

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5882145号
(P5882145)

(45) 発行日 平成28年3月9日(2016.3.9)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 F 2/72 (2006.01) A 6 1 F 2/72
A 6 1 F 2/56 (2006.01) A 6 1 F 2/56

請求項の数 4 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-140417 (P2012-140417) (22) 出願日 平成24年6月22日 (2012. 6. 22) (65) 公開番号 特開2014-4050 (P2014-4050A) (43) 公開日 平成26年1月16日 (2014. 1. 16) 審査請求日 平成27年4月27日 (2015. 4. 27)</p>	<p>(73) 特許権者 504237050 独立行政法人国立高等専門学校機構 東京都八王子市東浅川町701番2 (74) 代理人 100098224 弁理士 前田 勳次 (74) 代理人 100140671 弁理士 大矢 正代 (72) 発明者 森 貴彦 岐阜県本巣市真桑2236番2 独立行政 法人国立高等専門学校機構 岐阜工業高等 専門学校内 審査官 官部 愛子</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動義手

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上肢切断者の前腕部または上腕部の一部に装着され、前記前腕部または前記上腕部の形状を検知する形状検知センサと、

少なくとも一対のアームを有し、前記アームによる開閉動作が可能なハンド部と、

前記形状検知センサと電気的に接続され、前記前腕部または前記上腕部の形状に応じて前記形状検知センサから出力されるセンサ信号を受付けるセンサ信号受付回路、及び、受付けた前記センサ信号に基づいて、前記前腕部または前記上腕部の予め規定された初期形状からの変形方向に基づいて決定される、前記アームの動作方向を制御する制御方向、及び初期形状からの変形量に基づいて決定される、前記アームの動作距離を制御する制御量を含む制御信号を生成し、前記制御方向及び前記制御量に基づいて前記アームの開閉動作を制御するために、電気的に接続された前記ハンド部に前記制御信号を送出する制御信号生成送出回路を有する制御部本体と

を具備することを特徴とする電動義手。

【請求項2】

前記形状検知センサの装着位置と異なる前記上肢切断者の人体の一部に装着され、前記人体の一部の形状を検知する第二形状検知センサをさらに具備し、

前記制御部本体は、

前記第二形状検知センサと電気的に接続され、

前記人体の一部の形状に応じて前記第二形状検知センサから出力される第二センサ信号

を受付ける第二センサ信号受付回路とをさらに具備し、

前記制御信号生成送出回路は、

受付けた前記第二センサ信号に基づいて、前記人体の一部の予め規定された第二初期形状からの変形方向に基づいて決定される、前記アームの動作の内容、及び前記第二初期形状からの第二変形量に基づいて決定される、前記アームの動作の実施状態を含む前記制御信号が生成されることを特徴とする請求項 1 に記載の電動義手。

【請求項 3】

前記制御部本体は、

前記前腕部または前記上腕部の任意の形状を前記初期形状に変更する、及び/または、前記人体の一部の任意の形状を前記第二初期形状に変更する初期形状変更設定回路をさらに具備することを特徴とする請求項 2 に記載の電動義手。

10

【請求項 4】

前記第二形状検知センサは、

前記上肢切断者の肩峰に装着されることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の電動義手。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動義手に関するものであり、特に上肢切断者の活動意思に基づいて能動的な制御が可能な電動義手に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

自己や病気等によって失われた前腕部や上腕部の一部または全部の形態及び機能を復元するための義手が上肢切断者によって使用されている。義手は、上肢の外観の形態を復元するための「装飾用義手（エピテーゼ）」、肩関節や肩甲骨の動きを利用して肘や手先に相当する部分を可動させ、物品の把持等の各種動作を可能とする上肢の機能を復元するための「能動義手（能動式義手）」、フック等の複数のアタッチメントが交換可能に取付けられた特定作業を行うための「作業用義手」等が知られている。また、筋肉が収縮する際に発生する微弱な電流（表面筋電位）の変化を検出し、係る電流に基づいて内蔵されたモータを駆動して把持動作等の機能を復元するための「筋電義手」も知られている。なお、筋電義手は、能動義手の一種として分類されることもある。

30

【0003】

ここで、能動義手は、一般にハーネスと呼ばれるループ状のストラップを肩に装着し、肩関節等の動きを複数のワイヤー（ケーブル）の張力によって義手先端の手先具に伝達することで、手先具による物品の把持動作を可能とするものである。手先具とは、例えば、一对のアームから構成され、当該アームの間の距離を近接または離間するように開閉制御することで物品を二方向から挟込んで把持（或いは挟持）するものである。さらに、手先具の中には、三本のアームから構成され、二本のアーム（人指し指及び中指等に相当）とこれに対向するように配された一本のアーム（親指に相当）を開閉制御するものも知られ、上記物品の把持動作等をより安定させるものもある。

