(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6035385号
(P6035385)
(45)発行日　平成28年11月30日(2016.11.30)　(24)登録日　平成28年11月4日(2016.11.4)

(51)Int.Cl.　F I
B25J 17/00 (2006.01)　B25J 17/00 D

請求項の数 18　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2015-149846(P2015-149846)
(22)出願日　平成27年7月29日(2015.7.29)
(65)公開番号　特開2016-41465(P2016-41465A)
(43)公開日　平成28年3月31日(2016.3.31)
審査請求日　平成27年7月29日(2015.7.29)
(31)優先権主張番号　14/460,725
(32)優先日　平成26年8月15日(2014.8.15)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　504399716
ディズニー　エンタープライゼス　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９１５２１　バーバンク　サウス　ブエナ　ヴィスタ　ストリート　５００
(74)代理人　100105957
弁理士　恩田　誠
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(74)代理人　100142907
弁理士　本田　淳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ロボットキャラクタのための空気圧で作動される従順性があり安全な骨格関節

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の端部から第２の端部に延びるボディを有する第１の骨格リンクと、
前記第１の骨格リンクの前記第２の端部に取り付けられ、内部空間を画定する側壁を有する関節ハウジングを備え、かつ前記関節ハウジング内で支持される回動可能な取り付け要素を備える、関節と、
第１の端部から第２の端部に延びるボディを有する第２の骨格リンクであって、前記ボディの前記第１の端部が、前記関節ハウジングの前記回動可能な取り付け要素に回動可能に結合される、第２の骨格リンクと、
前記関節ハウジングの前記内部空間内に位置付けられた第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダを備える空気圧関節アクチュエータであって、前記第２の骨格リンクが、前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダの少なくとも一方の膨張を用いて回動させられる、空気圧関節アクチュエータと、
前記第１の気体ブラダと前記第２の気体ブラダの間に配置されるように、前記第２の骨格リンクの前記ボディの前記第１の端部から外側に前記内部空間の中に延びる駆動レバーアームとを備え、前記駆動レバーアームの動作が、前記第２の骨格リンクの前記ボディの前記第１の端部を前記回動可能な取り付け要素を中心に回動させる、
ロボット関節アセンブリ。
【請求項２】
前記第１の気体ブラダの選択的な膨張が、前記第１の気体ブラダに第１の駆動力を前記

駆動レバーアームの第１の側面に加えさせ、前記第２の気体ブラダの膨張が、前記第２の気体ブラダに第２の駆動力を前記第１の側面の反対側の第２の側面に加えさせ、それによって、前記第１の駆動力と前記第２の駆動力が、対立関係にある力となる、請求項１に記載のアセンブリ。

【請求項３】

前記関節ハウジングが、前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダがその中に配置される第１の筐体及び第２の筐体を、前記ハウジングの前記側壁とともに、画定する筐体障壁を前記内部空間内に備え、前記駆動レバーアームが、第１の筐体と第２の筐体の間に延在する、請求項１に記載のアセンブリ。

【請求項４】

前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダが、しなやかで従順性のある素材から形成された膨張可能な袋を備える、請求項１に記載のアセンブリ。

【請求項５】

前記第１の骨格リンクが、前記第１の骨格リンクの前記ボディを通って延び、一方の端部において前記第１の気体ブラダへの入口に結合される第１のフロー導管を備え、前記第１の骨格リンクが、前記第１の骨格リンクの前記ボディを通って延び、一方の端部において前記第２の気体ブラダへの入口に結合される第２のフロー導管をさらに備える、請求項１に記載のアセンブリ。

【請求項６】

前記第１のフロー導管に流体的にリンクされた第１の制御気体供給と、前記第２のフロー導管に流体的にリンクされた第２の制御気体供給と、をさらに備え、前記第１の制御気体供給と前記第２の制御気体供給が、前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダの前記選択的な膨張を実行するために、前記第１のフロー導管及び前記第２のフロー導管に加圧された気体を提供するように独立に操作可能である、請求項５に記載のアセンブリ。

【請求項７】

事前定義された運動プロファイルによって、前記選択的な膨張を実行して、前記第２の骨格リンクを動かすために、制御信号を前記第１の制御気体供給及び前記第２の制御気体供給に提供する関節コントローラをさらに備える、請求項６に記載のアセンブリ。

【請求項８】

前記第１のフロー導管及び前記第２のフロー導管における圧力を感知し、それに応答して、圧力フィードバック信号を前記関節コントローラに提供する、第１の圧力センサ及び第２の圧力センサをさらに備え、前記関節コントローラが、前記圧力フィードバック信号を処理し、前記圧力フィードバック信号処理に基づいて、前記制御信号を生成する、請求項７に記載のアセンブリ。

【請求項９】

前記第２の骨格リンクの前記ボディの前記第２の端部に回動可能に取り付けられた追加の関節ハウジングと、

前記第２の骨格リンクの前記ボディを通って又は前記ボディの上に延在し、第１の端部が、前記関節ハウジングの前記内部空間内に位置付けられ、前記第２の骨格リンクの前記第１の端部の１つ又は複数の外部表面に接し、第２の端部が、前記追加の関節ハウジングの内部空間内に位置付けられる、一定の体積の気体で満たされた第３の気体ブラダと、

前記第２の骨格リンクの前記第２の端部から外側に、前記追加の関節ハウジングの前記内部空間の中に延びる追加の駆動レバーアームと、をさらに備え、

前記第３の気体ブラダの前記第１の端部が、前記回動可能な取り付け要素上での前記第２の骨格リンクの回動の間に圧迫され、それに応答して、前記第３の気体ブラダの前記第２の端部が、拡大して、前記第３の気体ブラダの前記第２の端部に追加の駆動力を加えさせ、それによって、前記追加の関節ハウジングが、前記第２の骨格リンクの前記ボディの前記第２の端部上で回動する、

請求項１に記載のアセンブリ。

【請求項１０】

前記第２の骨格リンクが、前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダの少なくとも一方の前記膨張を用いて、前記第２の骨格リンクの前記ボディの長手方向軸を中心にして回動させられる、請求項１に記載のアセンブリ。

【請求項１１】

表情が豊かで従順性のある動作を有するロボットにおいて、

第１の構造要素及び第２の構造要素と、

前記第１の構造要素の一部を前記第２の構造要素の一部に継ぎ合わす関節であって、前記第２の構造要素が、前記第１の構造要素の前記一部を中心にして回動させられる、関節と、

前記関節内に位置付けられた第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダを備える空気圧アクチュエータであって、前記第１の気体ブラダが、膨張させられて、前記第２の気体ブラダにおける圧力よりも大きい圧力になったときに、前記第２の構造要素が、第１の方向に回動し、前記第２の気体ブラダが、膨張させられて、前記第１の気体ブラダにおける圧力よりも大きい圧力になったときに、前記第２の構造要素が、前記第１の方向とは反対の第２の方向に回動する、空気圧アクチュエータと、

からなり、レバーアームが、前記第１の気体ブラダと前記第２の気体ブラダの間に配置された前記第２の構造要素の端部から延び、それによって、前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダが、前記レバーアームの両側面に対立関係にある駆動力を加える、表情が豊かで従順性のある動作を有するロボット。

【請求項１２】

前記第１の気体ブラダの入口に結合された出口を有する、前記第１の構造要素内の第１の流路と、前記第２の気体ブラダの入口に結合された出口を有する、前記第１の構造要素内の第２の流路と、をさらに備え、それによって、前記関節を作動させるために、制御気体が、前記第１の構造要素を通って流れて、前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダの一方又は両方に選択的に送られ得る、請求項１１に記載のロボット。

【請求項１３】

前記制御気体を前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダにそれぞれ提供するために、独立して操作可能な第１の気体供給及び第２の気体供給をさらに備え、前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダを第１の圧力及び第２の圧力まで加圧することによって、前記第２の構造要素を回転させ又は動かすために、前記第１の気体供給及び前記第２の気体供給の動作を制御する関節コントローラをさらに含む、請求項１２に記載のロボット。

【請求項１４】

前記第１の気体ブラダ及び前記第２の気体ブラダが、ゴム、プラスチック、及び布地からなる群から選択される可撓性を有した素材から形成され、前記関節が、前記第１のブラダ及び前記第２のブラダをそれぞれ収容するための、体積が一致する、隣接する第１の内部空間及び第２の内部空間を含み、前記内部空間の各々が、前記第１のブラダ及び前記第２のブラダが、それを通って拡大して、前記第２の構造要素の作動アームに接触し得る開口を含む、請求項１２に記載のロボット。

【請求項１５】

第１の流路及び第２の流路を備えるボディを有する第１のリンクと、

前記第１の流路の出口に結合された第１の可撓性を有した気体ブラダと、

前記第２の流路の出口に結合された第２の可撓性を有した気体ブラダと、

前記第１のリンクに回動可能に取り付けられた第２のリンクと、

その動作が前記第２のリンクを前記第１のリンクに対して回動させるように、前記第２のリンクに接続されたレバーアームとからなり、前記レバーアームの少なくとも一部が、前記第１の可撓性を有した気体ブラダと前記第２の可撓性を有した気体ブラダの間に挟まれる、ロボットシステム。

