に対して対称に配設されており、３つの屈曲関節体は、中心の各側にある。回転関節体は、同様に、中心に対して対称に配設されている。例えば、回転関節体は、７番目の（中心付けられた）屈曲関節体に隣接して位置しても、対象に配設された屈曲関節体間に位置しても、フレームに隣接して位置してもよい。

【００２０】

もちろん、１つから９つの自由度の間のまたは９つを超える自由度を容易にするリンクサブシステムのように、他のリンクサブシステムが可能であり、本明細書で想定してもよい。

【００２１】

あるいは、連続する２つの単軸関節体と同じ自由度を提供する二軸関節体または連続する３つの単軸関節体と同じ自由度を提供する３軸関節体を使用してもよい。例えば、二軸関節体は、２軸での屈曲を提供し得る。これら軸は、必須ではないが、直交してもよい。例えば、３軸関節体は、２つの横方向軸での屈曲と３番目の長手方向軸回りの回転とを提供し得る。

【００２２】

関節体は、屈曲または回転運動を提供する回転関節体に限定されない。並進運動を提供する直動関節体も同様に含まれる。関節体は、回転機能と直動機能との双方を組み合わせて例えば偏心動作を提供してもよい。

【００２３】

一実施形態において、第１及び第２駆動サブシステムの少なくとも一方は、駆動体を有し、回転、屈曲及び／またはリンクサブシステムの様々な構成部材の運動を容易にしてもよい。同様に、少なくとも１つの駆動体を使用して、駆動サブシステムのうちの少なくとも１つの運動を容易にしてもよい。いくつかの態様において、駆動サブシステムのうちの少なくとも１つを作動させる駆動体は、同様に、リンクサブシステムのうちのすべてまたは一部を作動させてもよい。すなわち、駆動サブシステムの運動を引き起こす同一の駆動体は、同様に、リンクサブシステムの関連部分の運動を引き起こしてもよい。他の態様において、回転、屈曲及び／またはリンクサブシステムの様々な構成部材の運動を容易にする駆動体は、専用の駆動体であってもよい。本開示をいったん入手した当業者によって理解されるように、様々なタイプの駆動体や駆動力を駆動サブシステムまたはリンクサブシステムにかけるための連結技術を利用してもよい。

【００２４】

駆動サブシステム、リンクサブシステム及びロボットクローラに関するさらなる詳細は、２０１２年５月２５日出願の米国特許出願第１３／４８１６３１号に見られ、そのすべ

てを参照として本明細書に組み込む。

【００２５】

図４から図６に戻ると、駆動サブシステム４０２は、取付体４０６内に位置付けられた高性能制御デバイス４０４を有して示されている。説明したように、取付体４０６は、既知の手段によって駆動サブシステム４０２に連結されている。図４から図６に示す実施形態において、取付体４０６は、取付ブラケット４０８を介して駆動サブシステム４０２に連結されている。取付ブラケット４０８は、駆動サブシステム４０２に直接連結されてもよく、または、取付ブラケット４０８は、中間部材を介して連結されてもよい。図４から図６に示す実施形態において、例えば、取付ブラケット４０８は、リンクブラケット４１０に連結されている。リンクブラケット４１０は、駆動サブシステム４０２をリンクサブシステム（図示略）に繋ぐために使用されている。しかしながら、留意することは、取付ブラケット４０８を駆動サブシステムに対して他の部材によって直接的にまたは間接的に繋げてもよいことである。

【００２６】

図５は、図４の駆動サブシステム４０２を通るＡ－Ａ断面図である（図６は、駆動サブシステム４０２の後面すなわち背面図である）。図５及び図６を参照すると、この特有の実施形態において、取付ブラケット４０８は、ｕ字状構造体であり、この構造体は、取付体４０６及び高性能制御デバイス４０４を支持する。取付ブラケット４０８は、リンクブラケット４１０に取り付けられて示されており、このリンクブラケットは、この実施形態ではナット４１４によって、取付ブラケットに連結されている。このため、取付体４０６のネジ接続部は、取付ブラケット４０８にある穴部を通過してナット４１４に係合する。他の実施形態において、蝶ネジは、取付ブラケット４０８にある穴部を通過され、取付体４０６にあるネジ接続部内に通過されてもよい。同様に理解されることは、取付体、取付ブラケット及び駆動サブシステム間の接続は、設計及び性能により変化してもよいが、依然として本範囲内にあることである。

