(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6389191号
(P6389191)

(45)発行日　平成30年9月12日(2018.9.12)　(24)登録日　平成30年8月24日(2018.8.24)

(51)Int.Cl.　　F I
A61F 2/54 (2006.01)　　A61F 2/54
A61F 2/70 (2006.01)　　A61F 2/70
A61F 2/72 (2006.01)　　A61F 2/72

請求項の数 16　(全 24 頁)

(21)出願番号　特願2015-552190 (P2015-552190)
(86)(22)出願日　平成26年1月13日(2014.1.13)
(65)公表番号　特表2016-502904 (P2016-502904A)
(43)公表日　平成28年2月1日(2016.2.1)
(86)国際出願番号　PCT/IB2014/058239
(87)国際公開番号　WO2014/111843
(87)国際公開日　平成26年7月24日(2014.7.24)
審査請求日　平成29年1月12日(2017.1.12)
(31)優先権主張番号　PI2013A000004
(32)優先日　平成25年1月16日(2013.1.16)
(33)優先権主張国　イタリア(IT)

(73)特許権者　515192863
ファブリカ　マシナーレ　エス．アール．エル．
イタリア国　ピサ　アイ－５６０２３　ナヴァッキオ　ヴィア　ジュンティニ　１３
(74)代理人　100106002
弁理士　正林　真之
(74)代理人　100120891
弁理士　林　一好
(74)代理人　100165157
弁理士　芝　哲央
(74)代理人　100126000
弁理士　岩池　満

最終頁に続く

(54)【発明の名称】義手システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
－少なくとも１つの機械指（１１０ａ～ｅ）であって、
－中手骨サポート（１１１）と、
－近位の円筒関節（１１３）によって前記中手骨サポート（１１１）に接続される近位の剛性リンク（１１２）であって、前記近位の円筒関節（１１３）の軸（１１３’）のまわりに前記中手骨サポート（１１１）に関してあらかじめ定められた振幅（ψ）の回転を実行するために配置される、近位の剛性リンク（１１２）と、を備える、少なくとも１つの機械指（１１０ａ～ｅ）と、
－前記近位の剛性リンク（１１２）に接続される伝達部材（１１６、１１７）であって、前記あらかじめ定められた振幅ψの回転を引き起こすために前記近位の剛性リンク（１１２）を作動させるように配置される、伝達部材（１１６、１１７）と、
－前記伝達部材（１１６、１１７）を操作するために配置されるアクチュエータ（１１８）と、を備える、義手構造（１００）であって、
前記伝達部材（１１６、１１７）は、
－ねじの外形を有するウォームスクリュー（１１６）であって、前記近位の剛性リンク（１１２）と一体化して、前記ウォームスクリュー（１１６）の縦軸（１１６’）のまわりの回転を実行するために配置される、ウォームスクリュー（１１６）と、
－可撓性ラック（１１７）であって、前記中手骨サポート（１１１）に枢動可能に接続される第１の端部（１１７ａ）、および、前記可撓性ラック（１１７）の係合ゾーン（Ｐ

）で前記ウォームスクリュー（１１６）の前記ねじと係合するように配置される第２の端部（１１７ｂ）を有する、可撓性ラック（１１７）と、を備えることを特徴とし、そして、

前記アクチュエータ（１１８）は、前記機械指（１１０ａ～１１０ｅ）に取り付けられて、前記ウォームスクリュー（１１６）を作動させるために配置され、前記アクチュエータ（１１８）が前記ウォームスクリュー（１１６）を作動させるときに、前記第１の端部（１１７ａ）から／に前記係合ゾーン（Ｐ）が離れる／接近する運動があるように、前記回転軸（１１６’）のまわりの前記回転を得ることで、前記近位の円筒関節（１１３）の前記軸（１１３’）のまわりの前記近位の剛性リンク（１１２）の回転方向においてまたは反対方向において前記あらかじめ定められた振幅（ψ）の回転を生じさせ、前記あらかじめ定められた振幅（ψ）の回転は、前記機械指（１１０ａ～ｅ）の伸展／屈曲運動に対応することを特徴とする、義手構造（１００）。

【請求項２】

前記ウォームスクリュー（１１６）は、回転軸（１１６’）のまわりの回転を実行するように構成され、前記ウォームスクリュー（１１６）の前記回転軸（１１６’）は、前記近位の円筒関節（１１３）の前記軸（１１３’）と実質的に直交する平面（π）において配置される、請求項１に記載の義手構造（１００）。

【請求項３】

各機械指（１１０ａ～１１０ｅ）はまた、遠位の円筒関節（１１５）によって前記近位の剛性リンク（１１２）に接続される遠位の剛性リンク（１１４）を備え、前記遠位の剛性リンク（１１４）は、前記遠位の円筒関節（１１５）の軸（１１５’）のまわりに前記近位の剛性リンク（１１２）に関してあらかじめ定められた振幅（ω）の回転を実行するために配置される、請求項１または２に記載の義手構造（１００）。

【請求項４】

前記遠位の円筒関節（１１５）は、ギアを備える歯車減速装置、または、案内溝において巻かれる／解かれるベルトによって従作動される、請求項３に記載の義手構造（１００）。

【請求項５】

前記遠位の円筒関節（１１５）は、前記機械指が実質的に単一指骨の指であるように、前記近位の剛性リンク（１１２）に堅固に接続される、請求項３に記載の義手構造（１００）。

【請求項６】

－親指用の前記機械指（１１０ａ）を含む複数の機械指（１１０ａ～１１０ｅ）と、

－前記複数の各機械指（１１０ａ～１１０ｅ）の前記中手骨サポート（１１１）に接続される中手骨ベース（１２０）であって、前記親指用の機械指（１１０ａ）に外転／内転の自由度を与えるために、回転関節（１２１）の縦軸（１２１’）のまわりの回転のための前記回転関節（１２１）によって、前記親指用の機械指（１１０ａ）に接続される、中手骨ベース（１２０）と、を備える、請求項１に記載の義手構造（１００）。

【請求項７】

各機械指（１１０ａ～１１０ｅ）に関連付けられた少なくとも１つのフィードバック位置センサ（１４０）がさらに設けられ、前記フィードバック位置センサ（１４０）は、前記中手骨サポート（１１１）に関して前記近位の剛性リンク（１１２）の位置を測定して、次いで、前記回転の振幅（ψ）をリアルタイムで決定するように構成され、前記フィードバック位置センサ（１４０）はまた、対応するフィードバック信号を即時に生成して、前記フィードバック信号を制御ユニット（１３０）に送信するように構成され、前記制御ユニット（１３０）は、前記フィードバック信号を分析して、リアルタイムで決定された前記振幅（ψ）があらかじめ定められた振幅（ψ）を満たすまで、前記ウォームスクリュー（１１６）を作動させるために前記アクチュエータ（１１８）を操作するように構成される、請求項１～６のいずれか一項に記載の義手構造（１００）。

【請求項８】

前記フィードバック位置センサ（１４０）は、ホール効果センサである、請求項７に記載の義手構造（１００）。

【請求項９】

－使用時に、患者の基部に接触して配置される少なくとも１つの筋電センサ（１５０）であって、各筋電センサ（１５０）は、前記患者の前記基部の主動筋および／または拮抗筋の活性化に関連付けられた電圧を測定して、相対的な筋電信号を生成するように構成される、少なくとも１つの筋電センサ（１５０）と、

－使用時に、前記患者の前記基部に接触して配置されて、前記基部のあらかじめ定められた表面上に分布される複数の力センサ（１６０）であって、前記患者によって達成されるあらかじめ定められた筋構成に対応する複数の圧力データを測定して、前記基部上に少なくとも１つの対応する圧力分布信号を生成するように構成される、複数の力センサ（１６０）と、

－各筋電信号、および各圧力分布信号を分析して、複数の可能なあらかじめ定められた作業構成の中で、あらかじめ定められた作業構成の選択を実行するように構成される制御ユニット（１３０）であって、前記選択された作業構成を得るために各アクチュエータ（１１８）を操作するように構成される、制御ユニット（１３０）と、がさらに設けられる、請求項６～８のいずれか一項に記載の義手構造（１００）。

【請求項１０】

前記制御ユニット（１３０）は、前記センサ（１５０、１６０）によってあらかじめ定められた前記筋電信号および前記圧力分布信号を、あらかじめ定められた作業構成に関連付けられた複数の信号と比較して、前記複数の可能なあらかじめ定められた作業構成の中で前記選択を実行する、請求項９に記載の義手構造（１００）。

【請求項１１】

－あらかじめ定められた方向（ｘ）に関して前記義手構造（１００）の空間定位を測定して、対応する空間位置信号を生成して、そして前記空間位置信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成される慣性センサ（１７０）と、

－前記義手構造（１００）の少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度および／または角加速度を測定して、対応する運動信号を生成して、そして前記運動信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成される慣性センサ（１７１、１７２）と、

－それらの組み合わせと、から成るグループから選択される少なくとも１つの慣性センサ（１７０、１７１）がさらに設けられ、

この場合、前記制御ユニット（１３０）は、前記空間位置信号および／または前記運動信号にも基づいて前記可能な作業構成の選択を実行するように配置される、請求項１０に記載の義手構造（１００）。