【請求項１６】

加圧された気体を前記第１の流路の入口に提供するように動作可能な第１の気体供給と

、
加圧された気体を前記第２の流路の入口に提供するように動作可能な第２の気体供給と
、
前記第１の可撓性を有した気体ブラダ及び前記第２の可撓性を有した気体ブラダを膨張させて、異なる圧力にし、回動可能な取り付け要素を通って延びる回動軸を中心にして、又は前記第２のリンクの長手方向軸を中心にして前記第２のリンクを回動させるために、前記第１の気体供給及び前記第２の気体供給を選択的に操作するコントローラと、
をさらに備える、請求項１５に記載のシステム。
【請求項１７】
体積が一致する、隣接する第１のエンケース空間及び第２のエンケース空間が、前記第１のリンクの前記ボディ上のハウジング内で提供され、前記第１の可撓性を有した気体ブラダ及び前記第２の可撓性を有した気体ブラダが、隣接する前記第１のエンケース空間及び前記第２のエンケース空間内にそれぞれ位置付けられ、前記レバーアームが、隣接する前記第１のエンケース空間及び前記第２のエンケース空間の間に延在する、請求項１５に記載のシステム。
【請求項１８】
一定の体積の気体で満たされた第３の可撓性を有した気体ブラダと、前記第２のリンクに回動可能に結合された第３のリンクと、をさらに備え、前記第３の可撓性を有した気体ブラダが、前記レバーアーム又は前記第２のリンクと接触して位置付けられ、前記第３の可撓性を有した気体ブラダの一部が、前記第２のリンクを回動させる前記レバーアームの動作時に、前記レバーアーム又は前記第２のリンクによって圧迫され、前記第３の可撓性を有した気体ブラダの前記一部の前記圧迫に応答して、前記第３の可撓性を有した気体ブラダの別の部分が、拡大して、前記第３のリンクを前記第２のリンクに対して回動させるための駆動力を加える、請求項１５に記載のシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本明細書は、一般に、娯楽産業において使用するためのロボットキャラクタ、及び他の応用例において人間と安全に相互作用を行うためのロボットなどの、ロボットに関する。より詳細には、本明細書は、ロボットの回転関節などの関節を、効果的（例えば、反応性の良い迅速な動作）かつ安全な方法で作動させるための技法に関する。
【背景技術】
【０００２】
新しい工学技術の発達、エレクトロニクスの小型化、及びコンピューティング能力の向上に伴い、設計者は、今では、人間との協力的又は相互作用的な仕事を含む、多くの込み入った仕事を実行することができる、ロボット又はロボットデバイスを設計することができる。多くの人が、産業において、家庭内で、及び娯楽的用途において、ロボットの使用がはるかに急速に拡大すると予想していたが、ほとんどのロボットは、近くにいることがあり得る人間を含む、周囲環境に損害を与える可能性を有するので、安全面の懸念が、設計者が対処し、克服しなければならない障壁を生み出した。
【０００３】
１つの例として、２足歩行ヒューマノイドロボットは、人体の外見に基づいた外見を有するロボットである。ヒューマノイドロボットは、人間用に作成された道具及び機械など、様々な環境との相互作用を提供するように設計されており、しばしば、人間と安全かつ効果的に相互作用を行うように適合される。一般に、ヒューマノイドロボットは、胴体を有し、胴体は、頭部、２本の腕、及び２本の脚を有し、各脚は、ロボットが平坦な面を歩き、段差を上ることなどができるような、何らかの形態の足を有する。ヒューマノイドロボットは、（回転関節などの）関節によって相互接続される多くの剛性リンク又は骨格構成要素を用いて形成することができ、ロボットを動かし、位置付けるために、各関節に力又は回転力を加える駆動モータの電子制御を通して、関節が操作され、又は位置付けられ

る。
【０００４】
人間環境と相互作用を行うために、ヒューマノイドロボットは、力で制御される関節の安全で従順性がある制御を必要とする。これに関して、各ロボットにはコントローラが提供され、コントローラは、所望の運動及び出力される力（接触力）を決定し、それに応答して、ヒューマノイドロボットの動き及び位置付けを効果的に制御するための関節回転力を出力するようにプログラミングされなければならない。しかしながら、複雑な環境で仕事を実行している間に、ロボットは、平坦でない地面又はそれどころか段差に、静止している障害物及び運動している障害物に、ならびに人間にさえ遭遇することがあるので、力で制御されるロボットを用いて所望の結果を達成することは困難であることがしばしば判明する。
【０００５】
多くの有益な技法が、ヒューマノイドロボットを制御するために開発されたが、ロボットコントローラによって実施される特定の制御技法に関わらず、センサによって提供され得る、又は計算され得る特定のデータは、適切な制御が達成されるためには、正確でなければならない。運動学的パラメータに関する１つの特定の例として、ロボットは、関節角度を識別又は決定するためのコントローラに入力を提供するために使用されるセンサを、各関節に含むことができ、これらの関節角度は、関節の動きを通してロボットをさらに制御し、及び／又は位置付けるために使用される運動学的パラメータである。
【０００６】
ロボット及びロボット応用例についての上記及び他の例は、ロボットが、スピードと正確性を必要とする特定の仕事を実行するようにしばしば設計されることを示している。一般に、これらのロボットは、骨格肢又は剛性リンクを、例えば、これらの肢又はリンクの２つの間の関節を動かすことによって、作動させるために、又は動かすために、高性能及び／又は強力な油圧モータ又は電気モータを利用する。これらのロボットを人間の周囲において安全なものにするために、ロボットのスピード及びパワーは、センサならびに複雑な制御ハードウェア及びソフトウェアの使用によって軽減される。油圧アクチュエータ及び電気モータベースのアクチュエータはどちらも、本質的に従順性がなく、したがって、これらのアクチュエータを有するロボットは、それらを安全なものに（例えば、人間と接触する場合など、必要に応じて周囲環境と接触する場合に従順性があるように）するためには、制御システムに頼らなければならない。上記及び他の設計要件の結果として、これらのロボットの多くは、設計、構築、及び保守が複雑になり、それらには高いコストがかかる。
【０００７】
多くの状況において、ロボットは、異なる設計基準を有することができ、これらの設計基準は、所望の機能を達成するために、それほどの精度の動作を要求せず、又はあまり大きな力を要求しないことがある。例えば、テーマパークのアトラクションにおける、又は多くの人間と相互作用を行う状況における、ロボットキャラクタは、高精度の動きを含む仕事を実行することを要求されない。代わりに、これらのロボット又はロボットキャラクタは、表情豊かでありさえすれば、又は「生きているように」反復的に動きさえすればよいことがある。言い換えると、これらのロボットは、手を振り、指を動かし、及び頭を巡らせるなどの行為を行いさえすればよいことがあるが、これらの行為は、人間の周囲において安全と思われる方法で行われる必要がある。今現在、これらのキャラクタは、上で説明したように、安全に操作するためには複雑な制御システムを必要とする、油圧アクチュエータ又は電気アクチュエータを使用して実施されている。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００８】
したがって、あまり複雑ではない方法でロボットを動かすこと、又は作動させることを可能にしながらも、人間と一緒に、又は人間の近くで使用するための、すべての安全性要

求を依然として満たす、又は上回る、改善された方法及びデバイスが必要とされている。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
本発明は、関節によって相互接続された２つ以上の骨格又は剛性リンクを含むロボット又はロボットシステムを提供することによって、上述の問題に対処する。重要なこととして、関節は、空気圧で作動されるように設計され、ロボットの骨格リンクが表情豊かに動かされることを可能にする空気圧関節アクチュエータを含む。空気圧アクチュエータは、関節のハウジング又はボディ内にエンケースされた１対の対立関係にある空気ブラダ（又は弾力性のある気密性のブラダ）を含む。各空気ブラダ（第１のブラダ及び第２のブラダ）は、骨格リンクの一方に強固に取り付けられ、関節ボディ／ハウジング上又は内に回動可能に取り付けられた、駆動レバーアームの両側に位置付けられる。このように、駆動レバーアームの動作は、取り付けられた骨格リンクを回動させる。
【００１０】
この選択的な動作を獲得するために、２つの空気ブラダの一方が、空気などの追加的な量の気体で満たされ、一方、他方は、膨張させないでおき、又はより一般的には、あまり膨張させない（２つのブラダは最初に等しい圧力になるように満たすことができるので、他方のブラダへの気体の追加後は、より低い圧力下にある）。このことが、レバーアーム及び取り付けられた骨格リンクを、取り付けポイント（例えば、関節ハウジング／ボディから延びるピン）を中心にして回動させる。より正確には、ブラダは、第１の圧力及び第２の圧力（第１の空気ブラダについてはＰ１及び第２の空気ブラダについてはＰ２）に加圧され、レバーアーム及び接続されたリンクの動作又は位置付けは、一方の圧力を他方よりも大きくすることによって制御される。圧力差が大きいほど、回転又は関節作動の量が大きくなり、圧力の変化が速いほど、取り付けピン又は回動可能な取り付け要素を通って延びる回転軸を中心にしたレバーアーム及びリンクの動作が速くなる。
【００１１】
この関節アクチュエータを用いると、安全性が保証され、又は高められるが、それは、一部には、空気ブラダが、（例えば、気体を格納できる、ゴム、軟性プラスチック、又は布地シートなどの）可撓性を有した素材から形成され、そのことが、関節及び取り付けられたリンク又は骨格構造要素を自然に従順性のあるものにするからである。例えば、空気圧関節アクチュエータによって位置付けられている骨格リンクに外力を加えることができ、外力は、骨格リンクに回転／動作を停止させること、又は骨格リンクを別の位置に移動させることができる。これは、いくつかのケースでは、駆動レバーアームに取り付けられた骨格リンク又は構造要素に加わる外力が相対的に低い場合は、２つのブラダが圧縮可能なように、関節を作動させるために各ブラダに適用される圧力の量を制限することによって達成される。他のケースでは、関節が従順性をもつことを可能にするために、気体供給ラインの一方に逃がし弁を提供することができ、ある外力が加えられると、逃がし弁は、一方又は両方のブラダからいくらかの空気を逃がす。
【００１２】
ロボット又はロボットシステムは、制御気体（例えば、空気）をブラダの各々に選択的に供給して、関節を作動させるために使用される、関節制御アセンブリを含む。制御気体フロー（又は空気フロー）は、２つの骨格リンク又は構造要素の一方の中を走るチューブを通って送ることができる。別の実施形態では、ロボット内にチューブを走らせる必要がないように、１対の流路が、骨格リンク又は構造要素自体のボディ内に提供され、空気ブラダの一方は、流路の各々の一方の端部において（例えば、流路の気体出口に）流体的に接続されて、制御気体フローを受け入れる。
【００１３】
関節制御アセンブリは、加圧された制御気体を第１の空気ブラダ及び第２の空気ブラダに提供するために選択的に操作することができる、第１の気体源及び第２の気体源も含み、気体源は、流路（又は使用される場合は、供給ライン／チューブ）の第２の端部に接続され、所望の関節作動又はロボット動作を達成するために、制御信号を２つの気体源に送