【００２７】

いくつかの実施形態において、内蔵カメラ（例えばデジタルカメラ）を有する高性能制御デバイスを用いて、ロボットクローラへ光学的検出及び視覚入力を提供してもよい。システムの視認領域を拡大させるために、高性能制御デバイスひいてはカメラをロボットコントローラに対して移動させることが可能である。しかしながら、カメラの位置及び向きに応じて、高性能制御デバイスのこのような運動は、ロボットを使用している間では危険になり得る。例えば、高性能制御デバイスがスマートフォンである場合、カメラは、電話の平面配向に対して垂直な焦点軸に位置付けることが最もあり得る。カメラの焦点軸がロボットクローラの本体軸と平行となるように電話を回転させることによって、電話の平面配向は、この時、ロボットクローラの本体軸に垂直であり、ロボットクローラの横断面は、少なくとも電話の幅または長さ分だけ増加する。横断面におけるこのような増加は、一部の用途で問題にならないことがあるが、ロボットが行き来できる開口部のサイズを制限することがある。

【００２８】

いくつかの実施形態において、デジタルまたは他のタイプのカメラであり得るカメラの焦点軸は、高性能制御デバイスを移動させることなく再度方向付けられてもよい。図４から図６に示すように、プリズム４１６または他の光を再度方向付けるレンズをカメラサブユニットに光学的に連結してもよい。図４に示すプリズム４１６は、例えば、カメラの焦点軸を屈曲させ、別の方向を視認することを可能とする。プリズムが４５°プリズムである場合、カメラの焦点軸を９０°だけ屈曲させ、このため、高性能制御デバイス４０４または取付体４０６を回転させるさもなければ移動させることなく、駆動サブシステム４０２の軸に沿って方向付けられる。また、いくつかの実施形態において、プリズム４１６は、移動可能なかつ／または回転可能なプリズム取付体４１８上に取り付けられてもよく、このプリズム取付体は、高性能制御デバイス４０４または取付体４０６を移動させることなく、焦点軸のさらなる移動及び再度の方向付けを容易にし得る。

【００２９】
高性能デバイス及び／または取付体自体の運動を想定してもよい。実際には、ロボットデバイスの近くに高性能デバイスを連結するまたは支持する取付体及び／または取付ブラケットは、動的構造体を備えてもよい。例えば、取付体及び／または取付ブラケットは、取付体及び／または取付ブラケットの特有の構造に応じて、ロボットデバイスに対する回転する、回動する、傾斜する、曲がる、伸びる、後退する、平行移動するなどする（このため高性能制御デバイスの関連する運動を引き起こす）ように構成された素子を備えてもよい。他の実施形態において、高性能制御デバイスは、ロボットデバイス内に隠すことが可能であり、必要に応じて選択的に配備されてもよい。さまざまな支持体または取付機構を採用し、この機能を容易にしてもよい。

【００３０】
一例にかかる高性能制御デバイスのための動的または移動可能な取付体を図９に示す。この場合において、後退可能な取付体９０２は、駆動サブシステム９０４に回動式に連結されており、本明細書で説明したように、高性能制御デバイスを受けて支持するように構成されている。取付体モータ９０６または後退可能な取付体９０２に運動を提供できる他のデバイスによって、後退可能な取付体９０２を昇降させる。このように、環境状況及び／またはユーザが開始させた命令に応じて、後退可能な取付体９０２に連結された高性能制御デバイス（図示略）を昇降させる。留意することは、後退可能な取付体９０２が既知の高性能制御デバイスに対応して設計されており、それにより、後退可能な取付体の構造を収容することである。