40

【0004】

一方、筋電義手は、表面筋電位を検出するセンサを備え、当該センサによって検出した表面筋電位の変化量に応じて手先具を電氣的に制御するものである。これらの能動義手及び筋電義手を用いることにより、上肢切断者は自らの活動意思に基づいて手先具を制御することが可能となり、日常生活における基本的な動作を介護者の助けを借りることなく一人で行うことができ、生活の質向上を図ることができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、これらの能動義手等は、下記に掲げる問題点を有することがあった。す

50

なわち、能動義手は複数のワイヤーを用いたワイヤー駆動方式を採用しているため、ハーネス及びワイヤーの駆動機構が大型化する傾向があり、また重量も装飾用義手に比べて重くなることがあった。そのため、見た目の無骨さ等により使用する場所を躊躇したり、或いは重量物のため持ち運びが容易でないことがあった。さらに、ハーネスを装着した肩関節等の微妙な動きを複数のワイヤーの張力に基づいて手先具を機械的に駆動するため、能動義手の操作の習熟のためにある程度の期間の訓練が必要となることがあった。また、上肢切断者が屈んだ姿勢をした場合など、上肢切断者の姿勢によっては肩関節の動きをワイヤーに伝達することができないことがあり、能動義手の制御が制限されることがあった。

【0006】

一方、筋電義手の場合、微弱な表面筋電位に基づいて電氣的に制御されるものであり、ワイヤー駆動方式に比べてコンパクトに形成することができ、さらに軽量化が可能であった。しかしながら、表面筋電位を安定して発生させることが難しく、個人差によるところが大きいことがあった。そのため、人によっては全く筋電義手の制御ができない場合や、或いはその制御の再現性が不安定となり誤操作を起こしやすい問題が知られていた。さらに、能動義手及び筋電義手のいずれにおいても、操作習熟のために専門的な教育を受けたトレーナーによる指導が必要であるものの、係るトレーナーの絶対数が不足していることもあり、十分な訓練及び指導を受けることができないこともあった。

【0007】

そこで、本発明は、上位実情に鑑み、簡易な構成で構築することができ、かつ操作の習熟が容易で、制御の高い再現性を有する電動義手の提供を課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するため、本発明の電動義手は、「上肢切断者の前腕部または上腕部の一部に装着され、前記前腕部または前記上腕部の形状を検知する形状検知センサと、少なくとも一對のアームを有し、前記アームによる開閉動作が可能なハンド部と、前記形状検知センサと電氣的に接続され、前記前腕部または前記上腕部の形状に応じて前記形状検知センサから出力されるセンサ信号を受付けるセンサ信号受付回路、及び、受付けた前記センサ信号に基づいて、前記前腕部または前記上腕部の予め規定された初期形状からの変形方向に基づいて決定される、前記アームの動作方向を制御する制御方向、及び初期形状からの変形量に基づいて決定される、前記アームの動作距離を制御する制御量を含む制御信号を生成し、前記制御方向及び前記制御量に基づいて前記アームの開閉動作を制御するために、電氣的に接続された前記ハンド部に前記制御信号を送出する制御信号生成送出回路を有する制御部本体と」を具備している。

【0009】

ここで、形状検知センサとは、前腕部または上腕部の形状を検知するものであり、発生するセンサ出力電位のセンサ信号として出力するものである。例えば、肘から先の前腕部の一部を喪失した上肢切断者に対し、残存している前腕部の先端の周囲に上記の形状検知センサを巻付けるように装着した場合、前腕部の皮膚直下の筋肉組織の動きによって上記前腕部等の形状を検知することが可能となる。なお、当該部分は、筋肉の急激な増減が起きないため、形状の変形をコントロールすることは比較的容易である。これにより、上肢切断者の活動意思に応じて筋肉組織を動かすことで前腕部等の形状の変形が可能となり、係る形状の変形を形状検知センサによって検知することができる。

【0010】

例えば、前腕部の形状の変形を検知する一例として、肘を軸として前腕部を内側方向に回転させる回内動作、及び、外側方向に回転させる回外動作が示される。この場合、内側方向に前腕部の可動範囲の限界まで回転させた回内限界位置から、外側方向に前腕部の可動範囲の限界まで回転させた回外限界位置までの間の前腕部の形状を形状検知センサによって検知することができる。また、上述の回内・回外動作以外に、例えば、肘骨近傍に形状検知センサを装着して肘を曲げる屈曲動作及び肘を伸ばす伸展動作や、肩関節近傍に形状検知センサを装着して腕の肩関節を軸とした上げ下げ動作等に伴って変化する形状を検