信する、コントローラが含まれる。関節制御アセンブリは、２つの流路における圧力を測定するために、各流路上又は内にフィードバック圧力センサ又はゲージを含むことができる。この測定又は感知された気体圧力は、いくつかの実施形態では、各ブラダを満たす気体の量（ブラダ内の気体の体積）のインジケータとして使用され、それが、今度は、駆動レバーアーム及びそれが取り付けられた骨格リンクの回転の量を示すように較正され得る。動作中、コントローラは、フィードバック圧力センサからの信号を処理して、骨格リンクの所望の動作を提供するために（例えば、Ｐ１、Ｐ２、又は両方のブラダ圧力を同時又は順番に変更して、所望の量の膨張、又は第１のブラダ内の第１の体積Ｖ１及び第２のブラダ内の第２の体積Ｖ２を提供することによって、関節を作動させるために）、２つのブラダのどちらかに追加の制御気体フローを提供すべきかどうかを決定することができる。

【００１４】

より具体的には、表情豊かな動作を提供するように設計されているが、それでも従順性があって、人間との相互作用が可能な又は可能である可能性が高い場所における使用の安全性を高めるようにも設計されている、ロボット関節アセンブリが提供される。アセンブリは、第１の端部から第２の端部に延びるボディを有する第１の骨格リンクを含み、アセンブリは、第１の骨格リンクの第２の端部に取り付けられ、内部空間を画定する側壁を有し、関節ハウジング内又は上で支持される回動可能な取り付け要素（例えば、ピンもしくはポスト又は回転カップリングなど）を有する、関節ハウジング（又はボディ）を含む、回転関節も含む。アセンブリは、第１の端部から第２の端部に延びるボディを有する第２の骨格リンクをさらに含み、ボディの第１の端部は、関節ハウジングの回動可能な取り付け要素に回動可能に結合される。重要なこととして、アセンブリは、関節ハウジングの内部空間内に位置付けられた第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダとともに空気圧関節アクチュエータを含み、第２の骨格リンクは、（例えば、一方のブラダを膨張させ、一方、他方のブラダは膨張させないでおく、又はあまり膨張させない）第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダの少なくとも一方の膨張を用いて回動させられる。

【００１５】

いくつかのケースでは、アセンブリは、第１の気体ブラダと第２の気体ブラダの間に配置される又は位置付けられるように、第２の骨格リンクのボディの第１の端部から外側に内部空間の中に延びる駆動レバーアームも含む。この配置の結果として、駆動レバーアームの動作が、第２の骨格リンクのボディの第１の端部を回動可能な取り付け要素を中心に回動させる。特に、第１の気体ブラダの選択的な膨張が、第１の気体ブラダに第１の駆動力を駆動レバーアームの第１の側面に加えさせ、第２の気体ブラダの膨張が、第２の気体ブラダに第２の駆動力を第１の側面の反対側の第２の側面に加えさせ、すなわち、第１の駆動力と第２の駆動力は、レバーアームを動かし、接続された第２の骨格リンクを回転又は回動させる対立関係にある力となる。

【００１６】

関節ハウジングは、第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダがその中に配置される第１の筐体及び第２の筐体（例えば、関節ハウジング内の一定の体積の空間）を、ハウジングの側壁又は内部表面とともに、画定するように構成された筐体障壁を内部空間内に含むことができる。そのようなケースでは、ブラダの体積を増加させた（すなわち、圧縮空気などの加圧された気体を用いて膨張させた）とき、ブラダがレバーアームを押して他方のブラダの方に向かって動かなければならないように、駆動レバーアームが、第１の筐体と第２の筐体の間に延在する。第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダは、ゴム、プラスチック、又は布地などの、しなやかで従順性のある素材から形成された膨張可能な袋の形態を取ることができ、そのことによって、気体ブラダは、膨張させたときに体積を拡大させることが可能であるが、より小さい体積に容易に圧縮させることも可能である（例えば、外力が、第２の骨格リンクに加えられたとき、一方又は両方のブラダが膨張している、又は圧力下にあるとしても、どちらの方向に回動することも比較的自由である）。

【００１７】

アセンブリのいくつかの実施では、第１の骨格リンクは、第１の骨格リンクのボディを

通って延び、一方の端部において第１の気体ブラダへの入口に結合される第１のフロー導管を含み、第１の骨格リンクは、第１の骨格リンクのボディを通って延び、一方の端部において第２の気体ブラダへの入口に結合される第２のフロー導管を含む。このように、気体ブラダを膨張させるために使用される気体の流路又は導管が、追加のチューブによる代わりに、ロボット自体の構造構成要素内の通路によって提供され、これは、導管又はチャネルが骨格リンクのボディと一体化して形成され得ることを可能にする。

【００１８】

アセンブリは、また、第１のフロー導管に流体的にリンクされた第１の制御気体供給と、第２のフロー導管に流体的にリンクされた第２の制御気体供給とを含むことができる。その場合、第１の制御気体供給と第２の制御気体供給は、第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダの選択的な膨張を実行するために、第１のフロー導管及び第２のフロー導管に加圧された気体を提供するように独立に操作可能とすることができる。さらに、アセンブリは、事前定義された運動プロファイルを通して、選択的な膨張を実行して、第２の骨格リンクを動かすために、制御信号を第１の制御気体供給及び第２の制御気体供給に提供する関節コントローラを含むことができる。そのような実施形態では、第１のフロー導管及び第２のフロー導管における圧力を感知し、それに応答して、圧力フィードバック信号を関節コントローラに提供するための、第１の圧力センサ及び第２の圧力センサを提供することができる。その場合、関節コントローラは、圧力フィードバック信号を処理し、圧力フィードバック信号処理に基づいて、制御信号を生成する。

【００１９】

いくつかの特定の実施では、アセンブリは、第２の骨格リンクのボディの第２の端部に回動可能に取り付けられた追加の関節ハウジングも含むことができる。このアセンブリは、一定の体積の気体で満たされた第３の気体ブラダを含むことができる。一般に、アセンブリでは、第３の気体ブラダは、第２の骨格リンクのボディを通って又はボディの上に延在し、第１の端部が、関節ハウジングの内部空間内に位置付けられ、第２の骨格リンクの第１の端部の１つ又は複数の外部表面に接し、第２の端部が、追加の関節ハウジングの内部空間内に位置付けられる。その場合、アセンブリは、第２の骨格リンクの第２の端部から外側に、追加の関節ハウジングの内部空間の中に延びる追加の駆動レバーアームをさらに含むことができる。

【００２０】

動作中、第３の気体ブラダの第１の端部が、回動可能な取り付け要素上での第２の骨格リンクの回動の間に圧迫され、それに応答して、第３の気体ブラダの第２の端部が、拡大して、第３の気体ブラダの第２の端部に追加の駆動力を加えさせ、それによって、追加の関節ハウジングが、第２の骨格リンクのボディの第２の端部上で回動する。これらの実施形態のいずれにおいても、第２の骨格リンクは、第１の気体ブラダ及び第２の気体ブラダの少なくとも一方の膨張を用いて、第２の骨格リンクのボディの長手方向軸を中心にして回動させることができ、一方、他の実施は、回動可能な取り付け要素を通り抜ける軸を中心にしてリンクが回転することを求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本明細書の空気圧関節アクチュエータを有する関節を、ロボットの継ぎ合わされたリンク又は構造要素の一方の中の導管又は流路を介して制御気体フローを提供する作動制御アセンブリとともに含む、ロボット又はロボットシステムの一部の機能ブロック図。

【図２Ａ】第１の動作状態にあるリンクアセンブリが示された、ロボットリンク（又は骨格リンクもしくは構造要素）を回転させる、又は動かすために、空気圧関節アクチュエータを用いる、回転関節の使用を示す、（図１に示されるもののような）ロボット又はロボットシステムのリンクアセンブリの断面図。