【００３１】
説明したように、本開示の態様にかかるロボットデバイスは、論理処理、コマンド実行、データ処理、検出または他の「高性能」機能を非専用の高性能制御デバイス、多くの場合において取外し可能な高性能制御デバイスで実行するように設計され得る。非専用であることにより、ロボットクローラに対して、一体化されていない、内蔵されていない、かつ／または取外し可能である、のうちの少なくとも１つを意味し得る。ロボットクローラで高性能制御デバイスを操作することによって、ロボットクローラに完全に一体化された（そしてことによるとロボットクローラから取り外し不能な）専用システムのような専用システムとは対照的に、「高性能」機能を高性能制御デバイスで実行する。すなわち、ロボットクローラによって以前は実行されていた専用の制御、検出、処理操作（すなわち「高性能」機能）は、ここでは、全てでない場合には、高性能制御デバイスにパッケージされた様々な一体化システムの「高性能」機能性の相当量を用いて、高性能制御デバイスでより効率的に実行される。これを行うことによって、様々な利点をもたらす。このため、例えば、診断及び修復処理のための著しい休止時間なく、損傷した高性能制御デバイスを容易に取り外して交換でき、同様に、再プログラム、データ操作などを容易にするために、高性能制御デバイスをロボットクローラから取り外せる。留意すべきことは、非専用の高性能制御デバイスが、蛇状ロボットクローラで使用するために構成された既存のデバイス（例えばスマートフォン）またはロボットクローラで特に使用するために構成されたデバイスを有してもよいことである。さらに、高性能制御デバイスは、ロボットクローラとは無関係な自己完結型デバイスを備えてもよく、この自己完結型デバイスは、全てではない場合、ロボットクローラ内での「高性能」機能性を容易にするために必要な構成部材の少なくとも一部を支持するように構成されている。すなわち、高性能制御デバイスは、それ自体が、筐体、骨格またはシャーシを備えてもよく、内部回路、電気回路網及びロボットクローラ内の「高性能」機能を提供するために必要な構成部材のすべてを有する。

【００３２】
様々な高性能制御デバイスを想定し、ロボットクローラを制御可能なこのようなデバイスを本範囲内にあるとみなす。非限定的な例にかかる高性能制御デバイスは、携帯電話デバイス、以下の組合せを含む無線ネットワークデバイス、ブルートゥース（登録商標）デバイスなどを含んでもよい。一態様において、高性能制御デバイスは、スマートフォンのような携帯電話であってもよい。一般的に、多くのスマートフォンは、十分な計算資源と

、ロボットクローラを制御しかつロボットクローラと連動することができる他の「高性能」機能性と、を有し、この機能性には、駆動サブシステムの運動、リンクサブシステムの運動、検出及び検出データ処理、データ処理、動画、音声などが含まれる。このように、高性能制御デバイスは、複雑な一体型の制御及び処理システムを必要とすることなく、ロボットクローラの機能性を強化することが可能である。

【００３３】

機能性を制御することに加え、高性能制御デバイスは、ロボットクローラからデバイスを取外し可能であることに起因した利点をもたらす。例えば、アップグレード、改変プログラミングなどは、ロボットクローラから離間させた高性能制御デバイスで達成してもよく、この高性能制御デバイスは、その後、物理的にかつ／または（無線でを含む）電気的に、ロボットクローラに連結されてもよい。このように、高性能制御デバイスは、「プラグ・アンド・プレイ」をすることができ、このため、ロボットクローラに接続すると、ロボットクローラに機能性を付与できる。留意するのに重要なことは、高性能制御デバイスが、単なるクローラのための遠隔コントローラではなく、むしろ、クローラ上に備えられ、命令、収集及びデータ処理を実行可能な計算デバイスであることである。

【００３４】

さらに、センサまたはロボットクローラにある他のデバイスによって収集したデータを記憶して高性能制御デバイスで処理してもよい。データは、高性能制御デバイスを単に取り外すことによってロボットクローラから除去され、この高性能制御デバイスには、データが常駐している。また、例えばセルラーネットワークのような媒体上でデータを高性能制御デバイスから遠隔位置まで伝送させてもよい。スマートフォンのような携帯電話を利用するこれら態様に関して、携帯電話の機能性は、すでにスマートフォンに常駐しており、この機能性は、スマートフォンへまたはスマートフォンから通信するためにすでに利用されている。

【００３５】

高性能制御デバイスを用いた蛇状ロボットクローラの制御及び動作をここでより詳細に説明する。蛇状ロボットクローラの運動及び姿勢は、リンクサブシステムの関節運動及び駆動サブシステムの作動を介して制御される。したがって、図７Ａに概略的な形態で示すように、通信サブシステム７０２は、第１駆動サブシステム７０４、第２駆動サブシステム７０６及びリンクサブシステム７０８に機能的に連結されている。通信サブシステムは、同様に、高性能制御デバイス７１０に機能的に連結されている。このように、高性能制御デバイス７１０からの命令は、ロボットクローラの運動及び位置を制御するために、第１駆動サブシステム７０４、第２駆動サブシステム７０６及びリンクサブシステム７０８に送達される。同様に、第１駆動サブシステム７０４、第２駆動サブシステム７０６及びリンクサブシステム７０８からの（例えば位置及び／または運動センサからの）フィードバック通信は、通信サブシステム７０２を介して高性能制御デバイス７１０に送達される。このため、高性能制御デバイス７１０は、通信サブシステム７０２を介して、ロボットクローラの各構成部材と通信し、選択的なまたは同時の作動を容易にする。