10

20

30

40

50

知するものであっても構わない。ここで、形状検知センサは、前腕部または上腕部の形状の変形に基づく歪みを検知する歪みセンサ、或いは形状の変形に応じて変化する圧電量を検知する圧電センサ等を用いることが可能である。なお、歪みセンサを用いた場合、上肢切断者の体温によって歪みセンサが一定の温度となるため、温度補償のための回路を省略可能な利点を有している。

【0011】

さらに、ハンド部は、従来の筋電義手の義手先端に用いられる上述した「手先具」を流用することが可能であり、例えば、少なくとも一对のアームと、アーム同士を近接または離間可能に軸支するアーム軸支部と、受付けた制御信号に基づいて少なくとも一对のアームを開状態或いは閉状態とするための駆動用モータを備える開閉機構部とを具備するものを示すことができる。

10

【0012】

一方、制御部本体とは、上記形状検知センサによって出力されたセンサ信号を受付け、これに基づいて制御対象となるハンド部のアーム（詳細は後述する）の開閉動作を行うための制御信号を生成及びこれを送出するものである。ここで、制御信号生成送出回路について、さらに具体的に説明すると、予め規定された前腕部または上腕部の初期形状からの変形方向、変形量に基づいて、変形方向に対するアームの制御方向及び変形量に対応するアームの開閉に係る制御量を決定した制御信号の生成及び送出行われ、前腕部または上腕部の形状の変形に応じたハンド部の制御が可能となる。なお、初期形状からの変形方向とは、上述の回内・回外動作を例にすると、初期形状から回内方向側または回外方向側のいずれかに変形したかを示すものである。したがって、前腕部または上腕部の形状の変形量が大きい場合、アームの制御量もこれに伴って大きくなり、一方、前腕部または上腕部の形状の変形量が小さい場合、アームの制御量もこれに伴って小さくなる。なお、制御部本体は、例えば、PICシリーズ、S8マイコンシリーズ、或いはFPGA等のマイコン、各種スイッチ類、及びLED等の構成によって構築することが可能である。

20

【0013】

したがって、本発明の電動義手によれば、上肢切断者の前腕部または上腕部に装着された形状検知センサのセンサ信号に応じ、前腕部または上腕部の形状の変形方向、及び変形量に対応させてハンド部の少なくとも一对のアームの開閉を制御することが可能となる。これにより、少なくとも一对のアームの間に物品等を挟むことができ、ハンド部による把持動作を行うことが可能となる。

30

【0014】

さらに、本発明の電動義手は、上記構成に加え、「前記形状検知センサの装着位置と異なる前記上肢切断者の人体の一部に装着され、前記人体の一部の形状を検知する第二形状検知センサをさらに具備し、前記制御部本体は、前記第二形状検知センサと電気的に接続され、前記人体の一部の形状に応じて前記第二形状検知センサから出力される第二センサ信号を受付ける第二センサ信号受付回路とをさらに具備し、前記制御信号生成送出回路は、受付けた前記第二センサ信号に基づいて、前記人体の一部の予め規定された第二初期形状からの変形方向に基づいて決定される、前記アームの動作の内容、及び前記第二初期形状からの第二変形量に基づいて決定される、前記アームの動作の実施状態を含む前記制御信号が生成される」ものであっても構わない。

40

【0015】

したがって、本発明の電動義手によれば、上肢切断者の人体の一部、例えば、前腕部、上腕部、肩、顔、及び下肢等であって上記形状検知センサの装着位置と異なる部位に第二形状検知センサが装着され、第二センサ信号が出力される。これにより、制御部本体は、アームの開閉動作を制御するためのセンサ信号に加え、第二センサ信号に基づいて人体の一部の予め規定された第二初期形状からの変形方向及び第二変形量に基づいて制御信号を生成することが可能となる。その結果、ハンド部に対してアームの開閉に係る制御動作に加え、複雑な制御を行うことが可能となる。