【請求項１２】

－前記義手構造（１００）の少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度および／または角加速度を測定して、対応する運動信号を生成して、そして前記運動信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成される第１の慣性センサ（１７１）と、

－前記第１の慣性センサ（１７１）が手の上に位置する場合には前腕上に位置するか、または、前記第１の慣性センサ（１７１）が前記前腕上に位置する場合には前記手の上に位置する第２の慣性センサ（１７２）であって、

－前記前腕のまたは前記手のそれぞれの、少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度および／または角加速度を測定するために、

－対応する参照空間位置信号を生成するために、そして、

－前記参照空間位置信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するために、配置される、第２の慣性センサ（１７２）と、がさらに設けられ、

前記制御ユニット（１３０）は、手と前腕との間の相対的な位置の値を得るように、前記空間位置信号を前記参照空間位置信号と比較するように配置され、前記制御ユニット（１３０）は、手と前腕との間の前記相対的な位置の値にも基づいて前記可能な把持構成の選択を実行する、請求項１１に記載の義手構造（１００）。

【請求項１３】
前記中手骨ベース（１２０）に関して前記親指用の機械指（１１０ａ）の方向を測定して、対応する親指位置信号を生成して、そして前記親指位置信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成される、少なくとも１つの親指用位置センサ（１４１）がさらに設けられ、この場合、前記制御ユニット（１３０）は、前記親指位置信号にも基づいて前記可能な把持構成の選択を実行するように配置される、請求項９に記載の義手構造（１００）。
【請求項１４】
前記親指用位置センサ（１４１）は、ホール効果センサである、請求項１３に記載の義手構造（１００）。
【請求項１５】
前記少なくとも１つのフィードバック位置センサおよび／または前記アクチュエータに供給するための電気エネルギーを提供するように配置される電流源も設けられる、請求項７に記載の義手構造（１００）。
【請求項１６】
前記少なくとも１つの筋電センサ、前記複数の力センサおよび／または前記アクチュエータに供給するための電気エネルギーを提供するように配置される電流源も設けられる、請求項９に記載の義手構造（１００）。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、上肢の部分的なまたは全体的な切断の場合に使用される人工関節の分野に関する。
【０００２】
さらに詳細には、本発明は、患者の意図に影響されるセンサから得られるデータに応答して動作する、全体的なまたは部分的な手義手の作動機械指構造に関する。
【背景技術】
【０００３】
周知のように、この数年で、人工関節は、特に、電子的なおよび機械的な構成要素の小型化、ならびに、構造上の挙動をシミュレーションすることができる改善されたソフトウェアに関して、関連の技術的進歩を実現した。
【０００４】
特に、関連の既知の改善点は、とりわけ、義肢技術において非常に一般的な手義手について、作動把持端部に採用される機械的伝達および電算に関する。
【０００５】
手またはいくつかの指骨だけの置き換えは、実際、例えば、職場でのけが、または、交通事故といった他の原因から生じる体のこの領域の切断が生じる場合が多いため、かなり要求されている。
【０００６】
高い生体模倣特徴および高い把持構成の両方を、その生体模倣特徴の電気機械義手によって得られるものに対して有する近年の手義手によって上記開発が実現されている。
【０００７】
しかしながら、本当に患者の必要性を満たすことができる義手または指骨だけを提供することは容易ではない。実際に、多数の構造上の部分、特に、手に存在する関節、腱、および、筋について手の指の動きを再生することは、極めて複雑である。
【０００８】
市場では、手義手または単一の指骨の様々な解決策が存在する。このような解決策は、とりわけ、指の動作のタイプに対して、それぞれ異なる。
【０００９】
特許文献１および特許文献２には、例えば、アクチュエータが義手の手のひらに配置さ

れる義肢が記載されている。

【００１０】

特に、特許文献１には、手のひらに配置されたアクチュエータおよび伝動装置によって軸を中心に回転する少なくとも１つの指移植片が間接接合されるフレームが提供されている。

【００１１】

特許文献２には、そうではなく、義肢の各指のためのアクチュエータが提示されている。この場合、指は互いに独立しているが、いずれの場合でも、アクチュエータを取り付けるための完全な手構造を必要とする。

【００１２】

上記の解決策は、肢全体を置き換えることができるに過ぎないため、指を別々に置き換えることはできないという不利点を有する。

【００１３】

このような欠点は、特許文献３および特許文献４において提案されるように、克服可能である。特許文献３および特許文献４では、アクチュエータが指において同じように遠位に位置する。しかしながら、それらアクチュエータは、さらなる問題を有する。

【００１４】

特に、特許文献３は、重く煩わしい指の作動を有する義手を記載している。その大きなサイズのために、患者が女性または子供の場合、最適なバイオミメティックスを実現するために必要と思われる小さな手義手を提供することは不可能である。さらに、高重量は、患者の基部（ｓｔｕｍｐ）に対して高荷重を引き起こす可能性があるため、特に、基部と義肢との間の境界面における筋を疲労させる。

【００１５】

特許文献４では、そうではなく、指骨関節を簡略化することによって、重荷および重量の問題を解決するための試みがなされる。

【００１６】

しかしながら、このような解決策は非常に厄介なものである。特に、指骨の過度の剛性によって、義肢は、偶然であっても指にかけられる圧縮応力を抑制できなくなる。従って、このような荷重は、使用者の基部に一体的に伝えられ、それによって、疲労および痛みが生じる。

【００１７】

手義手のためのセンサ、すなわち、患者の意思に関連するデータを検出および伝達して運動を実行する部分がある。

【００１８】

この分野では、義肢の機械的伝動装置および電算化に反して、ここ数年でささいな開発しかなされていない。

【００１９】

既知の技法によって、通常、患者の基部の肌に接触して配置されるＥＭＧセンサによる、筋電図信号または筋電信号の取得が行われる。このように、肌レベルの電圧の測定によって、患者の基部の筋活動を測定することができる。

【００２０】

この技法の例は、特許文献５において示される。ここでは、少なくとも１つのＥＭＧセンサを使用して、患者の筋収縮を検出し、かつ、義肢の後続の動作を引き起こす。

【００２１】

しかしながら、十分な検出精度を保証するために、いくつかのＥＭＧセンサが必要とされる。

【００２２】

さらに詳細には、通常、第１のＥＭＧセンサは主動筋に配置され、第２のＥＭＧセンサは拮抗筋に配置される。

【００２３】

これによって、ＥＭＧセンサの高費用のために費用が高くなる。
【００２４】
また、ＥＭＧセンサによって、電気信号がより大きくなる肌ゾーンが検出され、このゾーンは、もっともなことだが、患者間で変化する。
【００２５】
ＥＭＧセンサのみを備えるセンサのシステムは、製品の費用をさらに増加させる義肢のカスタマイズ化を必要とする。
【００２６】
同様の欠点を有する先行技術の義肢システムの他の例は、特許文献６、特許文献７、および、特許文献８にも記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００２７】
【特許文献１】米国特許出願公開第２００８３１９５５３号明細書
【特許文献２】国際公開第２０１００１８３５８号パンフレット
【特許文献３】米国特許出願公開第２０１０１９１３４３号明細書
【特許文献４】国際公開第２００７０６３２６６号パンフレット
【特許文献５】国際公開第０１１３７７８号パンフレット
【特許文献６】国際公開第２０１１／０８７３８２号パンフレット
【特許文献７】欧州特許出願公開第１１９５１５１号明細書
【特許文献８】国際公開第０３／０１７８７６号パンフレット
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００２８】
従って、本発明の特徴は、複数のデータを取得することによって患者の意図を測定することができる、および、上述されるように計算されたデータに応答して、全体的なまたは部分的な手義手の機械指を動作させることができる義手構造を提供することである。
【００２９】
また、本発明の特徴は、高い生体模倣特徴も保証しながら、女性または子供のような小さなサイズの手を置き換えるために、重荷を最小限に抑えて指を作動させる手用義肢構造を提供することである。
【００３０】
本発明の別の特徴は、使用者の基部の疲労を回避するのに十分軽量であるような構造を提供することである。
【００３１】
本発明のさらなる特徴は、基部に影響する痛みを回避するために、指に対する圧縮応力を抑制するような構造を提供することである。
【００３２】
また、本発明の特徴は、それぞれの指が独立するように、指アクチュエータが指に位置するような構造を提供し、それによって、前記構造は、手だけでなく別々の指または指骨でさえも置き換えるように実装可能であることである。
【００３３】
本発明のさらなる特徴は、後の節約となるように、各構成要素の使用を最大限にするために、指は、それぞれと置き換え可能なモジュール式要素であるような構造を提供することである。
【００３４】
さらにまた、本発明の特徴は、高い生体模倣特性を保証するために、指作動が指の開閉を高速で行うことを保証するような構造を提供することである。
【００３５】
また、本発明の特徴は、現在存在する解決策よりずっと容易であるように、患者によっ