【図２Ｂ】第２の動作状態にあるリンクアセンブリが示された、ロボットリンク（又は骨格リンクもしくは構造要素）を回転させる、又は動かすために、空気圧関節アクチュエータを用いる、回転関節の使用を示す、（図１に示されるもののような）ロボット又はロボ

ットシステムのリンクアセンブリの断面図。
【図３】空気圧関節アクチュエータを操作するために、気体制御供給ラインがリンクアセンブリに接続された、図２Ａ及び図２Ｂのリンクアセンブリのプロトタイプの斜視図。
【図４】空気圧関節アクチュエータの対立関係にある気体ブラダの一方を露出させるために、関節ボディ又はハウジングのキャップ又は側壁が除去された、図３のリンクアセンブリを示す図。
【図５Ａ】図２Ａの関節に加えて、２次的な空気圧で作動される関節（例えば、第１の空気圧関節アクチュエータの作動によって間接的に作動させられる関節）を有する、ロボットリンクアセンブリの、図２Ａに示されたものと類似した断面図。
【図５Ｂ】図２Ｂの関節に加えて、２次的な空気圧で作動される関節（例えば、第１の空気圧関節アクチュエータの作動によって間接的に作動させられる関節）を有する、ロボットリンクアセンブリの、図２Ｂに示されたものと類似した断面図。
【図６】本明細書の空気圧関節アクチュエータの例示的な実施の構成要素を示すために、関節ハウジング側壁が除去された、ロボットリンクアセンブリの別の実施形態の上面斜視図。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
簡潔に、安全性を高めるために当然のこととして従順性があり、製造、保守、及び操作が相対的に簡単である、ロボット関節が説明される。各ロボット関節は、関節ボディ又は関節ハウジング内に、対立関係にある１対の気体ブラダ（例えば、空気ブラダ）を含む。関節ハウジングは、第１の骨格リンク又は構造要素上に取り付けることができ、第２の骨格リンクは、関節ハウジングにおいて、又は関節ハウジング内において、第１の骨格リンクに回動可能に結合することができる。
【００２３】
さらに、第２の骨格リンクから延びる、又は第２の骨格リンクに接続される、駆動レバーアームが含まれ（例えば、片持ち部材が、回動可能な取り付けピン又は要素とは反対側の第２の骨格リンクの端部から外に延び）、駆動レバーアームは、２つの気体ブラダの間に位置付けられる。関節の作動は、空気などの気体を気体ブラダの一方又は両方に選択的に供給して、等しい又は異なる駆動力を駆動レバーアームの両側面に加えることによって提供される。例えば、一方のブラダは、コントローラによって選択的に提供される、１対の圧縮気体源又は供給からの制御又は駆動気体フローを用いて、完全に膨張させることができ、これは、駆動レバーアームの一方の側にはるかに大きな力を加え、それが、関節ハウジング内でレバーアームを動かし、回動可能な取り付けピン又は要素を中心にして相互接続された第２の骨格リンクを回転させる。
【００２４】
制御又は駆動気体フローは、第１の骨格リンク又は構造要素のボディ内の流路を通して提供することができ、流路の各端部において、（例えば、ロボットリンク内におけるチューブの走りを回避するために）コネクタ又は接続継手が提供される。気体ブラダは、気体を閉じ込めることができる、ゴム、プラスチック、又は布地など、柔らかく可撓性を有した素材で形成することができる。したがって、可撓性を有した素材は容易に変形させることができ、ブラダは押し縮めることができるので、空気圧関節アクチュエータは、加えられた外力に対して従順性をもち、そのような空気圧関節アクチュエータを有するロボットの動作の安全性を高めることができる。外的に加えられた力がブラダから気体を押し出すことを可能に（して、例えば、ブラダ内の気体圧力を事前定義された最大値よりも低く維持）することによって、そのような押し縮めを可能にするために、気体逃がし弁を気体供給ライン内に提供することができる。
【００２５】
図１は、空気圧で作動される関節１３０（又は空気圧関節アクチュエータを有する関節）を有するロボット又はロボットシステム１００の一部の機能ブロック図を示している。ロボット又はロボットシステム１００は、空気圧で作動される関節１３０を介して第２の

骨格リンク（又は構造要素）１１０と結合された第１の骨格リンク（又は構造要素）１２０を含む。この目的を達成するために、関節１３０は、第１の骨格リンク１２０の端部（又はリンク１２０の直線もしくは他の形状のボディの端部）に取り付けられた関節ボディ１２２を含む。関節１３０は、関節ボディ１２２の表面から外側に延びるピン又はポストなどの、回動可能な取り付け要素１３２を含み、一方の端部において、第２の骨格リンク１１０は、回動可能な取り付け要素１３２に回動可能に結合され、第２の骨格リンク１１０が、回動可能な取り付け要素１３２を通って延びる回動軸１３３を中心にして、矢印１３４を用いて示されるように、回転又は回動することを可能にする。このように、関節１３０は、２つの骨格リンク１１０、１２０を回動可能に結合するように設計される。示されるように、取り付け要素１３２は、円形のポスト又はピンであり、骨格リンク１１０の端部又はボディは、要素１３２を受け入れるための円形の通路又は穴を含むが、この配置は、逆転させることができ、又は骨格リンクが関節ボディ１２２上で軸１３３を中心にして回動（１３４）することを可能にするために、別の回動可能な取り付け構造を使用することができる。

【００２６】

空気圧作動又は空気圧アクチュエータを提供するために、関節１３０は、第１及び第２の気体ブラダ１４０，１４４を含み、気体ブラダ１４０，１４４は、関節ボディ１２２の側壁によって画定される内部空間内など、関節ボディ１２２内に格納される。気体ブラダ１４０，１４４は、ゴムなどの、可撓性を有した素材から形成され、各気体ブラダ１４０，１４４は、それが関節ボディ１２２内の第１及び第２の筐体１２４，１２６内に挿入されることを可能にする、静止時又は非膨張時のサイズを有する。筐体１２４，１２６は、関節ボディ１２２の側壁又は内部表面によって画定することができる。ブラダ１４０，１４４が、気体で満たされた場合、それらは、最初に、筐体１２４，１２６の空間又は容積を満たすように拡大する。しかしながら、第２に、２つの筐体１２４，１２６の間に、開口が提供され、その後、ブラダ１４０，１４４は、隣接する又は隣の筐体１２４，１２６の容積又は空間内に拡大又は拡張する。

【００２７】

空気圧関節アクチュエータは、２つの気体ブラダ１４０，１４４、及び関節ボディ１２２の筐体１２４，１２６、ならびに回動可能な取り付け要素１３２を含むものと考えることができる。さらに、アクチュエータは、第２の骨格リンク１１０から（例えば、回動可能な取り付け要素１３２にも結合されたリンクのボディの端部から）延び、第２の骨格リンク１１０に強固に取り付けられた、駆動レバーアーム１３６を含むものと考えることができる。駆動レバーアーム１３６は、ブラダ筐体１２４，１２６の２つの隙間が空けられた容積又は内部の容積間に延在するように、関節ボディ１２２内に位置付けられる。

【００２８】

この位置付けの結果、第１のブラダ１４０は、ライン１４１を用いて示されるような第１の力Ｆ１を、レバーアーム１３６の第１の側面に加え、一方、第２のブラダ１４４は、ライン１４５を用いて示されるような第２の力Ｆ２を、レバーアーム１３６の第１の側面とは反対のレバーアーム１３６の第２の側面に同時に加える。したがって、２つのブラダによって提供される力Ｆ１及びＦ２は、レバーアーム１３６を関節ボディ１２２内で異なる方向に動かして、相互接続された骨格リンク１１０を異なる方向に回転（１３４）させる、対立関係にある駆動力である。

【００２９】

２つの力Ｆ１及びＦ２が等しい場合、レバーアーム１３６及びリンク１１０は、第１又は中央の位置にあることができ、力Ｆ１及びＦ２が互いに異なる場合、軸１３３を中心にした回転１３４が生じる。各ブラダ１４０，１４４は、ロボットシステム１００の動作中、体積Ｖ１、Ｖ２、及び内部又は気体圧力Ｐ１、Ｐ２を有し、これらのパラメータは、軸１３３を中心にした時計回りもしくは反時計回りの骨格リンク１１０の回転１３４、又は特定の位置又は角度オフセットにおけるリンク１１０の選択的な位置付けを含む、関節１３０の所望の作動を達成するように変化させることができる。