【0016】

50

例えば、形状検知センサを前腕部に装着し、当該前腕部の回内・回外動作に基づいてアームの開閉動作を制御可能に設定し、一方、第二形状検知センサを肘に装着し、肘の屈曲・伸展動作に基づいて、アームの開閉を任意の位置で固定する固定動作及び固定動作からの解除（アームの動作の種類に相当）を行うことが可能となる。具体的に説明すると、第二初期形状から肘を屈曲方向に曲げる変形を行った場合にアームの開閉を固定する固定状態の制御を行い、肘を伸展方向に伸ばす変形を行った場合、上記固定状態の解除を行うように制御することができる。このとき、第二初期形状からの第二変形量が予め規定された値を超えた場合に上記固定状態または固定状態の解除を行うようにアームの開閉の動作が制御される。これにより、例えば、アームによって物品を把持する際に、アームを常に閉じる方向に制御する動作（例えば、回内動作）を継続して行う必要がなく、一端、回内動作によってアームを閉じた状態にした後、第二形状検知センサの固定動作（例えば、肘の屈曲動作）を行うことにより、アームの閉状態を維持することができる。さらに、第二形状検知センサを用いたアームの制御の別例を示すと、ハンド部のアームを多軸制御可能に構成し、上記肘の屈曲及び伸展動作に応じて、アームを軸周りに回転させる動作（人間の手首の回転動作を再現したもの）、或いはアーム全体またはアームの一部を屈曲及び伸展させる動作（手首或いは手指の屈曲及び伸展を再現したもの）等を行うことができる。これにより、人間の手指の複雑な動作の再現が可能となる。

10

【0017】

さらに、本発明の電動義手は、上記構成に加え、「前記制御部本体は、前記前腕部または前記上腕部の任意の形状を前記初期形状に変更する、及び/または、前記人体の一部の任意の形状を前記第二初期形状に変更する初期形状変更設定回路」を具備するものであっても構わない。

20

【0018】

したがって、本発明の電動義手によれば、制御部本体の初期形状変更設定回路によって、前腕部または上腕部の予め規定された初期形状、或いは人体の一部の予め規定された第二初期形状を任意の形状に変更することが可能となる。例えば、上述の前腕部の回内・回外動作について説明すると、外側方向に前腕部の可動範囲の限界まで回転させた回外限界位置の前腕部の形状を初期形状変更設定回路に基づいて初期形状に設定する。これにより、回外限界位置及び回内限界位置の間に初期形状が設定されている場合と比べて、回外限界位置から回内限界位置への回内方向の前腕部の変形量が大きくなる。そのため、係る変形量に伴うアームの制御動作における制御量が大きくなる。これにより、アームの可動範囲及び制御量の拡張が可能となる。

30

【0019】

さらに、本発明の電動義手は、上記構成に加え、「前記第二形状検知センサは、前記上肢切断者の肩峰に装着される」ものであっても構わない。

【0020】

したがって、本発明の電動義手によれば、第二形状検知センサが上肢切断者の肩峰を装着部位として装着される。ここで、肩峰（けんぼう）とは、肩甲骨の一部を指すものであり、上腕と接続する関節窩の上方から水平方向の外側に突出した部位であり、肩峰の内側面に鎖骨との接続する肩峰関節面が形成されているものである。これにより、前腕部または上腕部に装着された形状検知センサと離れた肩峰に第二形状検知センサが装着される。そのため、双方のセンサによって検知される前腕部または上腕部の形状、及び肩峰付近の形状が互いの動きによって緩衝することがなく、ハンド部に対するそれぞれの制御の安定性が高められる。また、肩峰付近は、上肢切断者の活動意思によって比較的容易に動かすことが可能であり、さらに形状の変形を明らかにしやすい場所である。そのため、電動義手の制御の再現性が安定することになる。

40

【発明の効果】**【0021】**

本発明の効果として、前腕部の回内・回外動作、或いは肘の屈曲・伸展動作のような単純な動作によって、上肢切断者の前腕部や上腕部の形状を変形させ、これに基づいてハン

50

ド部の開閉を制御することができる。これにより、従来の能動義手や筋電義手に比べ、制御の再現性が高くなり誤動作を防ぐとともに、単純な動作による制御のため、動作感覚を把握しやすく操作の習熟の多くの時間を要することがない。さらに、電気的な制御によってハンド部を制御することが可能となり、従来のワイヤー駆動式の能動義手に比べて簡易な構造で製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本実施形態の電動義手の概略構成を示す模式図である。

【図2】電動義手の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の一実施形態である電動義手1について、図1及び図2に基づいて説明する。本実施形態の電動義手1は、形状検知センサ2を上肢切断者Hの前腕部3の一部に装着し前腕部3の回内動作A1及び回外動作A2（図1における二点鎖線内矢印参照）に伴う前腕部3の形状を検知し、第二形状検知センサ4を肩峰5（人体の一部に相当）に装着し肩上げ動作B1及び肩下げ動作B2（図1における二点鎖線内の矢印参照）によって変形する肩峰5の付近の形状を検知することにより、電動義手1のハンド部6を制御するものについて例示する。