て動作させることができる義肢の構造を提供することである。
【００３６】
また、本発明の特徴は、機械指の複数の可能な運動を実行し、それらの運動のそれぞれは、特定の把持パターン、または、あらかじめ定められた行為に対応する、手用義肢構造を提供することである。
【００３７】
また、本発明の特徴は、上述した機械指の複数の可能な運動の中で、患者が所望するものにできる限り近い運動を選択することができるセンサのシステムを有する義手構造を提供することである。
【００３８】
本発明のさらなる特徴は、腕の空間位置、速度、および加速度に基づいて、ならびに、義肢のいくつかの部分の相対的な場所に基づいて、上記選択を行うセンサのシステムを有する義手構造を提供することである。
【００３９】
また、本発明の特徴は、製造時の顕著な節約となる、各患者に対してカスタマイズ化された義肢を製造する必要のない義手構造を提供することである。
【００４０】
特に、実現される目的は、調節可能な抵抗器を有するタイプの力センサが使用可能であり、これらのセンサは、低費用を伴い、与えられる力とそれらのコンダクタンスとの間の線形比例を特徴とすることである。
【課題を解決するための手段】
【００４１】
これらの目的および他の目的は、
－少なくとも１つの機械指であって、
－中手骨サポートと、
－近位の円筒関節によって中手骨サポートに接続される近位の剛性リンクであって、近位の円筒関節の軸のまわりに中手骨サポートに関してあらかじめ定められた振幅ψの回転を実行するために配置される、近位の剛性リンクと、を備える、少なくとも１つの機械指と、
－近位の剛性リンクに接続され、かつ、前記あらかじめ定められた振幅ψの前記回転を引き起こすために近位の剛性リンクを作動させるように配置される伝達部材と、
－伝達部材を操作するように配置されるアクチュエータと、を備える、手用義肢構造であって、
伝達部材は、
－ねじの外形を有するウォームスクリューであって、近位の剛性リンクと一体化して、自身の縦軸のまわりの回転を実行するために配置される、ウォームスクリューと、
－中手骨サポートに枢動可能に接続される第１の端部、および、ラックの係合ゾーンでウォームスクリューのねじの外形と係合するように構成される第２の端部を有するラック、特に可撓性ラックと、を備え、
アクチュエータは、機械指に取り付けられ、かつ、ウォームスクリューを作動させるように構成され、アクチュエータがウォームスクリューを移動させるときに、係合ゾーンの離れる／接近する運動が第１の端部に対して生じるように、前記縦軸を中心にウォームスクリューを回転させ、前記あらかじめ定められた振幅の回転を、近位の円筒関節の軸を中心にした近位の剛性リンクの回転方向または反対方向に生じさせ、前記あらかじめ定められた振幅ψの回転は、機械指の伸展／屈曲運動に対応する、手用義肢構造によって実現される。
【００４２】
特に、前記離れる／接近する運動は、機械指の伸展／屈曲運動を生成する。
【００４３】
可撓性ラックの使用は、屈曲運動における引き要素、および、伸展運動における押し要

素の両方と同じ構成要素、すなわち、ラックの使用を可能にするという利点を有する。
【００４４】
これによって、小さいサイズの義手も提供するために、軽量で、最小限の横方向の重荷を有する機械指の作動システムが決定される。
【００４５】
また、本発明の義肢構造は、最小重量のおかげで、基部の疲労を最小限に抑えるため、基部は多くの荷重タイプを支えることができる。
【００４６】
上述した機械指構造は、特に、機械指に直接取り付けられたアクチュエータを提供することによって、手の部分的な切断の場合、患者の指を別々に変えることもできる。
【００４７】
さらに、ラックの高い可撓性によって、圧縮荷重が、剛性の機械指の場合に生じるように、高減衰を受け、かつ、基部に一体的に伝えられないような座屈が可能になる。
【００４８】
有利には、義肢構造、特に、アクチュエータおよびセンサを動作させるための電気エネルギーを供給することができる電圧源が提供される。このような電圧源を、例えば、アキュムレータまたは充電池とすることができる。
【００４９】
この場合、スクリュー／ラックシステムの使用は、高いエネルギー効率といったさらなる利点となり得る。
【００５０】
実際、例えば、約０．５より低い、非常に低い機械効率を有するこのスクリュー／ラックシステムは、外部エネルギーを使用することなく、あらかじめ定められた位置に達すると、義肢を妨害し続ける運動の不可逆性を保証する。
【００５１】
従って、スクリュー／ラックシステムは、操作上のあらかじめ定められた構成において、機械指を配置する工程の間にのみこの電流源を使用する必要がある。
【００５２】
有利には、中手骨サポートに対する、近位の剛性リンクのあらかじめ定められた振幅ψの回転は、近位の円筒関節の軸と実質的に直交する平面π上で行われる。
【００５３】
特に、ウォームスクリューがそれ自体の回転を実行するために構成される縦軸は、平面π上にある。
【００５４】
特に、それぞれの機械指は、遠位の円筒関節によって近位の剛性リンクに接続される遠位の剛性リンクも備える。当該遠位の剛性リンクは、遠位の円筒関節の軸を中心に近位の剛性リンクに対してあらかじめ定められた振幅の回転を実行するように構成される。
【００５５】
特に、遠位の円筒関節を、数個のギアによって、または、案内溝において巻かれる／解かれるベルトによって実行される機械的軽減によって、従作動させることができる。
【００５６】
従作動の解決策は、義肢のバイオミメティックスをより高めることができ、その他の場合は容易に得ることができないような精度で、対象物、例えば、小さい直径の円筒物を把持するのを支援する。
【００５７】
あるいは、遠位の円筒関節は、機械指が実質的に単一指骨の指であるように、剛性制約の条件を与えることができ、これによって、システムに対する一定量のエネルギーは、遠位部分を動作させることによって消費されないため、製品の費用の低減、および、力に対する性能の増大が保証される。
【００５８】

有利には、義手構造は、複数の機械指と、それぞれの機械指の中手骨サポートに接続される中手骨ベースとを備える。

【００５９】

このように、義肢構造は、同様に、手の中手骨部で構成される手全てを置き換えることができる。

【００６０】

有利には、機械指が親指用の機械指である場合、中手骨ベースは、回転関節によって、それ自体の縦軸を中心にした回転を可能にするために、親指用の機械指に接続されることで、親指用の機械指に対して、外転／内転の自由度を与える。

【００６１】

周知のように、外転／内転の割合は、手が実行できる可能な把持構成の範囲を拡大することができる。

【００６２】

有利には、複数の可能なあらかじめ定められた作業構成の中からあらかじめ定められた作業構成を選択するように構成された選択装置も設けられる。前記選択装置は、前記選択された作業構成を得るために前記アクチュエータまたは各アクチュエータを動作させるように構成される。

【００６３】

有利には、義肢構造において、前記または各機械指に関連付けられた少なくとも１つのフィードバック位置センサ、特に、ホール効果センサが、さらに設けられる。フィードバック位置センサは、中手骨サポートに対して近位の剛性リンクの位置を測定するように、次いで、前記回転の振幅（ψ）をリアルタイムで決定するように構成される。フィードバック位置センサはまた、対応するフィードバック信号を即時に生成するように、かつ、このフィードバック信号を制御ユニットに送信するように構成される。制御ユニットは、前記フィードバック信号を分析するように、かつ、リアルタイムで決定された振幅（ψ）があらかじめ定められた振幅（ψ）に達するまでウォームスクリューを作動させるためにアクチュエータを動作させるように構成される。

【００６４】

このように、機械指を扱う際のより高い精度を可能にする動作フィードバックループ制御を行うことができる。

【００６５】

ホール効果センサの使用によって、近位の剛性リンクと中手骨サポートとの間の機械タイプの接触を回避することができ、それによって、位置を検出するための他の装置について特に安価な解決策がもたらされる。

【００６６】

特に、義肢構造において、以下の特徴：

－使用時に、患者の基部に接触して配置される少なくとも１つの筋電センサまたはＥＭＧセンサであって、前記または各筋電センサは、患者の基部の主動筋および／または拮抗筋の活性化に関連付けられた電圧を測定するように、かつ、相対的な筋電信号を生成するように構成される、少なくとも１つの筋電センサまたはＥＭＧセンサと、

－使用時に、患者の基部に接触して配置され、かつ、基部のあらかじめ定められた表面上に分布させる複数の力センサであって、患者によって実現されるあらかじめ定められた筋構成に対応する複数の圧力データを測定するように、かつ、基部上に少なくとも１つの対応する圧力分布信号を生成するように構成される、複数の力センサと、

－前記または各筋電信号、および、前記または各圧力の信号を分析するように、かつ、複数の可能なあらかじめ定められた把持構成の中で、あらかじめ定められた作業構成、例えば、把持構成の選択を実行するように構成される制御ユニットであって、前記選択された作業構成を得るために前記または各アクチュエータを操作するように構成される、制御ユニットと、がさらに提供される。

【００６７】

特に、制御ユニットから得た選択は、センサによってあらかじめ定められた筋電信号および圧力分布信号を、あらかじめ定められた作業構成に関連付けられた複数の信号と比較するように実行される。

【００６８】

これによって、患者は、機械指を扱うために、義肢の一体化ができるだけ自然となるように、切断が行われていない人が使用すると考えられる同じ筋を使用することができる。

【００６９】

本発明によって説明される解決策によって、単一のＥＭＧセンサを義肢上に設置することができ、かつ、力センサを使用して第２または第３のＥＭＧセンサの欠如を補償することができる。

【００７０】

ＥＭＧセンサと力センサとの間にかなりの費用差があることから、本発明によって提案された解決策によって、センサの一種のマトリックスを形成する多くの力センサの設置が可能となる。ＥＭＧセンサの代わりに行われるべきであるため、筋信号がより強力である特定のゾーンの応用を定めるための事前の工程を必要とせずに、力センサを基部の広い領域上で分布させることができる。