【００３０】
ロボットアセンブリ１００は、関節１３０の空気圧関節アクチュエータのブラダ１４０，１４４の圧力Ｐ１、Ｐ２、及び体積Ｖ１、Ｖ２を設定及び変更して、リンク１２０に対する関係に関してリンク１１０の動作１３４を制御する、関節制御アセンブリ１５０をさらに含む。制御アセンブリ１５０は、関節コントローラ１６０を含み、関節コントローラ１６０は、プロセッサ又はＣＰＵ１６２を含み、プロセッサ又はＣＰＵ１６２は、メモリ１６６を管理し（例えば、デジタル形式のデータを記憶し、取り出し）、（非一時的なコンピュータ可読媒体内の）１つ又は複数の制御プログラムを実行するように動作する。
【００３１】
例えば、プロセッサ１６２は、制御信号１８２、１８４の出力を含む、ロボット関節１３０（又は空気圧関節アクチュエータ）の動作の制御を行うために、アクチュエータソフトウェアモジュール１６４を実行する。制御信号１８２、１８４は、第１の制御気体供給１５２及び第２の制御気体供給１５３を選択的に操作するために使用される。制御信号１８２、１８４は、メモリ１６６から取り出される運動プロファイル１６８（例えば、関節ボディ１２２内の回動可能な取り付け要素１３２を中心にしたリンク１１０の所望の運動１３４を達成するために、事前定義された時間期間にわたって提供される異なる圧力Ｐ１、Ｐ２のリスト）によって提供することができる。ブラダ１４０，１４４内の異なる圧力Ｐ１、Ｐ２によって達成される位置は、較正された位置１６９として定義することができ、較正された位置１６９は、異なる圧力Ｐ１、Ｐ２が加えられ、リンク１１０の達成された動作１３４又は位置が記録される、システム１００のテストラン（例えば、視覚的感知システムなどを用いる、関節又はリンク位置のブラダ圧力へのマッピング）によって定義することができる。そのような較正データ１６９は、関節コントローラのオペレータによって、リンク１１０の動作を手動で提供するために使用することができ、及び／又は運動プロファイル１６８及びそれらの圧力値を生成するために使用することができる。
【００３２】
制御アセンブリ１５０は、ブラダ圧力Ｐ１を設定し、ブラダ体積Ｖ１を変更するために、第１の制御気体供給１５２を使用して、気体（例えば、空気）フロー１５６を、リンク１２０内又は上の流路１５４を通して、第１の気体ブラダ１４０に提供する。同様に、制御アセンブリは、ブラダ圧力Ｐ２を設定し、ブラダ体積Ｖ２を調整するために、第２の制御気体供給１５３を使用して、気体フロー１５７を、流路１５５を通して、第２の気体ブラダ１４４に提供する。流路１５４、１５５は、リンク又は構造要素１２０のボディ内又は上のチューブとすることができる。しかしながら、他のケースでは、チャネル１５４，１５５は、リンク１２０のボディ内に形成される一体型の導管又は通路として提供され、例えば、リンク１２０のボディは、リンクのボディの２つの端部の間に延在する流路１５４、１５５を含むように、３Ｄプリンティング、鋳造、又は機械加工などを用いて形成することができる。チャネル１５４，１５５の両端に、コネクタ又は接続要素が提供されて、ブラダ１４０，１４４との、及び加圧気体供給１５２，１５３の出口チューブ又は部品との流体用又は漏れ止め接続を可能にする。
【００３３】
制御アセンブリ１５０は、１７１，１７５に示されるようなブラダ圧力Ｐ１、Ｐ２の測定値を獲得するために、流路１５４，１５５にリンクされる、１対のフィードバック圧力センサ１７０，１７４を含むように示されている。圧力センサ１７０，１７４は、フィードバック信号１７２，１７６を提供するために、関節コントローラ１６０に（有線又は無線で）通信可能にリンクされ、フィードバック信号１７２，１７６は、（運動プロファイル１６８で定義され得るような）所望のブラダ圧力Ｐ１、Ｐ２、及び骨格リンク１１０の関連する動作１３４を達成するには、気体フロー１５６，１５７を増加又は減少させる制御信号１８２，１８４を送信すべきかどうかを決定するために、コントローラ１６０又はそのソフトウェア１６４によって処理することができる。
【００３４】
空気圧で作動される関節１３０及びその動作が理解されたところで、表情豊かで従順性

がある運動が望まれる２つの継ぎ合わされたリンクを有する、ほぼすべてのロボット内で使用することができる、空気圧関節アクチュエータの実施の具体的な例を提供すれば有益であろう。図２Ａ及び図２Ｂは、リンク２１０を２つの異なる位置に動かすための、２つの動作状態にあるロボット関節アセンブリ２００、又は２つの動作状態にある空気圧アクチュエータを有するロボット関節アセンブリ２００を示している。示されるように、アセンブリ２００は、第１の端部２１２（外部又は張り出し端部）から第２の端部２１４（内部又は回動可能に結合された端部）に延びるボディを有する、リンク又は構造要素２１０を含む。アセンブリ２００は、関節ボディ又はハウジング２３０がその上に取り付けられる（又は場合によっては、一体化して提供される）外側側壁２５２，２５４を有する、第２のリンク又は構造要素２５０をさらに含む。

【００３５】

リンク又は構造要素２１０は、関節ボディ又はハウジング２３０内で、リンク又は構造要素２５０に回動可能に結合される（例えば、アセンブリ２００内で提供される関節は回転関節である）。この目的を達成するために、関節ボディ２３０は、関節ボディ２３０の内部表面２３２から延びるポスト又はピンなどの、回動可能な取り付け要素２１８を含み、リンク２１０は、矢印２１９を用いて示されるように、静止した取り付け要素２１８に対して自由に動けるように、例えば、合わせ面又は支持面を互いに対して滑動させるように、端部２１４において取り付け要素２１８に結合される。関節ボディ２３０の両側壁、例えば、面２３２を提供する一方と、図２Ａに示される眺めを提供するために除去された一方は、ポスト／取り付け要素２１８でリンク端部２１４を保持するために使用することができる。

【００３６】

アセンブリ２００では、リンク端部２１４から延びる駆動レバーアーム２２０が提供される。レバーアーム２２０は、レバーアーム２２０が関節ハウジングの面から離れて配置されるように、両側壁２３４，２３６によって画定される関節ハウジング２３０内の内部ブラダ収容空間の幅に適合した、又はそれよりもいくらか狭い幅を有する、直線部材とすることができる。レバーアーム２２０は、さらに、関節ハウジング内のこの内部ブラダ収容空間の深さの３０～５０パーセント以上（例えば、７５～９０パーセント以上）である長さを有することができ、重要なこととして、レバーアーム２２０は、内部ブラダ収容空間を、第１及び第２の気体ブラダ２４０，２４２が配置される、ほぼ等しい空間又は容積に分割するように配置される。言い換えると、レバーアーム２２０は、関節ボディ２３０内で対立関係にあるブラダ２４０，２４２の間に延在するように配置される。

【００３７】

このように、制御気体フローを用いるブラダ２４０，２４２の膨張は、ブラダ２４０，２４２が、レバーアーム２２０の両側面２２８，２２６それぞれに、対立関係にある駆動力Ｆ１、Ｆ２を加える原因になる。レバーアーム２２０は、リンク２１０の端部２１４に強固に取り付けられる（又はそれと一体化して形成される）ので、力Ｆ１、Ｆ２を加えられたことによるレバーアーム２２０の動作は、リンク２１０に取り付け要素２１８を中心にした回動又は回転２１９を行わせる。ブラダ２４０，２４２を収容するために使用される関節ボディ２３０の内部空間又は筐体は、両側壁２３４，２３６によって、また取り付け要素２１８に接近するように側壁２３４，２３６の間に延びる端部停止（ｅｎｄ　ｓｔｏｐ）２３８，２３９によっても画定することができる。端部停止２３８，２３９は、ブラダ２４０，２４２の拡大を制限するために（例えば、側壁２３４，２３６によるブラダ２４０，２４２のエンケースを促進することによって、ブラダ２４０，２４２の最大体積を画定するために）使用することができ、端部停止２３８，２３９は、関節ボディ２３０内におけるレバーアーム２２０の回転又は角運動を制限することによって、リンク２１０の回転を制限するためにも使用することができる。制限された回転は、９０度から１２０度の範囲（例えば、リンク２１０の直線軸から測定して、図２Ａに示された位置からプラス又はマイナス４５度から６０度）にわたるリンク２１０の動作の範囲を画定するために有益なことがある。そのような動作制限は、端部停止２３９がレバーアーム２２０に接触

して、リンク２１０のさらなる回転２１９を制限している、図２Ｂにおいて見ることができる。

【００３８】

上で説明されたように、ブラダ２４０，２４２は、可撓性を有した素材から形成されるように形成され、ブラダ２４０，２４２を膨張させる気体を受け入れるための側壁及び開口２４１，２４３を有する（例えば、各ブラダ２４０，２４２は、膨張可能な袋である）。ブラダ２４０，２４２は、球形に膨張させられる従来の風船に類似して形成することができ、又は図２Ａに示されるように静止時形状が直方体になるなど、異なる形状に形成することができる。ブラダ２４０，２４２の開いた端部又は入口２４１，２４３は、構造要素又はリンク２５０内の流路又は気体導管２６０，２６２の出口２６１，２６３と流体的に結合される。

【００３９】

流路２６０，２６２は、外側壁２５２，２５４及び内部又は分割壁２５６によって画定される。示されるように、流路２６０，２６２は、リンク又は構造要素２５０のボディの長さ分延び、流路２６０，２６２が、加圧気体供給からの供給チューブ又はライン（図示されず）と結合されることを可能にするために、入口又はコネクタ２６６，２６７が、リンク２５０の端部で提供される。このように、気体（例えば、空気）フロー又は空気圧制御は、ロボットの製造、実施、及び／又は保守をより複雑にし得る、追加のチューブ／ラインを用いる代わりに、ロボットの構造部品内の、例えば、骨格リンクのボディを通る、一体型及び／又は内部空気流路２６０，２６２を通して、ブラダ２４０，２４２（又は空気圧関節アクチュエータ）に提供することができる。