【0024】

さらに詳細に説明すると、本実施形態の電動義手1は、前腕部3の回内動作A1によって検知された形状に対応し、ハンド部6の一对のアーム7a, 7b（詳細は後述する）を互いに近接させて“閉状態”とする制御を行い、前腕部3の回外動作A2によって検知された形状に対応し、一对のアーム7a, 7bを互いに離間させて“開状態”とする制御を行うように設定されている。また、肩峰5を含む肩関節を上げる動作によって検知された肩峰5の付近の形状によってアーム7a, 7bを任意の開閉位置で固定する制御を行い、肩峰5を含む肩関節を下げる動作によって検知された肩峰5の付近の形状によって上記の固定状態を解除する制御を行うように設定されている。

【0025】

本実施形態の電動義手1は、図1及び図2に示すように、上肢切断者Hの前腕部3に装着された形状検知センサ2と、上肢切断者Hの肩峰5に装着される第二形状検知センサ4と、形状検知センサ2及び第二形状検知センサ4とそれぞれ電氣的に接続された制御部本体8と、制御部本体8と接続されたハンド部6とを具備している。なお、図1は本発明の電動義手1の構成を模式化して示したものであり、ハンド部6を上肢切断者Hの前腕部3に装着したものであってもよい。

【0026】

ここで、形状検知センサ2は、センサ部分2a及び当該センサ部分2aが貼付された薄板状（帯状）の金属プレート9によって構成されている。そして、この金属プレート9をセンサ部分2a側を前腕部3に当接して、前腕部3の周囲に沿って巻付ける（図1における二点鎖線円内参照）。これにより、形状検知センサ2の装着が完了する。なお、前腕部3の周囲に沿って巻付けられた金属プレート9による装着状態を保つため、金属プレート9の上から一端及び他端に面ファスナーを備える帯状の装着バンド（図示しない）が被せられている。

【0027】

なお、本実施形態の電動義手1の場合、形状検知センサ2として市販の歪みセンサが用いられている。さらに、形状検知センサ2のセンサ部分2aから延設された接続コード10を介して制御部本体8と電氣的に接続されている。歪みセンサを使用することにより、上肢切断者Hの体温とほぼ同じ温度に歪みセンサがなるため、温度変化による歪み量の検知精度が低下することがない。

【0028】

一方、第二形状検知センサ4は、ベース体11と、当該ベース体11の一面側の中央付

10

20

30

40

50

近に取付けられたセンサ部分 4 a と、センサ部分 4 a の周囲に設けられた略円環状の粘着部 1 2 とを具備している。これにより、センサ部分 4 a の周囲の粘着部 1 2 の粘着力によって第二形状検知センサ 4 を肩峰 5 の一部と当接するように貼付することが可能となり、形状検知センサ 2 に加え、新しい構成の第二形状検知センサ 4 を上肢切断者 H に装着することが可能となる。なお、第二形状検知センサ 4 は、形状検知センサ 2 と同一構成のものを使用することができ、さらにセンサ部分 4 a から延設された接続コード 1 3 を介して制御部本体 8 と電氣的に接続されている。

【 0 0 2 9 】

制御部本体 8 は、既に上述した F P G A、各種スイッチ、及び L E D 等によって構築されたハンド部 6 を制御するための制御用回路を含む制御用基板（図示しない）から構成されている。ここで、制御部本体 8 は、その機能的構成として、図 2 に示すように、形状検知センサ 2 から出力されたセンサ信号 1 4 を接続コード 1 0 を通じて受付けるセンサ信号受付回路 1 5 と、第二形状検知センサ 4 から出力された第二センサ信号 1 6 を接続コード 1 3 を通じて受付ける第二センサ信号受付回路 1 7 と、受付けたセンサ信号 1 4 及び第二センサ信号 1 6 に基づいて、ハンド部 6 を制御するための制御信号 1 8 を生成し、ハンド部 6 に対して送出する制御信号生成送出回路 1 9 とを具備している。制御信号生成送出回路 1 9 は、受付けたセンサ信号 1 4 に基づいて、前腕部 3 の予め規定された初期形状（詳細は後述する）から変形方向に対応する制御方向、変形量に対応する制御量、及び変形速度に対応する制御速度が決定された制御信号 1 8、及び、受付けた第二センサ信号 1 6 に基づいて、肩峰 5 の予め規定された第二初期形状（詳細は後述する）からの変形方向、第二変形量に対応して決定された制御信号 1 8 を生成することができる。

【 0 0 3 0 】

さらに、制御部本体 8 は、その他の機能的構成として、電動義手 1 による操作開始時に形状検知センサ 2 を装着した回内動作 A 1 に係る前腕部 3 の形状、回外動作 A 2 に係る前腕部 3 の形状、及び、第二形状検知センサ 4 を装着した肩上げ動作 B 1 に係る肩峰 5 の付近の形状、肩下げ動作 B 2 に係る肩峰 5 の付近の形状をそれぞれ基準形状として予め設定するための基準形状設定回路 2 0 と、形状検知センサ 2 または第二形状検知センサ 4 によって、それぞれ検知された前腕部 3 及び肩峰 5 の付近の任意の形状を初期形状または第二初期形状に変更する初期形状変更設定回路 2 1 とを具備している。