【００７１】

これによって、実質的に多目的の義肢、または、いずれの場合でも、各患者の必要性に従って調節する必要のない義肢が提供され、当該義肢は、それぞれ非常に異なってもいる形態学的特徴を有して、患者に対して使用可能である。

【００７２】

そして、本発明によって提案された解決策は、患者に対するカスタマイズ化操作を必要としないため、より安価な部品を有し、製造費用がかからないことから、先行技術よりも安価であるという二重の利点を有する。

【００７３】

好ましくは、ＥＭＧセンサは、患者のひじ近くに位置する。

【００７４】

特に、義肢構造は、

－あらかじめ定められた方向に対して義肢構造の空間定位を測定するように、対応する空間位置信号を生成するように、および、前記空間位置信号を前記制御ユニットに送信するように構成される慣性センサと、

－前記義肢構造の少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度およびまたは角加速度（linear and/or angular speed and/or acceleration）を測定するように、対応する運動信号を生成するように、および、前記運動信号を前記制御ユニットに送信するように構成される慣性センサと、

－それらの組み合わせと、から成るグループから選択される慣性センサも設けることができ、

後者の場合、前記制御ユニットは、前記空間位置信号および／または前記運動信号にも基づいて可能な作業構成の前記選択を実行するように構成される。

【００７５】

かかる解決策によって、実質的に、さらに、使用者が実行することを望む作業構成の探索時にフィルタを加えること、得ることができる構成分野を拡大できるようにすること、および／または、選択の手順を迅速化することを可能にする。

【００７６】

有利には、義肢構造では、以下の特徴：

－前記義肢構造の少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度およびまたは角加速度（linear and/or angular speed and/or acceleration）を測定するように、対応する運動信号を生成するように、および、前記運動信号を前記制御ユニットに送信するように構成される第１の慣性センサと、

－前記第１の慣性センサが手の上に位置する場合には前腕上に、または、前記第１の慣

性センサが前腕上に位置する場合には前記手の上に位置する第２の慣性センサであって、
－前腕のまたは手の、少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度およびまたは角加速度（linear and/or angular speed and/or acceleration）をそれぞれ測定するために、
－対応する参照空間位置信号を生成するために、および、
－前記参照空間位置信号を前記制御ユニットに送信するために配置される第２の慣性センサと、がさらに提供され、
前記制御ユニットは、手と前腕との間の相対的な位置の値を得るように、前記空間位置信号を前記参照位置信号と比較するように構成され、前記制御ユニットはまた、手と前腕との間の前記相対的な位置の値に基づいて、可能な把持構成の前記選択を実行するように構成される。

【００７７】
腕と手との間の相対的な位置によって、手首の構成を決定することができる。この構成は、使用者が実行することを望む可能な行為に対するさらなる区別化を与えることができる。

【００７８】
特に、義肢構造では、少なくとも１つの親指用位置センサ、特に、ホール効果センサがさらに設けられている。当該センサは、前記中手骨ベースに対して親指用の機械指の方向を測定するように、対応する親指位置信号を生成するように、および、前記親指位置信号を前記制御ユニットに送信するように構成される。前記制御ユニットは、この場合、前記親指位置信号にも基づいて可能な把持構成の前記選択を実行するように構成される。

【００７９】
親指用位置センサは、生成された信号の対象物が根本的に異なっている場合でも、フィードバックループにおいて機械動作のために使用されるフィードバック位置センサと構造的に一致する可能性がある。

【００８０】
この場合、事実、実際の位置センサによって検出される親指の位置は、主に、この選択においては必須である親指の外転／内転の角度に関するデータを与えるために使用される。

【００８１】
かかる角度は、１つの作動させる自由度に対応せず、従って、例えば、もう一方の手を使用して、外部のみを変更させることができる。この理由のために、この角度は制御ユニットには未知であり、適切なセンサによって検出されなければならない。

【００８２】
本発明による義肢構造は、上述されるような単一のタイプのセンサ、または、その任意の組み合わせを備えることができる。

【００８３】
本発明の別の態様によると、義手構造は、
－少なくとも１つの機械指であって、
－中手骨サポートと、
－近位の円筒関節によって前記中手骨サポートに接続される近位の剛性リンクであって、前記近位の円筒関節の軸を中心に前記中手骨サポートに対してあらかじめ定められた振幅ψの回転を実行するために配置された近位の剛性リンクと、を備える、少なくとも１つの機械指と、
－前記中手骨サポートに対して前記近位の剛性リンクの前記あらかじめ定められた振幅ψの回転を引き起こすように配置されるアクチュエータと、
－前記あらかじめ定められた振幅ψの回転を得るために前記アクチュエータを動作させるように構成される制御ユニットと、を備え、
前記義肢構造は、
－使用時に、患者の基部と接触して配置される筋電センサであって、患者の基部の主動

筋および／または拮抗筋の活性化に関連付けられた電圧を測定するように、かつ、相対的な筋電信号を生成するように構成される、筋電センサと、

－使用時に、患者の基部に接触して配置され、かつ、基部のあらかじめ定められた表面上に分布させる複数の力センサであって、患者によって実現されるあらかじめ定められた筋構成に対応する複数の圧力データを測定するように、かつ、基部上に少なくとも１つの対応する圧力分布信号を生成するように構成される、複数の力センサと、

－あらかじめ定められた方向に対して義肢構造の空間定位を測定するように、対応する空間位置信号を生成するように、および、前記空間位置信号を前記制御ユニットに送信するように構成される慣性センサと、

－前記義肢構造の少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度およびまたは角加速度（linear and/or angular speed and/or acceleration）を測定するように、対応する運動信号を生成するように、および、前記運動信号を前記制御ユニットに送信するように構成される慣性センサと、

－前記中手骨ベースに対して親指用の機械指の方向を測定するように、対応する親指位置信号を生成するように、および、前記親指位置信号を前記制御ユニットに送信するように構成され、前記制御ユニットは、この場合、前記親指位置信号にも基づいて可能な把持構成の前記選択を実行するように構成される、位置センサ、特に、ホール効果センサと、

－それらの組み合わせと、から成るグループから選択される少なくとも１つのセンサも設け、

前記制御ユニットは、前記または各筋電信号、および／または、前記または各圧力分布信号、および／または、前記または各空間位置信号、および／または、前記または各運動信号、および／または、前記または各親指位置信号を分析するように、複数の可能なあらかじめ定められた把持構成の中で、あらかじめ定められた作業構成、特に、把持構成の選択を実行するように、および、前記選択された作業構成を得るために前記または各アクチュエータを動作させるように構成される。

【００８４】

本発明による義手構造のさらなる特性および／または利点は、以下の添付の図面を参照して、例示するが限定するものではなく、その義手構造の例示的実施形態の以下の説明によって明らかとなるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００８５】