【００４０】

図２Ａに示されるように、ブラダ２４０，２４２は、流路２６０，２６２を通る制御気体フローを用いて、等しい圧力（すなわち、Ｐ１＝Ｐ２）を各ブラダ２４０，２４２に適用することなどによって、一致した体積（すなわち、Ｖ１＝Ｖ２）になるように膨張させられる。アセンブリ２００の空気圧で作動される関節のそのような動作状態は、リンク２１０が関節ハウジング２３０からまっすぐ外側に延びている、又はリンク２１０の長手軸がリンク２５０の長手軸と整列しているもしくは平行であるなど、リンク２１０を所望の位置に配置するために有益なことがある。ブラダ２４０又は２４２のどちらかの圧力を変化させることで、２つのブラダ２４０，２４２の間に圧力差（Ｐ１＜Ｐ２又はＰ１＞Ｐ２）を存在させ（又はＦ１がＦ２と等しくない異なる駆動力が、レバーアーム２２０の側壁２２６，２２８に加えられ）、このことが、レバーアーム２２０及び相互接続されたリンク２１０に、ピン又は取り付け要素２１８を中心にした回転又は回動２１９を行わせる。

【００４１】

アセンブリ２００の例示的な第２の動作状態が、図２Ｂに示されており、コントローラ（図示されず）によって、ブラダ２４２の圧力Ｐ２よりも大きい、ブラダ２４０の圧力Ｐ１が、引き起こされる。これは、ブラダ２４０によってアーム２２０に加えられる力Ｆ１が、ブラダ２４２によってアーム２２０に加えられる力Ｆ２よりも大きくなるようにし、それが、ブラダ２４０の体積Ｖ１を拡大させる（またブラダ２４２の体積Ｖ２を縮小させる）。結果として、ハウジング２３０内で、レバーアーム２２０が動かされ、回動可能な取り付け要素２１８を中心にしたリンク２１０の回動又は回転２１９が行われる。

【００４２】

コントローラは、ブラダ２４０の圧力Ｐ１を増加させるためにブラダ２４０への気体フローを増加させ、一方、ブラダ２４２ではフロー及び圧力Ｐ２を一定に保つことによって、図２Ａに示される状態から、図２Ｂに示される状態を達成することができる。代替として、ブラダ２４２の圧力Ｐ２が低下させられ、一方、ブラダ２４０の圧力Ｐ１を一定もしくは図２Ａに示されるように保つことができ、又はこれらの組合せが使用され得る（例えば、ブラダ２４０を膨張させ、一方、ブラダ２４２を能動的もしくは受動的に収縮させることも可能にされる）。示されるように、他のすべての方向は（少なくとも部分的に）エンケースされており、ブラダ２４０は、レバーアーム２２０を押して、他方の又は対立関

係にあるブラダ２４２の方に向かって動くことしかできないので、ブラダ２４０は、ブラダ２４２の方に向かって拡大する。ブラダ２４０，２４２は、（リンク２１０の端部２１４と結合される端部２２２から先端２２４までの）レバーアーム２２０の両側面２２６、２２８の実質的にすべて又は全長にわたって接触するように示されている。しかしながら、他の実施形態では、ブラダ２４０，２４２は、回動可能な取り付け要素２１８から遠位の接触点又は接触領域などにおいて、レバーアームの一部とだけ接触して、駆動力Ｆ１、Ｆ２を加えることができるにすぎない。

【００４３】

図３及び図４は、一方のブラダ２４０を露出させるために、外側カバー又は関節ハウジング２３０の側壁が除去された、空気圧で作動される関節の斜視図及び拡大図を用いて、ロボットリンクアセンブリ２００のプロトタイプをより詳細に示している。示されるように、関節アセンブリ２００は、リンク又は構造要素２５０内の流路のコネクタ２６７に結合された第１の供給ライン３１０及びコネクタ２６６に結合された第２の供給ライン３１２を介して、制御気体フローを選択的に提供することによって作動させることができる。ライン３１０，３１２の圧力、ひいては、関節ハウジング２３０内にエンケースされた、又は格納された対立関係にあるブラダの圧力についてのフィードバック測定値をコントローラに提供するために、圧力ゲージ又はセンサ３１１，３１３を供給ライン３１０，３１２内に含むことができる。ゲージ３１１，３１３を用いて測定された圧力が、互いに異なることを（コントローラによって）許可される場合、ブラダの一方がより大きな体積の気体で満たされると（例えば、Ｖ１がＶ２に等しくないなど、より大きな体積に拡大すると）、ロボット関節アセンブリ２００のリンク又は構造要素２１０は、このプロトタイプでは関節ハウジング２３０を通って延在する回動可能な取り付け要素又はピン２１８を中心にして回転又は回動させられる。

【００４４】

図４は、関節アクチュエータの１つの実施又はプロトタイプが、ブラダ２４０を用いて示されるような（静止時又は大気圧に一致する作動圧力下にあるときは）直方体形状の気体ブラダを利用することができることを示している。膨張していないとき、又は作動していないとき、ブラダ２４０は、（リンク２５０と（取り付け要素／ピン２１８をカプセルし、それを用いて回動可能に結合する）リンク端部２１４の間の）関節ハウジング２３０内の内部空間又は空所をほぼ満たし、関節ハウジング２３０の両側壁に接するように示されている。除去されていた側壁が取り付けられて、ハウジング２３０が再構築された場合、ブラダ２４０は、拡大する経路もしくは方向を１つしか有さないように（又はブラダ２４０はいくらかの量はハウジング２３０の軸に沿ってリンク２１０の方に直線的に拡大することができるので、及び／もしくはブラダ２４０の表面のすべてもしくはほとんどが関節ハウジング２３０のエンケース側壁の内側表面に接するまで拡大することができるので、実質的に１つしか経路を有さないように）エンケースされ、その方向は、リンク端部２１４に取り付けられた駆動レバーアームを押す、対立関係にあるブラダの方向である。

【００４５】

空気圧で作動される関節（又はロボット関節内の空気圧アクチュエータ）の使用は、単一の回動又は回転軸を中心にした回転を提供するための関節での使用から、２重又はデュアル関節動作（すなわち、互いに平行でもよく、又は平行でなくてもよい、２つの回動又は回転軸を中心にした動作又は回動）を提供するためのものに容易に拡張することができる。例えば、図５Ａ及び図５Ｂは、本明細書のデュアル動作関節アセンブリ５００を示している。アセンブリ５００は、図２Ａ及び図２Ｂのロボット関節アセンブリ２００に示された構成要素を含み、どちらの図の組にも出現する構成要素には同様の番号が付けられている。特に、アセンブリは、制御気体フローを関節ハウジング２３０内の１対の対立関係にある気体ブラダ２４０，２４２に独立かつ選択的に提供するための、内部の一体化したフロー導管又はチャネル２６０，２６２を画定する、側壁２５２，２５４，２５６を有するボディを有する、骨格リンク２５０を含む。関節ハウジング２３０内の駆動レバーアーム２２０の側面２２６，２２８に対立関係にある駆動力Ｆ１、Ｆ２を加えるために、気体

ブラダ２４０，２４２の選択的な膨張又は加圧が使用される。

【００４６】

しかしながら、アセンブリ２００の骨格リンク２１０は、アセンブリ５００においては、骨格リンク５１０で置き換えられ、骨格リンク５１０は、第１の端部５１８において関節ハウジング２３０の回動可能な取り付け部材２１８に回動可能に結合された、直線構造要素５１４を含む。したがって、直線構造要素５１４は、アセンブリ２００におけるリンク２１０と同様に、対立関係にあるブラダ２４０，２４２によるレバーアーム２２０の動作を用いて、部材２１８の軸を中心にして、矢印５１９を用いて示されるように回動させられる。しかしながら、対照的に、骨格リンク５１０は、第３の気体ブラダ５３０を格納及び支持するために使用される、内部空間又は空所５１５を有する。

【００４７】

第３の気体ブラダ５３０は、直線構造要素の端部５１５の１つ又は複数の面に隣接して、一般には接して、関節ハウジング２３０の空所又は内部空間に挿入された第１の端部５３２を有する。この位置付けは、図５Ｂに示されるように、レバーアーム２２０が、（Ｆ１＞Ｆ２（又は反対）である場合に、２つのブラダ２４０，２４２の一方によって作動されて）矢印５１９を用いて示されるように２つの回転方向の一方に動かされたときに、リンク５１４が、リンク５１４のように、端部５３２において第３の駆動力Ｆ３を第３の気体ブラダに加えるように選択される。

【００４８】

第３の気体ブラダ５３０は、それを一定の量又は体積Ｖ３の気体（又はいくつかの実施形態では液体）５３４で満たすことができるような、気体の入口又は出口のない閉鎖又は密封されたブラダ又は袋である。したがって、端部５３２が駆動力Ｆ３によって圧迫された場合、図５Ｂにおいては、気体（又は液体）５３４は、端部５３２から出て他の部分に移動するように強いられて、他の部分が拡大させられ、ブラダ端部５３６が、第４の駆動力Ｆ４を加えるために拡大して、関節アセンブリ５００内でデュアル運動又はデュアル作動を提供する。