【００３６】

留意することは、通信サブシステムがロボットクローラを制御可能な通信媒体からなってもよいことである。非限定的な例にかかるこのような通信媒体は、電気的連結、光学的連結、無線連結、ブルートゥース連結などを含んでもよく、これらの組合せを含んでもよい。このように、このタイプの通信媒体は、通信サブシステム自体の構成に影響する。例えば、電気的連結を利用する通信サブシステムは、ロボットクローラの様々な構成部材からの有線接続を有してもよい。一方、無線通信を利用する通信サブシステムは、高性能制御デバイスを様々なサブシステムに連結する一連の送信器及び受信器を有してもよい。

【００３７】

したがって、いくつかの態様において、高性能制御デバイスは、ロボットクローラに強化した機能性を付与できる。このような機能性は、使用した特定の高性能制御デバイスの能力にのみ制限される。例えば、スマートフォンを使用することにより、スマートフォン

にかつ／またはスマートフォンで利用可能な機能性をロボットクローラの制御及び動作で利用することが可能となる。例えば、スマートフォンは、クローラへの無線通信、クローラの外にある無線通信、ＧＰＳデータ、加速度計データ、振動検出、ユーザインタフェース、カメラ及び／または動画機能性、音声入力、音声出力、センサ処理、ナビゲーション、制御などを提供し得る。また、クローラの機能性を強化するアプリケーションをスマートフォンのために作ってもよい。このようなアプリケーションは、本来は非常に動的であり得、接続解除または再起動する必要性なくスマートフォンへ直接アップデートし得る。したがって、スマートフォンは、強化した動的再構成能力、及び、２、３例を挙げると携帯電話、ブルートゥースまたはＷｉ－Ｆｉネットワークのような無線ネットワークにわたるユーザとの内蔵型通信を用いて、わずかなコストで専用制御システムと同様の機能性を提供できる。

【００３８】

説明したように、高性能制御デバイスは、十分な計算資源を有して本開示の態様にかかるロボットクローラを制御するデバイスであってもよい。いくつかの場合において、高性能制御デバイスは、内蔵型の可搬性を有しており、ロボットクローラとは分離した独立のユーザとの相互作用を可能とし得る。このため、クローラは、ある環境に置いたままで、別の環境において高性能制御デバイスに変更をなし得る。高性能制御デバイスは、同様に、独自のフォームファクターを有する一般的な目的の通信デバイスとみなされてもよい。内蔵型の通信性能を有するこのようなデバイスを利用することは、ロボットクローラの設計及びコストを非常に単純化できる。したがって、高性能制御デバイスは、比較的低コスト及び低労力で廃棄して別のユニットと交換され得る。

【００３９】

図７Ｂに示すように、通信サブシステム７０２は、同様に、外部のデータ収集デバイス７１２（すなわちセンサ）と高性能制御デバイス７１０との間の通信を提供する。このような補助的な外部にあるデータ収集デバイスは、デバイスまたはシステムを利用して、クローラの外部の環境からデータを収集するあるいは外部の環境を巧みに扱うことができる。非限定的な例にかかるこのようなものには、測定デバイスまたはシステム、検査デバイスまたはシステム、質量分析計、イオン移動度センサ、化学発光センサ、電子捕獲型検出センサ、電気化学分析器、特殊ガスセンサ（メタン、プロパン、アンモニア、ＣＯ、煙などの分光法）、弾性表面波センサ、触針(tactile whisker)、放射線検出器、金属検出器、他のタイプの検出器、磁気探知器、慣性測定ユニット、非破壊検査法（Ｘ線染色浸透剤、超音波、渦電流、磁性粒子、干渉分光法）、追加のカメラ（例えばＥＭスペクトルの特定部分）などを含み、結果を処理し、保存し、処理、保存及びリアルタイムでのまたは結果として生ずる通信を取り扱って結果を使用するための関連するアプリケーションを含む。いくつかの態様において、外部のデータ収集デバイスは、例えばスマートフォンのようなさらなる非専用の高性能制御デバイスであってもよい。