【図１】単一の機械指が提供される、本発明による義手構造の例示的実施形態の斜視図である。

【図２】図１の義肢構造の例示的実施形態の機械指の断面図である。

【図２Ａ】ウォームスクリューとラックとの間のかみ合い状態が示されている、図２の機械指の一部の拡大図である。

【図３Ａ】ラックが２つの切片、剛性切片および可撓性切片からできている、義手構造の代替的な例示的実施形態の伸展運動における断面図である。

【図３Ｂ】ラックが２つの切片、剛性切片および可撓性切片からできている、義手構造の代替的な例示的実施形態の曲げ運動における断面図である。

【図４】複数の機械指および中手骨ベースが提供される、本発明による義手構造の例示的実施形態を示す図である。

【図５】シリンダーピストン機構を図示するために、中手骨ベースの手のひらカバーが除去された、図４と同じ例示的実施形態を示す図である。

【図６】中手骨ベースが省かれ、制御ユニットが示される、図４と同じ例示的実施形態を示す図である。

【図７】図６の例示的実施形態を上から見た図である。

【図８】図６の例示的実施形態を横から見た図である。

【図９】患者に適用される義手構造であって、当該構造におけるセンサのための支持体も備える義手構造の例示的実施形態を示す図である。

【図１０】異なるセンサによって検出される信号を分析するように構成されるアルゴリズムの動作の可能なダイヤグラムである。
【図１１】センサによって検出される信号によって生成される３Ｄベクトル空間の例を示す図である。
【図１２ａ】上述した義肢構造から得ることができる可能な作業構成の一部を示す図である。
【図１２ｂ】上述した義肢構造から得ることができる可能な作業構成の一部を示す図である。
【図１２ｃ】上述した義肢構造から得ることができる可能な作業構成の一部を示す図である。
【図１２ｄ】上述した義肢構造から得ることができる可能な作業構成の一部を示す図である。
【図１２ｅ】上述した義肢構造から得ることができる可能な作業構成の一部を示す図である。
【図１２ｆ】上述した義肢構造から得ることができる可能な作業構成の一部を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００８６】
図１を参照すると、義手構造１００の例示的実施形態は、機械指１１０ａ～１１０ｅを備える。機械指１１０ａ～１１０ｅは、さらにまた、中手骨サポート１１１、近位の剛性リンク１１２、および、遠位の剛性リンク１１４を備える。
【００８７】
近位の剛性リンク１１２は、近位の円筒関節１１３によって中手骨サポート１１１に対して軸１１３’を中心に角度ψで回転することができる。
【００８８】
同様に、遠位の剛性リンク１１４は、遠位の円筒関節１１５によって近位の剛性リンク１１２に対して軸１１５’を中心に角度ωで回転することができる。
【００８９】
回転軸１１３’および１１５’は両方とも、実質的に、角度ψおよびωをなして、平面πと直交する。
【００９０】
この例示的実施形態において、遠位の円筒関節１１５を、案内溝において巻かれる／解かれるベルト１１９によって、または、（図示されない）数個のギアによって作られる歯車減速装置によって、従作動（ｕｎｄｅｒ－ａｃｔｕａｔｅ）させることができる。
【００９１】
従作動の選択は、義肢のバイオミメティックスをより高めることができ、その他の場合は実現できるのが困難であると考えられる把持状態によって、対象物、例えば、小さい直径の円筒物の把持状態を支援する。
【００９２】
あるいは、機械指が実質的に単一指骨の指であるように、遠位の円筒関節１１５は、欠けていることができるか、または、固い制約の状態にしたがう（すなわち、近位の剛性リンクに堅固に接続される）ことができる。これにより、システムに対して利用可能な一定量のエネルギーが従作動の遠位の剛性リンク１１４によって消費されないため、製品の費用の低減、および、力に対する性能の増大は、保証される。
【００９３】
図２および図２Ａを参照すると、機械指１１０ａ～１１０ｅはまた、近位の剛性リンク１１２において配置されるウォームスクリュー１１６と、ウォームスクリュー１１６をかみ合わせる可撓性ラック１１７と、軸１１６’を中心にしたウォームスクリュー１１６の回転を引き起こすように配置されるアクチュエータ１１８とを備える。
【００９４】

特に、可撓性ラック１１７は、中手骨サポート１１１に対して回転させるために中手骨サポート１１１に接続される第１の端部１１７ａと、ギアＰにおいてウォームスクリュー１１６のねじ切り外形をかみ合わせる第２の端部１１７ｂとを備える。

【００９５】

このように、アクチュエータ１１８がウォームスクリュー１１６を回転させるとき、可撓性ラック１１７の第２の端部１１７ｂは、第１の端１１７ａに対して係合ゾーンＰを遠ざけて／接近させて、軸１１６’に実質的に平行な方向に沿って並進し、その後、近位の剛性リンク１１２をその軸１１３’を中心にあらかじめ定められた振幅ψで回転させる。

【００９６】

特に、係合ゾーンＰを第１の端１１７ａに接近させることによって、機械指１１０ａ～１１０ｅを曲げるのに適切な回転は、対応する。反対に、係合ゾーンＰを第１の端１１７ａに対して遠ざけることによって、機械指１１０ａ～１１０ｅの伸展に対応する。

【００９７】

可撓性ラック１１７の特定の機械的性質によって、機械指１１０ａ～１１０ｅを曲げるとき、可撓性ラック１１７を人間の腱のような引き要素として操作することができ、伸展中、押し要素としても操作する。

【００９８】

さらに、ラック１１７の高い可撓性によって、圧縮荷重が、剛性の指の場合に生じるように、基部に一体的に伝えられず、正に人間の指で生じるように高減衰も受けるような座屈が可能になる。

【００９９】

有利には、可撓性要件をできる限り満たすために、ラックを超弾性材料から作ることができる。

【０１００】

図３Ａおよび図３Ｂにおいて、可撓性ラック１１７が、枢軸Ａによって枢動可能に接続される２つの切片１１７’、１１７’’からできている、機械指１１０ａ～１１０ｅの代替的な例示的実施形態が示されている。

【０１０１】

さらに詳細には、第１の端１１７ａを備える切片１１７’は、あらかじめ定められた可撓性を有する材料からできている。それは、可撓性ラック１１７のあらかじめ定められた可撓性に対応可能であり、または、それより低い可能性がある。可撓性ラック１１７のあらかじめ定められた可撓性より低い場合、切片１１７’のあらかじめ定められた可撓性は、少なくとも１つのばねを導入して得られる。

【０１０２】

第２の端１１７ｂを備える切片１１７’’は、そうではなく、剛性材料からできており、それによって、ゾーンＰにおいて、ウォームスクリュー１１６とのかみ合いをより良くすることができる。

【０１０３】

この代替的な例示的実施形態において、ラック１１７の動作は、図２のラック１１７の動作と完全に同様のものである。

【０１０４】

図４および図５を参照すると、義手構造１００の例示的実施形態は、図１に示される形式とすることができる５つの機械指１１０ａ～１１０ｅと、機械指１１０ａ～１１１０ｅの中手骨サポート１１１に接続される中手骨ベース１２０とを含む。

【０１０５】

示されるように、中手骨ベース１２０は、さらに、機械指１１０ａ～１１０ｅそれぞれと接続するために、義肢構造全体に対してより高い生体模倣特徴も与える。

【０１０６】

人差し指として使用される機械指１１０ｂ、中指として使用される機械指１１０ｃ、薬指として使用される機械指１１０ｄ、および、小指として使用される機械指１１０ｅは、

それぞれの機械指１１０ｂ～１１０ｅの平面πがそれぞれに対して平行であるように配置可能であるのに対し、親指として使用される機械指１１０ａは、平面πに平行ではない平面にある。

【０１０７】

しかしながら、本発明によって提供されるが図示されない例示的実施形態では、人差し指、中指、薬指および小指に対応する機械指１１０ｂ～１１０ｅについて、平面πは、それぞれに対して入射して、指の内転／外転運動を生成することができる。

【０１０８】

特に、図５を参照すると、親指として使用される機械指１１０ａの中手骨サポート１１１は、回転軸１１３’および１１５’と実質的に直交する軸１２１’を中心に機械指１１０ａが回転できるようにする回転関節１２１によって、中手骨ベース１２０に接続される。

【０１０９】

このように、親指用の機械指１１０ａは、上述した義肢構造１００によってなすことができる可能な把持範囲を広くするために必須である外転／内転の自由度を用いて装着される。

【０１１０】

回転関節１２１を、本図の場合、受動的なものとすることができ、または、作動させることができる。

【０１１１】

受動的な関節の場合、使用者は、様々な可能な把持構成から成るグループから選択されたあらかじめ定められた作業構成において親指と共にもう一方の手を位置付けることができる。

【０１１２】

図５には、親指のフィードバック位置センサ１４０も示されている。フィードバック位置センサ１４０は、中手骨サポート１１１に対して機械指１１０ａの近位の剛性リンク１１２の位置を測定するように、次いで、対応するフィードバック信号を即時に生成するために、近位の剛性リンク１１２のその軸１１３’を中心にした回転の振幅ψをリアルタイムで決定するように、および、このフィードバック信号を（図６に示される）制御ユニット１３０に送信するように構成される。

【０１１３】

親指のフィードバック位置センサ１４０は、磁場変化を測定するように、正しい操作を必要とする。

【０１１４】

この目的のために、関節１１３では、磁石１４０ｂ（図６）が挿入されるハウジング１４０ａが配置されている。このような磁石は、機械指１１０ａの近位の剛性リンク１１２と一体化し、かつ、フィードバック信号の生成が可能となるように、ホール効果センサ１４０がその軸１１３’を中心した回転を検出できるようにする。

【０１１５】

制御ユニット１３０は、次いで、フィードバック信号を計算し、かつ、リアルタイムで決定された振幅ψがあらかじめ定められた振幅ψに一致するまで、ウォームスクリュー１１６を作動させるためにアクチュエータ１１８を操作する。

【０１１６】

図６、図７および図８には、図４および図５の義肢構造１００の同じ例示的実施形態が示されている。しかしながら、ここでは、簡略化のために、制御ユニット１３０が示され、中手骨ベース１２０は表示されていない。

【０１１７】

図７および図８には、機械指１１０ｂ～１１０ｅに対するフィードバックセンサ１４０が示されている。

【０１１８】

さらに、図８には、機械指１１０ｂのフィードバックセンサ１４０に対するハウジング１４０ａおよび磁石１４０ｂが示されている。

【０１１９】

図９は、実質的に円筒形状または円錐台形状の支持体またはカップ１８０も備える、本発明による義肢構造１００を示す。支持体またはカップ１８０は、患者の基部上に置かれ、患者の意図を検出するために必要なセンサタイプの一部を支持するように、かつ、機械指１１０ａ～１１０ｅを正しく実行するために、そのセンサタイプの一部を制御ユニット１３０に送信するように配置される。

【０１２０】

図９の例示的実施形態では、この支持体１８０上に、以下の要素：

－患者の基部の主動筋および／または拮抗筋の活性化に関連付けられた電圧を測定するように、かつ、相対的な筋電信号を生成するように構成される筋電センサ１５０と、

－患者によって実現されるあらかじめ定められた筋構成に対応する複数の圧力データを測定するように、かつ、基部上の圧力の分布に応答して少なくとも１つの対応する信号を生成するように構成される複数の力センサ１６０と、を配置することができる。