【００４９】

アセンブリ５００は、（取り付け要素又は部材２１８に回動可能に結合された端部５１８とは反対側の）端部５１６において直線構造要素５１４に取り付けられた、第２の関節ハウジング又はボディ５３０を含む。端部５１６は、ハウジング５３０の側壁又は内部表面５１３によって画定されるような内部空間又は空所内において、回動可能な取り付け要素又はポスト５２０を介して、第２の関節ハウジング５３０に回動可能に結合される。駆動レバーアーム５１７は、端部５１６に強固に取り付けられる。したがって、ブラダ５３０の端部５３６が、図５Ｂに示されるように、格納された気体／液体５３４の動きによって拡大された場合、ブラダ端部５３６は、レバーアーム５１７及び関節ハウジング５３０のエンケース部分に対して駆動力Ｆ４を加え、それによって、ハウジング５３０は、図５Ｂに見ることができるように、回動させられ、端部５１２が、取り付け要素又はポスト５２０を通り抜ける回動軸を中心にした回転５２１を行う。端部５３６が後で収縮した場合（例えば、Ｆ２がＦ１以上になった場合）、ハウジング５３０は、取り付け要素５２０を中心にして反対方向の回動５２１を行う。このように、直接的に制御される又は作動される関節を１つだけ用いて（ハウジング又はボディ２３０内で、空気圧関節アクチュエータの一部を提供する対立関係にあるブラダ２４０，２４２を用いて）、ロボット関節アセンブリ５００において、デュアル作動又は動作が達成される。

【００５０】

空気圧関節アクチュエータは、図２Ａから図５Ｂに示されるように、回動可能な取り付けポイントを中心にしてリンク又は構造要素を回転させるために使用することができる。しかしながら、他のケースでは、関節のための空気圧アクチュエータは、作動されたリンクをその長手方向軸を中心にして回転させるように設計することができ、それは、いくつかのロボットシステム設計において有益なことがある。例えば、図６は、２つのリンクの間で関節の空気圧作動を利用することができる、別のロボットリンクアセンブリ６００を

示している。特に、アセンブリ６００は、空気圧関節アクチュエータを、第１のリンク又は構造部品６３０及び第２のリンク６２０又は構造部品６２０とともに収容するための、関節ハウジング又はボディ６１０を含む。

【００５１】

示されるように、関節ハウジング６１０は、第１のリンク６３０上で支持され、第１のリンク６３０は、プレートとすることができ、又は外側に延びる（紙面の中に延び、図６には示されていない）１つもしくは複数のアーム／直線リンケージを有することができる。第２のリンク６２０は、カップリング又はベアリング６３２を介して、第１のリンク６３０に回動可能に取り付けられ、示されるように、リンク６２０は、回動可能な取り付け部材又はカップリング６３２に取り付けられた第１の端部６２６から第２の端部６２４へと延びる、ボディ６２２（例えば、断面が円形などの直線部材）を有する。（リンク６２０の端部と見なすことができる）回動可能な部材６３２が回転するとき、ボディ６２２も、矢印６４８を用いて示されるように、（ボディ６２２の直線軸と一致することができる）回転軸を中心にして回転する。

【００５２】

さらに、ハウジング６１０は、回動可能な取り付け部材又はカップリング６３２を収容することができる内部空間又は空所６１８を画定する側壁６１２を含む。さらに、ハウジング６１０は、互いに離れて配置され、側壁６１２から空所／空間６１８の中心に向かって延びる、１対の筐体壁又は障壁６１４，６１６を含み、それらは、１対の対立関係にある気体ブラダ６４０，６４４のための別々の筐体又は収容空間６１９を画定する。ブラダ６４０，６４４は、（図６には示されていないが、第１のリンク６３０の下又は反対側に配置される）１対の制御気体フローライン又は導管を介して、選択的に膨張させることができ、又は加圧することができる。

【００５３】

アセンブリ６００は、第１の端部６３６では回動可能な取り付け部材又はカップリング６３２に取り付けられ、第２の端部６３７では結合されていない、駆動レバーアーム６３４をさらに含む（第２の端部６３７も、レバーアーム６３４の自由な動作を可能にするために、側壁６１２から離して配置される）。レバーアーム６３４は、２つの気体ブラダ６４０，６４４の間に延在する。作動は、上で説明されたように、ブラダ６４０，６４４が膨張して、空所６１９を満たすように、又は少なくとも、筐体壁もしくは障壁６１４，６１６とレバーアーム６３４の反対側の側面とに接触するように、制御気体フローをブラダ６４０，６４４に独立かつ選択的に供給することによって達成される。

【００５４】

より大きな体積に膨張させられた（より大きな気体圧力を有する）ブラダ６４０，６４４は、より大きな駆動力をレバーアーム６３４に加え、レバーアーム６３４を、他方のブラダ６４０，６４４の方にある距離だけ動かし（６４６）、それによって、この従順性がある構成要素を圧迫する。筐体壁の間隔は、プラスもしくはマイナス６０度の範囲（又は１２０度の回転角）にわたる時計回り又は反時計回りの回転６４８など、リンク６２０の角回転の大きさを画定又は制限するために使用することができ、図６には、約６０度（又はプラスもしくはマイナス３０度）の回転角又は角運動範囲が示されている。

【００５５】

レバーアーム６３４の動作６４６は、回動可能な取り付け部材又はカップリング６３２に伝えられ、それによって、カップリング６３２を、中心軸を中心にして回転させ、第１のリンク６３０に対して動かす。同時に、カップリング６３２の回転は、強固に取り付けられた又は接続された第２のリンク６２０を、回転軸（又はリンク６２０の細長いボディ６２２の長手方向軸）を中心にして回転させる（６４３）。アセンブリ６００を実施するために、カップリング６３２及びブラダ６４０，６４４をカプセルし、保持するために、（やはり、ブラダ６４０，６４４のためのエンケース空間を、障壁６１４，６１６とともに画定し、したがって、駆動力をレバーアーム６３４の両側面に加えるように、ブラダを他方のブラダの方に拡大させる）カバー又は保持プレート（図示されず）を、関節ハウジ

ング６１８の空間又は空所の上に位置付けることができる。リンクボディ６２２は、このハウジングカバー又は保持プレートを通って延びる。

【００５６】

本発明が、ある程度の詳細さで説明され、示されたが、本開示が例としてのみ行われたこと、また以下で特許請求されるような、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、部品の組合せ及び配置についての多くの変更を当業者によって使用できることが理解される。

【００５７】

例えば、上述の説明は、異なる圧力を対立関係にあるブラダに適用して、時間とともに所望の関節動作を生じさせるために、コントローラが制御信号を提供することができるように、記憶された運動プロファイルを再生することを説明している。しかしながら、他のケースでは、２つの対立関係にあるブラダの加圧は、人間の行為者からのライブ入力に基づいて実行することができる（例えば、コントローラは、行為者からの入力を処理して、関節動作を達成するための制御信号を生成することができる）。

【００５８】

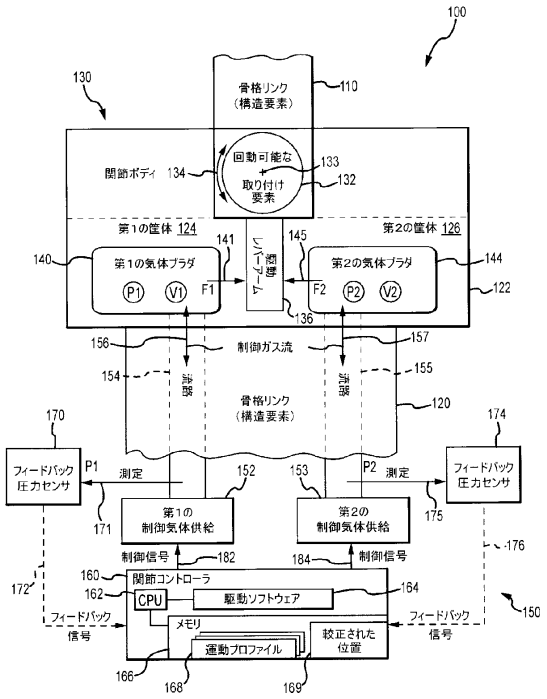
骨格関節の１つのプロトタイプでは、各ブラダは、６８９５から１０３４２１Ｐａ（１から１５ｐｓｉ）の範囲内の圧力など、実質的に等しい圧力になるように加圧された（例えば、Ｐ１＝Ｐ２であり、これは、開始圧力を５５１５８から８２７３７Ｐａ（８から１２ｐｓｉ）などに設定することによって、この開始圧力範囲内にあることができ、１つのテストでは、６８９４８Ｐａ（１０ｐｓｉ）を使用した）。その後、関節の動作をもたらすために、ブラダの一方が、圧力を変化させて、（ある事前定義された量だけプラス又はマイナスの）動作を生じさせ、１つのテストでは、他方のブラダよりも３４４７４Ｐａ（５ｐｓｉ）大きい、又は３４４７４Ｐａ（５ｐｓｉ）小さい圧力を適用して、関節の有益な動作を生じさせた対立関係にある力を加えた。