【００４０】

説明したように、ロボットクローラは、高性能制御デバイスのカメラ／動画に加え、少なくとも１つのカメラを有してもよい。例えば、高性能制御デバイスと比較して高解像度を有するカメラは、ロボットクローラの近くに支持されており、ロボットクローラと動作可能である。同様に、電磁スペクトルのうちの所望部分に感知するカメラ及び／またはカメラフィルタは、データを得るためにロボットクローラと関連付けられてもよく、このデータは、例えばＩＲ、ＵＶ、ｘ線、ガンマ線、マイクロ波などのように高性能制御デバイスに内蔵されている画像システムでは入手可能ではないことがある。同様に、ロボットクローラは、音声データの収集を強化するために、高性能制御デバイスに内蔵されている音声システムに加えて少なくとも１つの音声捕捉デバイスを有してもよい。さらに、いくつかの態様において、カメラ及び／または音声捕捉からのデータは、高性能制御デバイスを介して、例えば高性能制御通信デバイスのような外部源まで送達されてもよい。

【００４１】

いくつかの実施形態において、本開示は、ユーザによって遠隔から制御及びアクセス可

能なロボットクローラシステムを有し得る。一例として、図８に概略的に示すように、通信サブシステム８０２は、図７Ａで説明しかつ示したように、第１駆動サブシステム８０４、第２駆動サブシステム８０６及びリンクサブシステム８０８に機能的に連結されている。通信サブシステム８０２は、同様に、高性能制御デバイス８１０に機能的に連結されている。機能的に連結することは、物理的インタフェース８１２を選択的に含み得る。このように、高性能制御デバイス８１０からの命令は、ロボットクローラの運動及び位置を制御するために、第１駆動サブシステム８０４、第２駆動サブシステム８０６及びリンクサブシステム８０８に送達される。同様に、第１駆動サブシステム８０４、第２駆動サブシステム８０６及びリンクサブシステム８０８からの（例えば位置及び／または運動センサからの）フィードバック通信は、通信サブシステム８０２を介して、高性能制御デバイス８１０に送達されてもよい。このため、高性能制御デバイス８１０は、通信サブシステム８０２を介して、ロボットクローラの各構成部材と通信し、選択的なまたは同時の作動を容易にしてもよい。

【００４２】

システムは、蛇状ロボットクローラの高性能制御デバイス８１０と無線通信するように動作可能である高性能制御通信デバイス８１４をさらに有してもよい。このように、いくつかの態様において、高性能制御通信デバイス８１４は、ユーザインタフェースとして機能し、ユーザが高性能制御デバイス８１０に制御指示を与えることを可能とする。いくつかの実施形態において、システムは、同様に、例えばセルラーネットワーク８１６のような無線通信媒体を有してもよい。このように、ユーザは、ロボットクローラを制御するために、高性能制御通信デバイス８１４を介して、高性能制御デバイス８１０への通信を提供し得る。ロボットクローラにある様々なセンサからのデータは、高性能制御デバイス８１０によって、高性能制御通信デバイス８１４まで戻すように送信される。このため、センサからのデータ、高性能制御デバイスの内蔵ハードウエアからの動画及び／または音声などは、ユーザに通信されてもよく、さらなる制御命令を送達してもよい。留意することは、無線通信媒体が、限定することなく、これらの組合せを含む、移動体通信、Ｗｉ－Ｆｉ通信、ブルートゥース通信などを含む公知の無線通信媒体を含んでもよい。