【０１２１】

筋電信号および圧力分布信号は、次いで、制御ユニット１３０があらかじめ定められた作業構成を選択するように、制御ユニット１３０によって計算される。かかる作業構成、特に、把持構成は、患者の意思をより良く解釈する、複数のあらかじめ定められた構成の中の１つに対応する。制御ユニット１３０は、次いで、機械指１１０ａ～１１０ｅが選択された構成を行うように、アクチュエータ１１８を動作させる。

【０１２２】

上述したセンサに加えて、本発明による義肢構造１００は、患者によって選ばれるあらかじめ定められた構成のより迅速かつより精確な選択を可能にする、および／または、多くのあらかじめ定められた構成を有してその中で選択を実行することができる他のセンサも備えてもよい。

【０１２３】

例えば、かかるセンサは、

－例えば、中手骨ベース１２０上に、または、制御ユニット１３０（図６）に位置し、あらかじめ定められた方向ｘに対して義肢構造１００の空間定位を測定するように、対応する空間位置信号を生成するように、および、この空間位置信号を制御ユニット１３０に送信するように構成される慣性センサ１７０と、

－例えば、中手骨ベース１２０上に、または、制御ユニット１３０（図６）に位置し、中手骨ベース１２０の少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度およびまたは角加速度（linear and/or angular speed and/or acceleration）を測定するように、対応する運動信号を生成するように、そして、この運動信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成される慣性センサ１７１と、

－例えば、カップ１８０上に位置しかつセンサ１７１に連結され、前腕の、少なくとも１つの直線速度、角速度、直線加速度およびまたは角加速度（linear and/or angular speed and/or acceleration）を測定するように、対応する参照空間位置信号を生成するように、そして、手と前腕との間の相対的な位置、ひいては、手首の傾斜の割合を計算するために、この参照空間位置信号を制御ユニット（１３０）に送信するように構成される慣性センサ１７２と、

－中手骨ベース１２０に対する親指用の機械指１１０ａの方向、特に、外転／内転の角度を測定するように、対応する親指位置信号を生成するように、そして、この親指位置信号を制御ユニット１３０に送信するように構成される、親指用位置センサ１４１（図５）、特に、ホール効果センサと、とすることができる。

【０１２４】

親指用位置センサ１４１は、上述したフィードバックセンサ１４０と共にも動作する。図６に示されるように、事実、間接１２１において、磁石１４１ｂが挿入されるハウジン

グ１４１ａが配置される。かかる磁石は、機械指１１０ａの中手骨サポート１１１と一体化し、ホール効果センサ１４１が、その軸１２１’を中心にした回転を検出することと、次いで、親指位置信号を生成することを可能にする。上述したセンサは、組み合わせて、または、それぞれに対して代替的に使用可能である。

【０１２５】

図１０のブロック図では、異なるセンサによって検出される信号を分析するために制御ユニット１３０に関連付けできる可能なアルゴリズムの例が、ダイヤグラムで示されている。

【０１２６】

本例におけるアルゴリズムによって考慮される信号は、筋電信号（ＥＭＧ）、圧力分布信号（ＦＳＲ）、空間位置信号（θ）、ならびに、運動信号（θ’）および親指位置信号（ＰＰ）である。

【０１２７】

簡略化のために、示されるアルゴリズムは、手の可能な開放構成のみを考慮する。

【０１２８】

より詳細には、アルゴリズムは、各経路で、受信される信号と適合しないいずれの把持構成も区別するために、かつ、患者によって所望される把持構成を一意に決定するために、主な入力信号の優先分類を定義する。

【０１２９】

特に、制御ユニット１３０がＥＭＧ信号および／またはＦＳＲ信号を受信するとき（ＦＳＲ／ＥＭＧイベント）、この信号に従って、患者が閉鎖命令を示しているのか（肯定的な閉鎖イベント）、開放命令を示しているのか（否定的な閉鎖イベント）を区別する。

【０１３０】

患者が開放命令を示している場合、制御ユニット１３０は、機械指１１０ａ～１１０ｅを手の開放構成にするためにアクチュエータ１１８を動作させる。これは、仮説を立てて始めると、１つの開放構成しかなく、従って、構成は、信号のさらなる制御なしに、一意にあらかじめ定められる。

【０１３１】

そうではなく、患者が閉鎖命令を示す場合、制御ユニット１３０は、既にＥＭＧおよびＦＳＲ信号から十分なデータを有して、このような信号と適合しないいくつかの把持構成を除外することができる。

【０１３２】

次いで、アルゴリズムは、次の信号の分析を続行する。そして、θおよびθ’信号は義肢構造の位置、速度、及び、加速度に対して分析される。かかる信号が事前の工程（θおよびθ’の肯定的な確認）において除外されないものの中で少なくとも１つの把持構成と適合する場合、アルゴリズムは、制御ユニット１３０によって検出されたθおよびθ’信号の値に適合しない可能な把持構成を除外して、次に続く工程を続行する。

【０１３３】

あるいは、θおよびθ’信号の否定的な確認の場合、すなわち、制御ユニット１３０によって検出されたθおよびθ’信号の値に適合する把持構成が見つからない場合、アルゴリズムは開始工程に戻り、制御ユニット１３０はいずれの作動命令も示さない。

【０１３４】

親指位置信号ＰＰの確認に関して同様の状況が、次に続く工程で生じる。

【０１３５】

次いで、可能な把持構成の範囲を段階的に選択するために、アルゴリズムの原理を、制御ユニットが受信できる任意の信号で拡張することができる。

【０１３６】

全ての信号を確認した後、アルゴリズムは、患者によって所望される把持構成を一意に識別することができる。いずれの場合でも、義肢に対するエラーを回避するために、把持構成が一意にあらかじめ定められているときにのみ、アクチュエータを動作させる（図１

０に示されない）アルゴリズムの最終工程を、提供することができる。そうではなく、適合する２つ以上の把持構成が見つかった場合、アルゴリズムは開始工程に戻り、制御ユニット１３０はいずれの作動命令も示さない。

【０１３７】

図１１には、センサから制御ユニット１３０へ送信される信号によって生成される３Ｄベクトル空間の例が示されている。

【０１３８】

より一般的には、センサから制御ユニット１３０へ送信される信号は、Ｎ個の次元でベクトル空間を生成する。ここで、各Ｎ番目の次元は、センサによって検出されるパラメータに、または、このパラメータから導き出される数量に対応する。

【０１３９】

このベクトル空間では、複数の部分空間が検出され、それら、特定の把持構成にそれぞれ対応する。特に、各把持構成は、Ｎ個の座標の組み合わせによって定義され、各Ｎ番目の座標は、Ｎ番目の次元のベクトルに対応するパラメータの値の範囲に対応する。

【０１４０】

図１１の例において、ベクトル空間は、３つのパラメータを使用して生成され、次いで、容積測定空間を定める。この空間では、２つの特定の把持構成に対応する２つの容積ＡおよびＢが示され、３つの値の範囲の組み合わせによって定められる。

【０１４１】

この場合、図１０のアルゴリズムは、３つの確認工程を、各パラメータに対して１つ実行しなくてはならない。

【０１４２】

第１の工程では、アルゴリズムは、第１のパラメータの値の範囲がセンサによって検出されるパラメータの値を含まない全ての把持構成を除外するように構成される。

【０１４３】

第２の工程では、アルゴリズムは、前回の工程から導き出す残留把持構成によって検出された第２のパラメータの値の適合性をテストするように構成される。この値がかかる残留把持構成のうちの少なくとも１つの第２のパラメータの値の範囲に含まれる場合、アルゴリズムは第３の工程を通り、ここで同じ手順が繰り返される。

【０１４４】

異なる把持構成を定めるベクトル部分空間がそれぞれとの交点を有しない場合、パラメータの値のそれぞれの組み合わせは、確実に、把持構成を一意に定義し、制御ユニットは、作動命令を示すことができる。

【０１４５】

図を用いて、線２０は、義肢の使用中に３つパラメータのサブセットから得られる軌道を定義する。軌道が把持構成に関連付けられた容積を交差するとき、義肢はこのような把持構成を成す。図１２Ａ～図１２Ｅには、上述した義肢構造から得ることができる可能な把持構成のいくつかが示されている。

【０１４６】

特に、図１２Ａは、人差し指による把持状態を示し、図１２Ｂは、フック状の把持状態を示し、図１２Ｃは、反対に親指による円筒状の手のひらによる把持状態を示し、図１２Ｄは、大きな直径の対象物に対する円筒状の手のひらによる把持状態を示し、図１２Ｆは、鍵状把持状態を示し、図１２Ｅは、小さいサイズの円筒形状の把持状態を示す。

【０１４７】

特定の例示的実施形態の前述の説明によって、概念上の視点に従って本発明は一層十分明らかとなるであろう。それによって、他は、現在の知識を応用することによって、様々な応用において、さらなる調査を行わず、本発明から離れることなく、特定の例示的実施形態を修正および／または適合することができるであろう。それに応じて、かかる適合および修正は、特定の実施形態と同等であると考慮されなければならなくなることを意味する。本明細書で説明される異なる機能を達成するための手段および材料は、この理由のた

めに、本発明の分野から逸脱せずに、異なる性質を有することができるはずである。本明細書で用いられる表現および専門用語は、説明の目的のためのものであり限定するものではないことは、理解されたい。