【 0 0 3 1 】

ここで、基準形状設定回路 2 0 は、操作開始時に前腕部 3 で回内動作 A 1 及び回外動作 A 2 をそれぞれ可動範囲の限界まで行った時（回内限界位置及び回外限界位置）の基準形状に相当するセンサ信号 1 4 を予め記憶し、一方、肩上げ動作 B 1 及び肩下げ動作 B 2 をそれぞれ可動範囲の限界までに行った時（肩上限界位置及び肩下限界位置）の基準形状に相当する第二センサ信号 1 6 を予め記憶するものである。これにより、回内動作 A 1 及び回外動作 A 2、及び、肩上げ動作 B 1 及び肩下げ動作 B 2 のそれぞれの上限及び下限における形状が設定される。なお、各基準形状におけるセンサ信号 1 4 及び及び第二センサ信号 1 6 を検出するための基準形状の設定用の基準形状設定ボタン 2 7 が基準形状設定回路 2 0 と接続して制御部本体 8 に設けられている。なお、上記によって設定された回内限界位置及び回外限界位置におけるそれぞれのセンサ信号 1 4 の平均値に相当する中間の形状が操作開始時における前腕部 3 について予め規定された初期形状であり、一方、肩上限界位置及び肩下限界位置におけるそれぞれの第二センサ信号 1 6 の平均値に相当する中間の形状が操作開始時における肩峰 5 について予め規定された第二初期形状である。

【 0 0 3 2 】

一方、初期形状変更設定回路 2 1 は、形状検知センサ 2 及び第二形状検知センサ 4 によってそれぞれ検知される前腕部 3、または肩峰 5 の付近の任意の形状を初期形状または第二初期形状に変更して登録するものである。これにより、アーム 7 a、7 b の可動範囲の拡張を図ることができる。なお、制御部本体 8 は、その他に上記機能的構成を実施するための電源回路等のその他構成を有している（図示省略）。上記の基準形状設定ボタン 2 7 と同様に、初期形状設定ボタン 2 8 が初期形状変更設定回路 2 1 と接続して制御部本体 8

に設けられている。加えて、制御部本体 8 は、設定された基準形状、規定された初期形状及び第二初期形状、及び初期形状変更設定回路 2 1 に基づいて変更された初期形状及び第二初期形状に相当するセンサ信号 1 4 及び第二センサ信号 1 6 を一時的に記憶するための一時記憶回路 2 6 を有している。

【 0 0 3 3 】

ハンド部 6 は、一対のアーム 7 a , 7 b と、当該アーム 7 a , 7 b のそれぞれの一方のアーム端同士を近接させる（閉状態）及び離間させる（開状態）動作を行うためにそれぞれの他方のアーム端同士を互いに回動可能に軸支するアーム軸支部 2 2 と、該アーム 7 a , 7 b の開閉を行うための駆動力を発生させる駆動モータ 2 3 を有し、制御部本体 8 から送出された制御信号 1 8 を制御部本体 8 と接続コード 2 4 を通じて受付けてアーム 7 a , 7 b の開閉を行うための開閉機構部 2 5 とを具備している。なお、制御部本体 8 と同様に駆動モータ 2 3 に供給する電源回路等の構成については図示を省略している。

10

【 0 0 3 4 】

次に、本実施形態の電動義手 1 の使用例について説明する。なお、使用の前提として、上肢切断者 H の前腕部 3 に形状検知センサ 2、及び肩峰 5 に第二形状検知センサ 4 がそれぞれ装着されている。また、制御部本体 8 及びハンド部 6 のそれぞれの電源回路が作動した状態にある。これにより、形状検知センサ 2 から前腕部 3 の形状に係るセンサ信号 1 4 及び第二形状検知センサ 4 から肩峰 5 の付近の形状に係る第二センサ信号 1 6 が継続して出力されている。