【００４３】

高性能制御通信デバイスは、高性能制御デバイスへ命令を送信可能かつ高性能制御デバイスから命令を受信可能な適切なデバイスを有してもよい。非限定的な例にかかるこのような通信デバイスは、携帯電話、スマートフォン、タブレット、タブレットデバイス、ノートコンピュータ、デスクトップコンピュータなどを含み得る。また、いくつかの実施形態において、高性能制御通信デバイスは、ロボットクローラを制御するための複製マスタを有してもよい。複製マスタの制御システムにおいて、複製マスタは、ロボットクローラから離間して位置する。複製マスタは、蛇状ロボットクローラと同じ関節体を有し得、所望の姿勢へ手動で操作され得る。関節体に位置するセンサは、関節体の位置を検出し、これら位置は、高性能制御デバイスへ通信され、リンク及び駆動サブシステムを作動させ、同じ姿勢を達成することを試みる。選択的に、リンクサブシステムにある関節体は、力センサ、トルクセンサまたは双方を有してもよく、関節体の力及び／またはトルクを測定することを可能とする。関節体の力及び／トルクは、選択的に、複製マスタに戻るように通信されてもよく、制御システムへの力フィードバックをもたらす。さまざまな力フィードバック制御システムは、公知であり、これらは、本発明の実施形態に適用され得る。

【００４４】

高性能制御デバイスをロボットクローラに一体化してもよく、いくつかの場合において延長した期間にわたって、クローラが自律的に動作することを可能とする。一実施形態において、システムは、分散された関節体と、１以上の近接して関連付けられた関節体を局所的に制御するトラックコントローラと、を有してもよい。分散された関節体及びトラックコントローラは、高性能制御デバイスを用いて通信され得、この高性能制御デバイスは、その後、高性能制御通信デバイスに通信され得る。

【００４５】

別の例において、様々な運動基本は、高性能制御デバイスへ予めプログラムされてもよく、この運動基本は、例えば、特定の姿勢（例えば戦車、列車または登坂構造など）や運動（例えば前進、後退など）のための基本を含む。制御は、関節体力センサ及び環境センサからのフィードバックを含んでもよい。このようにして、人間と自動化制御との混成を混合してもよい。例えば、高レベルの手動命令／基本は、自動化低レベルフィードバックループを用いて実行されてもよく、このフィードバックループは、命令／基本を実行する。制御機能は、例えば姿勢制御、コンプライアンス制御、運動制御、力制御及びこれらの混成組合せを含むサブシステムへ分割されてもよい。

【００４６】

理解することは、開示された本発明の実施形態が、本明細書で開示した特有の構成、処理ステップまたは材料に限定されないが、当業者によって認識され得るそれらの等価物に拡張され得ることである。同様に理解することは、本明細書で採用した専門用語が、特有の実施形態のみを説明することを目的として使用されており、限定することを意図していないことである。

【００４７】

本明細書にわたって「一実施形態」または「１つの実施形態」への言及は、実施形態に関連して説明した特有の機能、構成または特性を本発明の少なくとも１つの実施形態に含めることを意味している。このため、本明細書にわたって様々な箇所で登場する用語「一実施形態において」または「１つの実施形態において」は、すべて同一の実施形態について必ずしも言及していない。

【００４８】

本明細書で使用するように、用語「ほぼ(substantially)」は、完全なまたはほとんど完全な範囲または度合いの作用、特徴、特性、状態、構造、物品または結果をいう。例えば、「ほぼ」収容されている対象物は、対象物が完全に収容されているまたはほとんど完全に収容されていることを意味し得る。絶対的な完全性からの正確な許容可能な逸脱度合は、一部の場合において、具体的な背景によることがある。しかしながら、一般的には、完全に近いことは、絶対的なまたは全体的な完全を得ることと同じ全体的な結果を有するようになる。「ほぼ」を使用することは、否定的な暗示的意味で使用して、作用、特徴、特性、状態、構造、物品または結果が完全にまたはほとんど完全にないことをいう場合にも同じく適用可能である。

【００４９】

本明細書で使用するように、複数の物品、構造要素、構成要素及び／または材料は、利便性のために共通リストに示されている。しかしながら、これらリストは、リストの各部材が別個のまたは唯一の部材として個別に示されていると解釈されるべきである。このため、このようなリストの個別の部材は、それとは反対に、指示なく共通グループで示したものに単独で基づいて、同一リストの他の部材と実質的に等価なものであると解釈されるべきではない。また、本発明の様々な実施形態及び実施例は、これらの様々な構成部材のための代替物と共に本明細書において言及されてもよい。理解することは、このような実施形態、実施例及び代替例が、互いに実質的に等価なものであると解釈されないが、本発明の別個のかつ自立した説明であるとみなされることである。