【符号の説明】

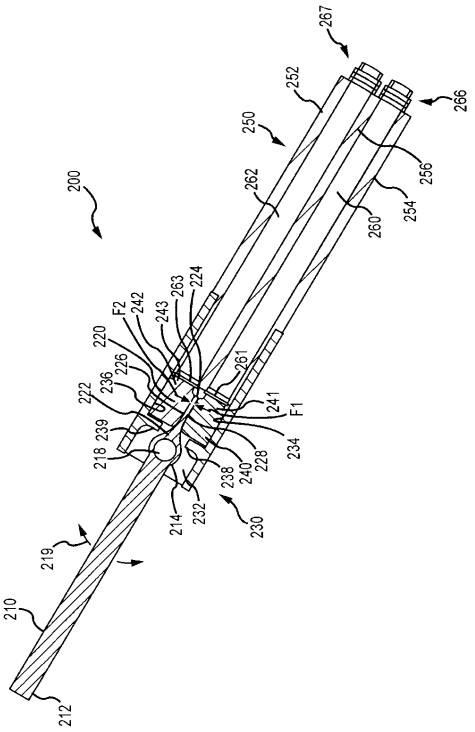
【００５９】

２１２…第１の端部、２１４…第２の端部、１１０，１２０…骨格リンク、２３０…関節ハウジング、１３２…回動可能な取り付け要素、１３０…関節、１４０…第１の気体ブラダ、１４４…第２の気体ブラダ、ロボット関節アセンブリ…２００。

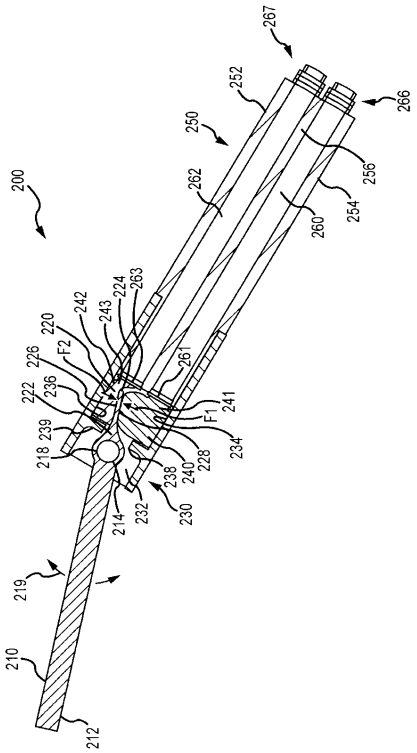
【図１】


100
130
骨格リンク
（構造要素）
110
関節ボディ 134
回動可能な
取り付け
要素
133
132
第１の筐体 124
第２の筐体 126
140
第１の気体プラダ
P1
V1
F1
ハーネス機構
141
145
第２の気体プラダ
F2
P2
V2
144
122
136
156
制御ガス流
157
154
膨張
膨張
155
骨格リンク
（構造要素）
120
170
フィードバック
圧力センサ
P1
測定
152
153
P2
測定
174
フィードバック
圧力センサ
171
第１の
制御気体供給
第２の
制御気体供給
175
176
制御信号
182
184
制御信号
160
関節コントローラ
172
162
CPU
駆動ソフトウェア
164
メモリ
フィードバック
信号
フィードバック
信号
150
較正された
位置
運動プロファイル
166
168
169

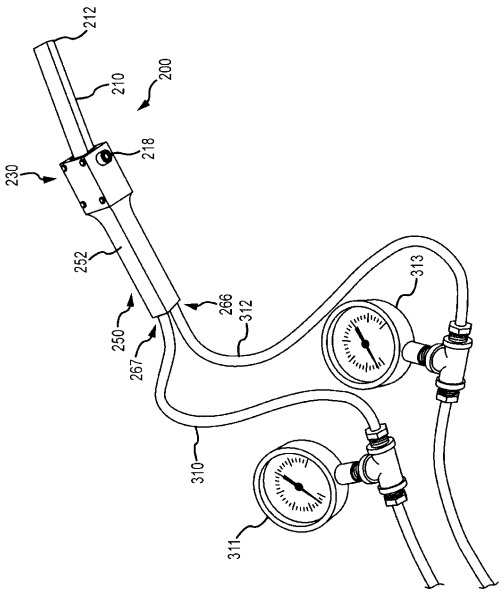
【図２Ａ】


267
252
266
250
256
262
254
260
200
220
F2
242
243
263
224
222
236
226
261
241
F1
239
218
234
238
240
228
214
232
230
219
210
212

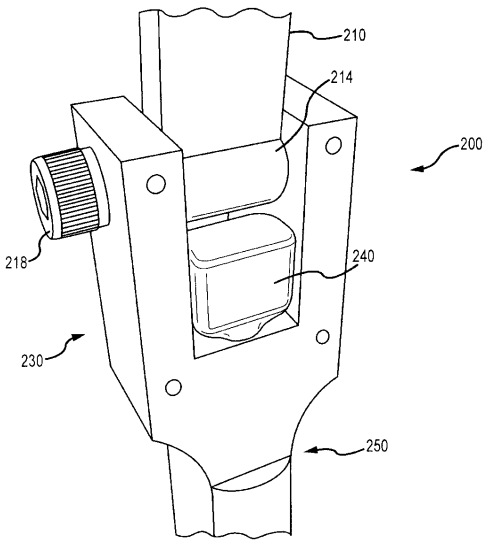
【図２Ｂ】


267
252
266
250
256
262
254
260
200
220
F2
242
243
263
224
222
236
226
261
241
F1
239
218
234
238
240
228
214
232
230
219
210
212

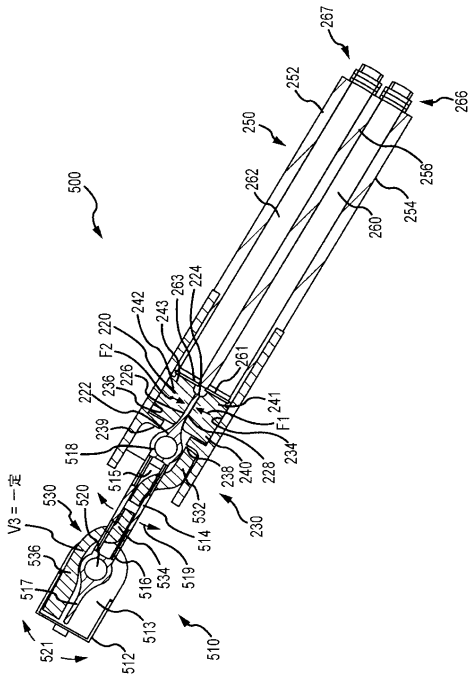
【図３】


212
210
200
218
230
252
313
266
312
250
267
310
311

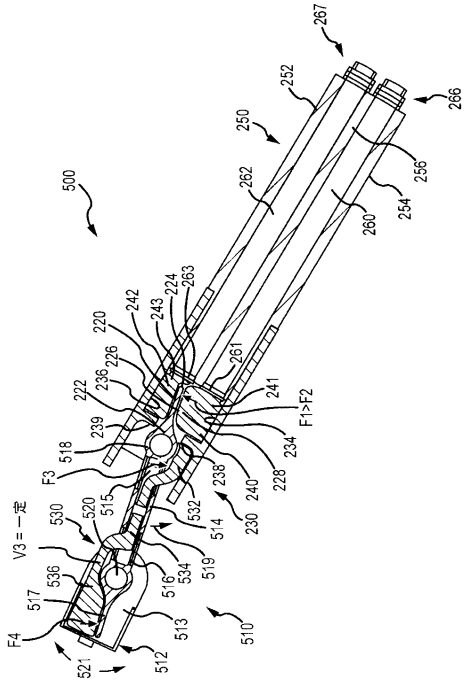
【図４】


210
214
200
218
240
230
250

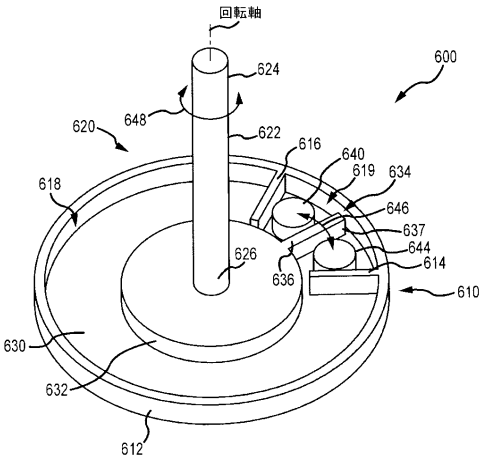
【図５Ａ】


267
252
266
250
256
262
254
260
500
224
263
242
243
220
F2
261
226
222
236
241
F1
239
234
518
228
238
240
515
230
V3＝一定
530
520
532
514
536
534
516
519
517
513
521
512
510

【図５Ｂ】


267
252
266
250
256
262
254
260
500
224
263
242
243
220
226
261
241
236
222
F1>F2
239
234
518
F3
238
228
240
515
532
230
514
V3＝一定
530
520
536
534
516
519
517
513
F4
521
512
510

【図６】


回転軸
624
600
620
648
622
616
640
619
634
618
646
637
644
614
626
636
610
630
632
612

フロントページの続き

(72)発明者 ジェームズ アール. ロバートソン
アメリカ合衆国 ９１５２１ カリフォルニア州 バーバンク サウス ブエナ ビスタ ストリート ５００
(72)発明者 フィリップ ジェイ. ジャクソン
アメリカ合衆国 ９１５２１ カリフォルニア州 バーバンク サウス ブエナ ビスタ ストリート ５００

審査官 牧 初

(56)参考文献 特開２００５－８３４４７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－１４８８７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２５Ｊ １／００－２１／０２