なお、本発明の実施の態様はつぎのとおりである。

［１６］

－少なくとも１つの機械指（１１０）であって、

－中手骨サポート（１１１）と、

－近位の円筒関節（１１３）によって前記中手骨サポート（１１１）に接続される近位の剛性リンク（１１２）であって、前記近位の円筒関節（１１３）の軸（１１３’）のまわりに前記中手骨サポート（１１１）に関してあらかじめ定められた振幅（ψ）の回転を実行するために配置される、近位の剛性リンク（１１２）と、を備える、少なくとも１つの機械指（１１０）と、

－前記中手骨サポート（１１１）に関して前記近位の剛性リンク（１１２）の前記あらかじめ定められた振幅（ψ）の回転を引き起こすように配置されるアクチュエータ（１１８）と、

－前記あらかじめ定められた振幅（ψ）の回転を得るために前記アクチュエータを操作するように構成される制御ユニットと、を備える、義手構造（１００）であって、

－使用時に、患者の基部に接触して配置される筋電センサ（１５０）であって、前記または各筋電センサ（１５０）は、前記患者の前記基部の主動筋および／または拮抗筋の活性化に関連付けられた電圧を測定して、相対的な筋電信号を生成するように構成される、筋電センサ（１５０）と、

－使用時に、前記患者の前記基部に接触して配置されて、前記基部のあらかじめ定められた表面上に分布される複数の力センサ（１６０）であって、前記患者によって達成されるあらかじめ定められた筋構成に対応する複数の圧力データを測定して、前記基部上に少なくとも１つの対応する圧力分布信号を生成するように構成される、複数の力センサ（１６０）と、

－あらかじめ定められた方向に関して前記義肢構造（１００）の空間定位を測定して、対応する空間位置信号を生成して、そして前記空間位置信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成される慣性センサ（１７０）と、

－前記義肢構造（１００）の少なくとも１つの線形および／または角速度、および／または加速度を測定して、対応する運動信号を生成して、そして前記運動信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成される慣性センサ（１７１）と、

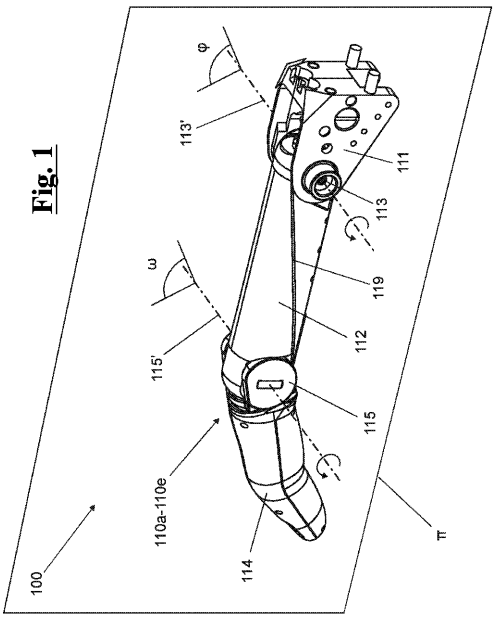
－前記中手骨ベース（１２０）に関して親指用の機械指（１１０ａ）の方向を測定して、対応する親指位置信号を生成して、そして前記親指位置信号を前記制御ユニット（１３０）に送信するように構成され、この場合、前記制御ユニットは、前記親指位置信号にも基づいて前記可能な把持構成の選択を実行するように構成される、位置センサ（１４１）、特に、ホール効果センサと、

－それらの組み合わせと、から成るグループから選択される少なくとも１つのセンサをさらに備えることを特徴とし、そして、

前記制御ユニット（１３０）は、前記または各筋電信号、および／または、前記または各圧力分布信号、および／または、前記または各空間位置信号、および／または、前記または各運動信号、および／または、前記または各親指位置信号を分析して、複数の可能なあらかじめ定められた把持構成の中で、あらかじめ定められた作業構成、特に把持構成の選択を実行して、そして前記選択された作業構成を得るために前記または各アクチュエータ（１１８）を操作するように構成されることを特徴とする、義手構造（１００）。

【図１】

Fig. 1



【図２－２Ａ】

Fig. 2

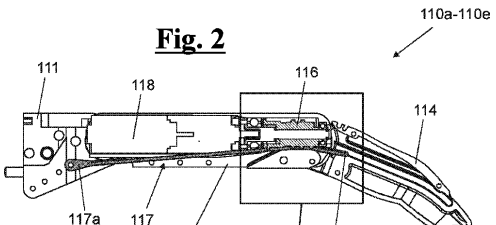
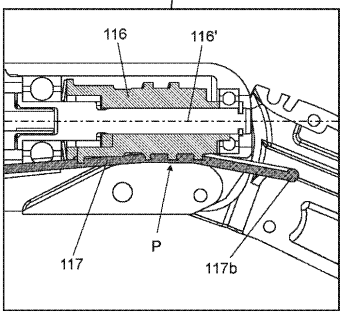
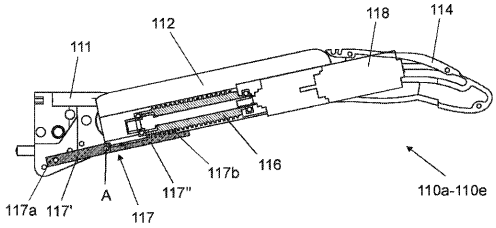