【００５０】

さらに、説明した機能、構造または特性は、１以上の実施形態における敵なせつな態様で組み合わせてもよい。以下の説明において、例にかかる長さ、幅、形状など様々な具体的な詳細を提供して本発明の実施形態における完全な理解を提供する。しかしながら、当業者は、１以上の具体的な詳細なくまたは他の方法、構成部材、材料などを用いて本発明を実施できることを認識するだろう。他の例において、本発明の態様をあいまいにすることを避けるために、周知の構造、材料または動作を図示せずまた詳細に説明しない。

【００５１】

上記例は、１以上の特有の用途にかかる本発明の原理を例示しているが、当業者に明らかなことは、発明力を発揮させることなくかつ本発明の原理及び概要から逸脱することな

く、実施にかかる形状、使用法及び詳細におけるさまざまな改変をなしてもよいことである。したがって、以下で説明される特許請求の範囲によることを除いて、本発明を限定することを意図していない。

【符号の説明】

【００５２】

１００，３００　蛇状ロボットクローラ，ロボットクローラ、１０２，３０２，７０４，８０４　第１駆動サブシステム、１０４，３０４，７０６，８０６　第２駆動サブシステム、１０６，３０６，７０８，８０８　多自由度リンクサブシステム，リンクサブシステム、１０８，４０４，７１０，８１０　高性能制御デバイス，高性能制御システム、１１０，３１０　物理的取付体、１１２，４０８　取付ブラケット、４０２，９０４　駆動サブシステム、４０６，９０２　取付体、４１０　リンクブラケット、４１４　ナット、４１６　プリズム、４１８　プリズム取付体、７０２，８０２　通信サブシステム、７１２　データ収集デバイス、８１２　物理的インタフェース、８１４　高性能制御通信デバイス、８１６　セルラーネットワーク、９０６　取付体モータ