【 0 0 3 5 】

上記の状態ではじめに基準形状設定回路 2 0 に基づいて前腕部 3 の肩峰 5 の付近の基準形状を設定する。まず、上肢切断者 H の自らの活動意思によって、前腕部 3 を回内側に回転させる回内動作 A 1 を可動範囲の限界まで行う。これにより、当該回内動作 A 1 に伴って前腕部 3 の形状が変化し、回内限界位置に応じた前腕部 3 の形状に係るセンサ信号 1 4 が形状検知センサ 2 から出力される。制御部本体 8 の基準形状設定回路 2 0 は、このセンサ信号 1 4 をセンサ信号受付回路 1 5 を介して受け、さらに回内限界位置の基準形状として一時記憶回路 2 6 に記憶する。ここで、一時記憶回路 2 6 へのセンサ信号 1 4 を記憶するタイミングは、制御部本体 8 に備え付けられた基準形状設定ボタン 2 7 を押動作によって行う。次に、上肢切断者 H の自らの活動意思によって、前腕部 3 を回外側に回転させる回外動作 A 2 を可動範囲の限界まで行う。これにより、当該回外動作 A 2 に伴って前腕部 3 の形状が変化し、回外限界位置に応じた前腕部 3 のセンサ信号 1 4 が形状検知センサ 2 から出力される。このセンサ信号 1 4 を前述した基準形状設定ボタン 2 7 の押動作により回外限界位置の基準形状として一時記憶回路 2 6 に記憶する。その結果、回内動作 A 1 における回内限界位置における前腕部 3 の形状及び回外動作 A 2 における回外限界位置における前腕部 3 の形状（基準形状）に対応する二つのセンサ信号 1 4 が記憶される。さらに、記憶された二つのセンサ信号 1 4 から前腕部 3 の可動範囲及び二つの基準形状間の中間の形状に相当する初期形状に係るセンサ信号 1 4 が設定される。同様に、肩上げ動作 B 1 及び肩下げ動作 B 2 についてもそれぞれ第二形状検知センサ 4 によって出力される第二センサ信号 1 6 を第二センサ信号受付回路 1 7 を介して肩上限界位置及び肩下限界位置の基準形状として一時記憶回路 2 6 に記憶する。これにより、各動作の肩上限界位置及び肩下限界位置における基準形状、及び二つの基準形状の間の中間の形状の相当する第二初期形状に係る第二センサ信号 1 6 がそれぞれ設定される。

20

30

40

【 0 0 3 6 】

上記基準形状、初期形状、及び第二初期形状の設定の後、形状検知センサ 2 及び第二形状検知センサ 4 に基づくハンド部 6 の制御を行う。前述したように、形状検知センサ 2 から前腕部 3 の形状に係るセンサ信号 1 4 及び第二形状検知センサ 4 から肩峰 5 の付近の形状に係る第二センサ信号 1 6 が継続して出力されている。そして、制御部本体 8 は、形状検知センサ 2 から出力されたセンサ信号 1 4 をセンサ信号受付回路 1 5 によって受け、第二形状検知センサ 4 から出力された第二センサ信号 1 6 を第二センサ信号受付回路 1 7 によって受け取る。そして、受け取ったセンサ信号 1 4 及び第二センサ信号 1 6 に基づいて

50

制御信号 18 を生成する。ここで、制御信号 18 の生成は、受付けたセンサ信号 14 と一時記憶回路 26 に記憶された回内限界位置及び回外限界位置における基準形状及び初期形状に係るそれぞれのセンサ信号 14 とに基づいて、変形方向（回内方向または回外方向）を判断してアーム 7a, 7b の制御方向（開方向または閉方向）を決定し、さらに受付けたセンサ信号 14 と初期形状のセンサ信号 14 との偏差から前腕部 3 の形状の変形量を求め、係る変形量の大きさに対応するアーム 7a, 7b の制御量を算出する。このとき、形状検知センサ 2 から所定時間毎に継続的に出力されるセンサ信号 14 の変化率の大きさに基づく変化速度から、アーム 7a, 7b の開閉動作の際の制御速度を算出する。これにより、算出されたアーム 7a, 7b の開閉動作における制御量及び制御速度が決定された制御動作に係る制御信号 18 が生成される。その後、制御部本体 8 から生成された制御信号 18 がハンド部 6 に送出される。なお、本実施形態では、回内動作 A1 に基づくセンサ信号 14 の場合、ハンド部 6 のアーム 7a, 7b を閉じる制御を行い、回内限界位置でアーム 7a, 7b が全閉の状態となり、一方、回外動作 A2 に基づくセンサ信号 14 の場合、アーム 7a, 7b を開く制御を行い、回外限界位置でアーム 7a, 7b が全開の状態となるように設定されている。

10

【0037】

一方、ハンド部 6 は送出された制御信号 18 を開閉機構部 25 によって受け、当該制御信号 18 に含まれる制御方向、制御量、及び制御速度に応じて駆動モータ 23 を駆動させる。これにより、一对のアーム 7a, 7b の開閉が可能となる。その結果、アーム 7a, 7b の間で物品を把持する把持動作及び当該把持動作を解除する動作を行うことができる。