Fig. 2A



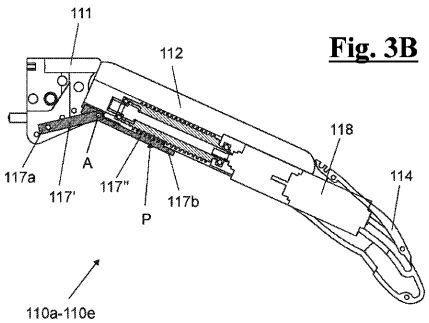
【図３Ａ】

Fig. 3A



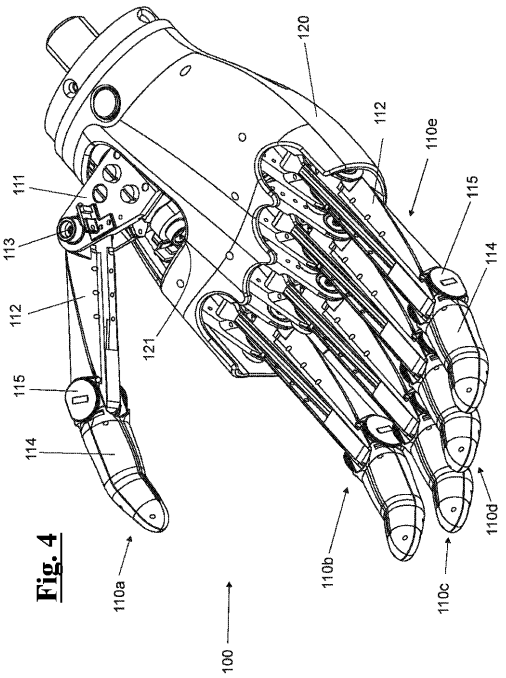
【図３Ｂ】

Fig. 3B



【図４】

Fig. 4



【図５】

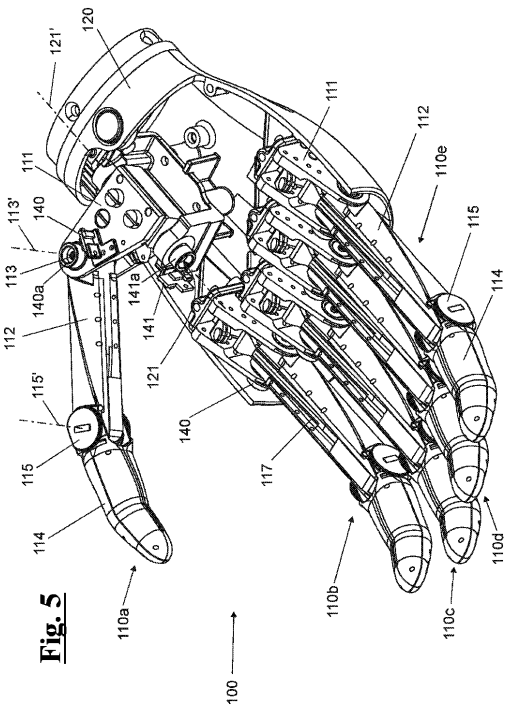


Fig. 5

【図６】

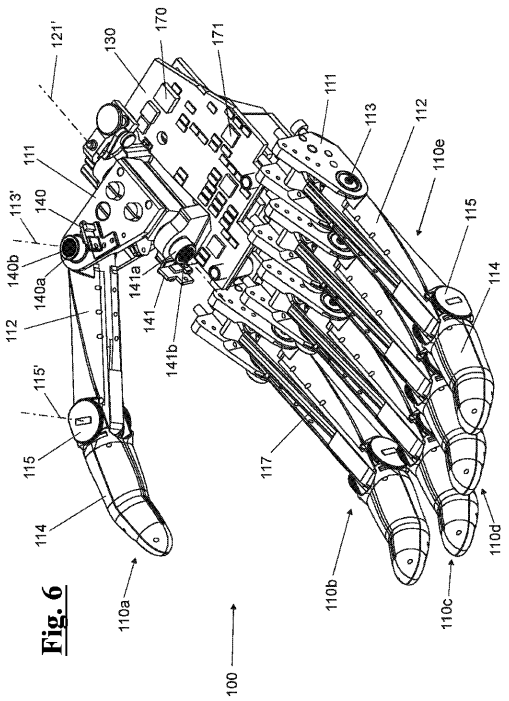


Fig. 6

【図７】

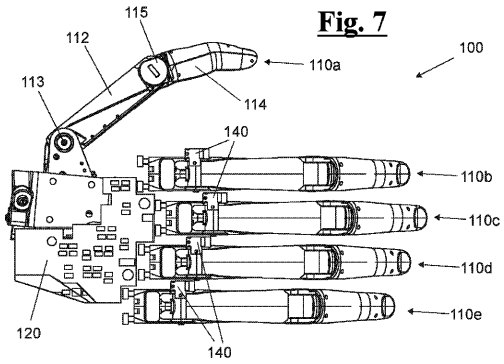


Fig. 7

【図８】

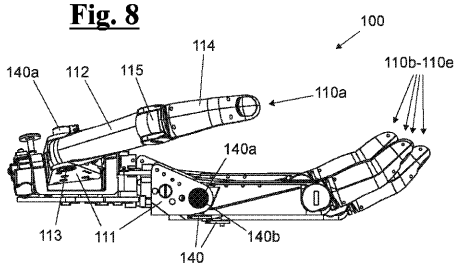


Fig. 8

【図９】

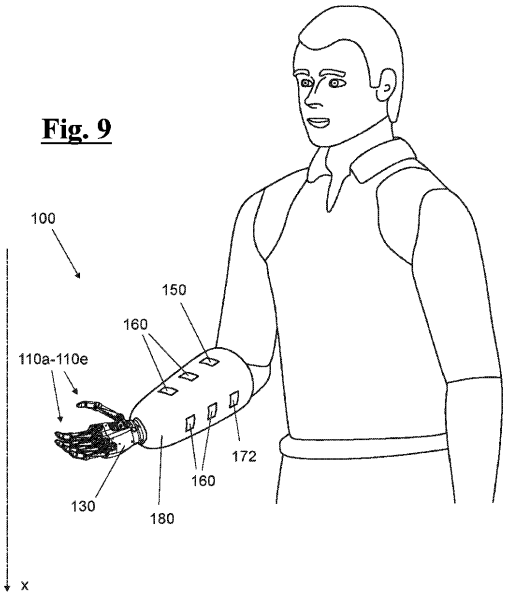
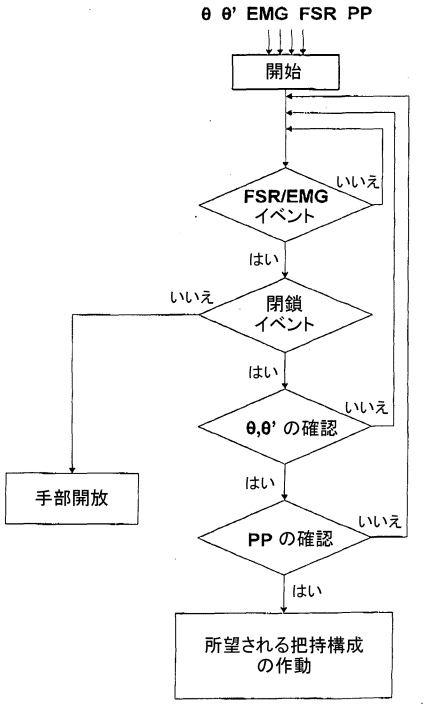


Fig. 9

【図１０】



【図１１】

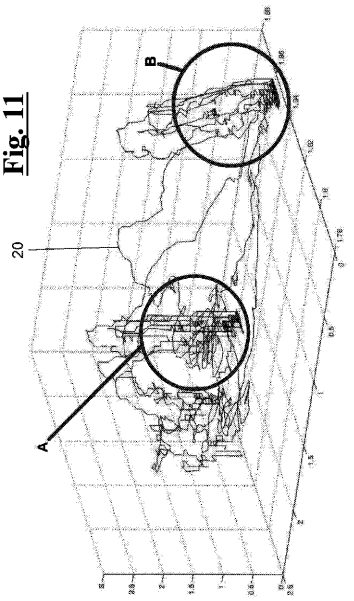


Fig. 11

【図１２Ａ】

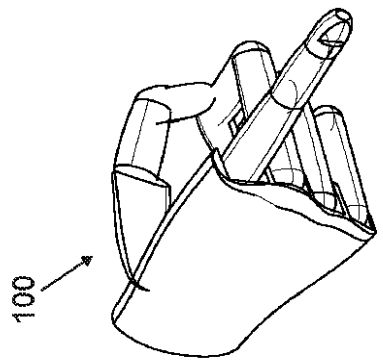


Fig. 12A

【図１２Ｂ】

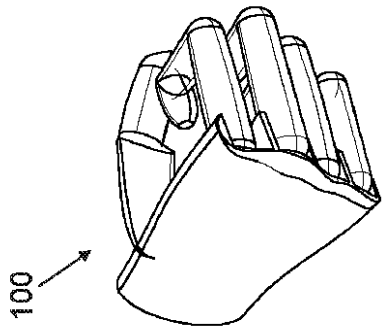


Fig. 12B

【図１２Ｃ】

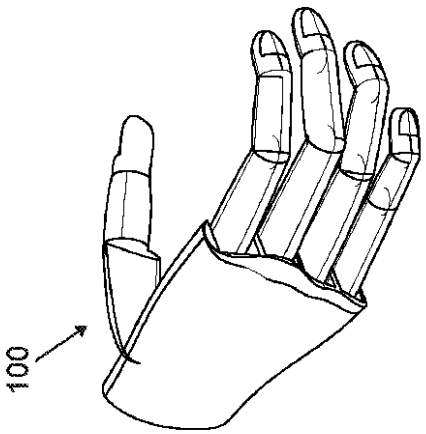


Fig. 12C

【図１２Ｄ】

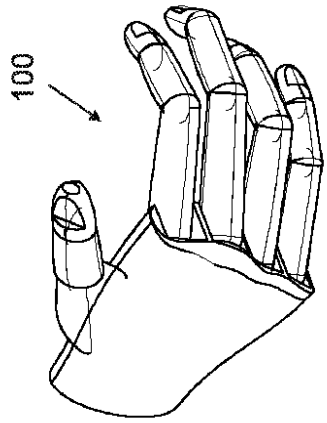


Fig. 12D

【図１２Ｅ】

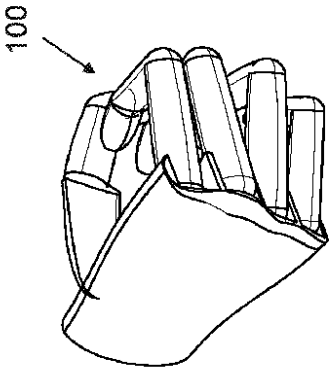


Fig. 12E

【図１２Ｆ】

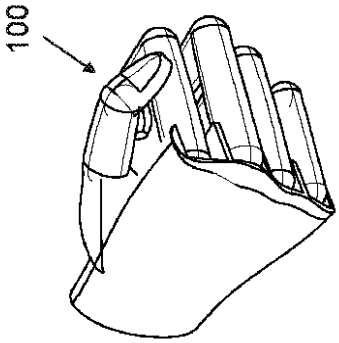


Fig. 12F

フロントページの続き

(72)発明者 ドナティ ガブリエレ
イタリア国 ピストイア アイ－５１０１７ ペーシャ ヴィア エンリコ フェルミ １３
(72)発明者 バッチェレティ ミケーレ
イタリア国 ピサ アイ－５６０２３ ナヴァッキオ ヴィア ジュンティニ １３ ファブリカ マシナーレ エス．アール．エル．内
(72)発明者 フェレッティ ルカ
イタリア国 ピサ アイ－５６０２３ ナヴァッキオ ヴィア ジュンティニ １３ ファブリカ マシナーレ エス．アール．エル．内
(72)発明者 ペリッチ ジャンパオロ
イタリア国 ピサ アイ－５６０２３ ナヴァッキオ ヴィア ジュンティニ １３ ファブリカ マシナーレ エス．アール．エル．内
(72)発明者 ヴィテッタ ナディア
イタリア国 ピサ アイ－５６０２３ ナヴァッキオ ヴィア ジュンティニ １３ ファブリカ マシナーレ エス．アール．エル．内
(72)発明者 カルボナーロ ニコラ
イタリア国 ピサ アイ－５６０２３ ナヴァッキオ ヴィア ジュンティニ １３ ファブリカ マシナーレ エス．アール．エル．内
(72)発明者 トグネッティ アレッサンドロ
イタリア国 ピサ アイ－５６０２３ ナヴァッキオ ヴィア ジュンティニ １３ ファブリカ マシナーレ エス．アール．エル．内

審査官 松浦 陽

(56)参考文献 国際公開第２０１２／０３９４７９（WO，Ａ１）
特表平０９－５１０１２８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３２５３７５（ＪＰ，Ａ）
特表２００９－５１７１５５（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０５０８０６８２（ＵＳ，Ａ）
米国特許出願公開第２００９／００４８５３９（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１３／００３０５５０（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｆ ２／５４ － ２／５８
Ａ６１Ｆ ２／６８ － ２／７２
Ｂ２５Ｊ １５／００ －１５／１２
Ａ６１Ｆ ２／４２