【図１】

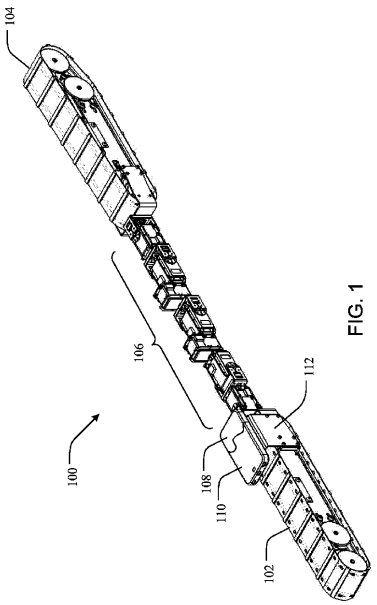


FIG. 1

【図２】

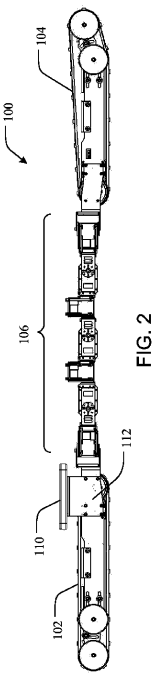


FIG. 2

【図３】

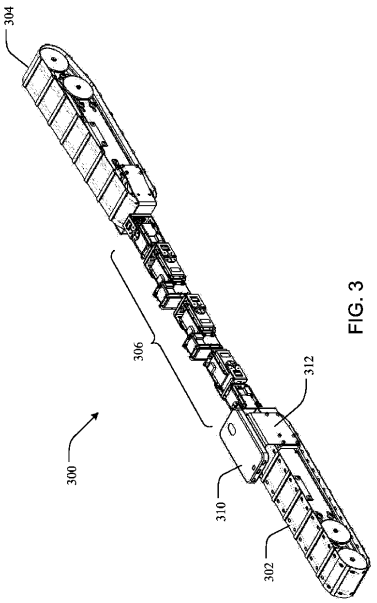


FIG. 3

【図４】

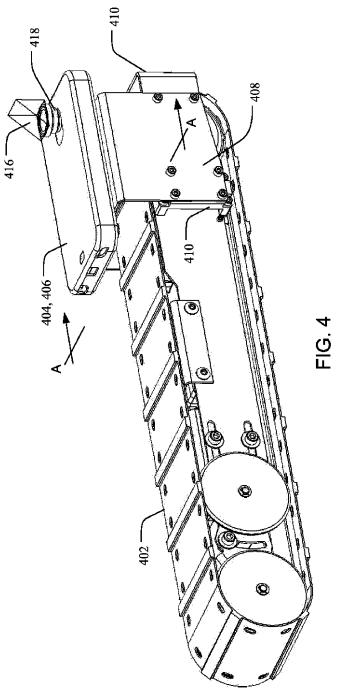


FIG. 4

【図５】

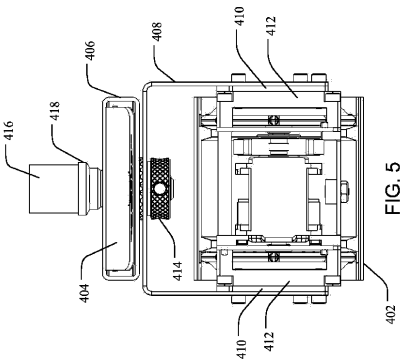


FIG. 5

【図６】

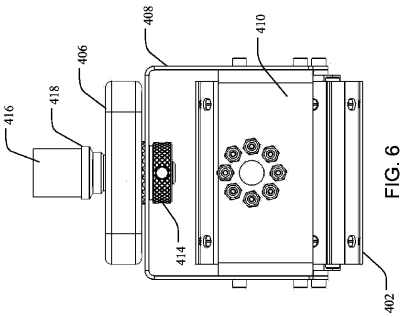


FIG. 6

【図７Ａ】

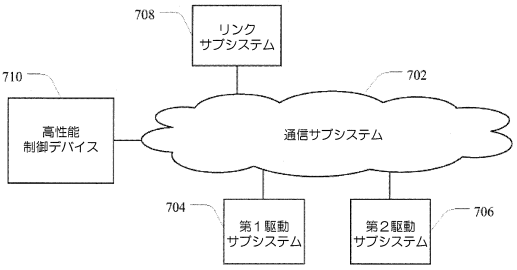


FIG. 7A

【図７Ｂ】

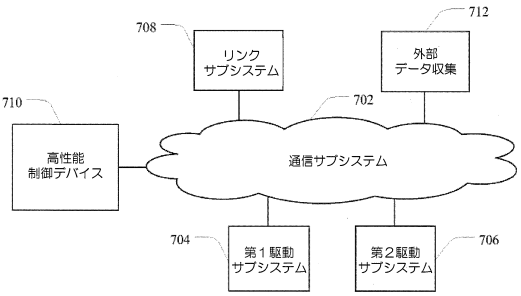


FIG. 7B

【図８】

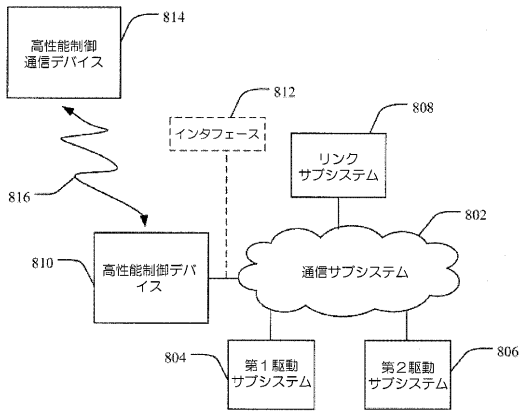


FIG. 8

【図９】

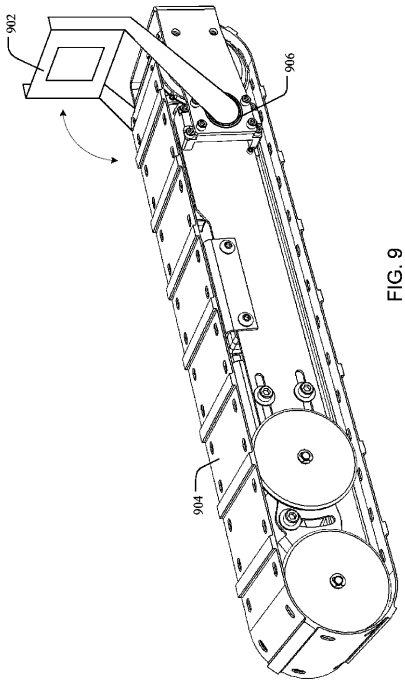


FIG. 9

フロントページの続き

審査官　林　政道

(56)参考文献　特表２０１０－５０９１２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０５６００１（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１２／０６１９３２（WO，Ａ１）
特表２０１４－５０６０２３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６２Ｄ　５５／００
Ｂ６２Ｄ　５７／００
Ｂ２５Ｊ　５／００