20

【0038】

さらに、本実施形態の電動義手 1 は、肩峰 5 に第二形状検知センサ 4 が装着され、上記の前腕部 3 の形状変形による制御と組み合わせでハンド部 6 を制御することができる。ここで、形状検知センサ 2 は前述のようにセンサ信号 14 の出力を継続している。そのため、制御信号 18 によってアーム 7a, 7b を閉じた状態に制御した場合でも、係る状態を継続するためには、上肢切断者 H は常に前腕部 3 の回内動作 A1 を続ける必要があり、前腕部 3 を長時間緊張状態に強いることがある。そこで、本実施形態の電動義手 1 は、第二形状検知センサ 4 によるアーム 7a, 7b の開閉を任意の位置で固定し、或いは固定状態を解除する制御を行うことが可能となる。

30

【0039】

すなわち、アーム 7a, 7b の間で物品を把持する制御を前腕部 3 及び形状検知センサ 2 によって行った後、上肢切断者 H の肩上げ動作 B1 によって第二形状検知センサ 4 から肩上限界位置における肩峰 5 の付近の形状に係る第二センサ信号 16 を出力する。これにより、アーム 7a, 7b の開閉を固定する制御信号 18 が制御信号生成送出回路 19 によって生成され、ハンド部 6 に送出される。ここで、制御信号 18 の生成は、受付けた第二センサ信号 16 と一時記憶回路 26 に記憶された肩上限界位置及び肩下限界位置における基準形状及び第二初期形状に係るそれぞれの第二センサ信号 16 とに基づいて、変形方向（肩上方向または肩下方向）を判断し、アーム 7a, 7b の固定または固定解除に係る制御（アームの動作の内容に相当）を決定し、さらに受付けた第二センサ信号 16 との第二初期形状の第二センサ信号 16 との偏差から肩峰 5 の付近の形状の第二変形量を求める。ここで、本実施形態の電動義手 1 の場合、第二形状検知センサ 4 はアーム 7a, 7b の開閉を固定状態または固定状態からの解除を制御を行うものであり、予め規定された第二変形量を超えた第二変形量が上記偏差から求められた場合、アーム 7a, 7b の固定または固定状態の解除を行う制御信号 18 を生成可能に設定されている。これにより、アーム 7a, 7b の開閉を固定するアームの動作の実施状態を含む制御信号 18 が生成され、ハンド部 6 に送出される。その結果、以降にセンサ信号 14 が形状検知センサ 2 によって送出された場合であっても、当該センサ信号 14 に基づくハンド部 6 の制御がキャンセルされる。そのため、上肢切断者 H は、前腕部 3 を自由に動かすことができる。一方、上肢切断者 H が肩下げ動作 B2 を行った場合、これに対応する第二センサ信号 16 が出力され、固

40

50

定状態の解除を制御する制御信号 18 が送出されることになる。

【0040】

また、初期形状変更設定回路 21 により、形状検知センサ 2 及び第二形状検知センサ 4 によって検知される前腕部 3、または肩峰 5 の付近の任意の形状を初期形状、または第二初期形状に変更して設定することができる。例えば、本実施形態の電動義手 1 の場合、前腕部 3 を回外方向に可動範囲の限界まで回転させる（回外限界位置）。係る状態の前腕部 3 の形状に係るセンサ信号 14 を制御部本体 8 に設けられた初期形状設定ボタン 28 の押動作によって一時記憶回路 26 に記憶する。これにより、前腕部 3 の初期形状が回外限界位置に設定される。その結果、回外限界位置から回内方向に前腕部 3 を回転させる回内動作の変形量が当初設定された二つの基準形状（回内限界位置及び回外限界位置）に基づく初期形状からの変形量より大きくなる。そのため、この変形量に対応して制御されるアーム 7a, 7b の開閉動作における制御量が大きくなり、前腕部 3 における可動範囲及びアーム 7a, 7b の制御量の拡張が可能となる。

10

【0041】

以上、説明したように、本実施形態の電動義手 1 は、上肢切断者 H の前腕部 3 の形状の変化によってアーム 7a, 7b の開閉を制御することができる。係る形状の変形は、上肢切断者 H の活動意思によって比較的容易に行うことができ、従来のワイヤー駆動方式の能動義手或いは表面筋電位に基づく筋電義手よりもその操作の安定性（制御の再現性）を高くすることができる。そのため、簡単な操作訓練を行うだけで、ハンド部 6 の動作を制御することができる。そのため、従来の能動義手等に比べて習熟に要する訓練にかかる時間を短くすることができる。

20

【0042】

また、任意の位置で初期値を変更することが可能であり、可動範囲の拡張を容易に行うことができる。さらに、ワイヤーやハーネス等の機械的構成を大幅に省略することができるため、電動義手 1 自体をコンパクトかつ軽量化して製造することができる。また、使用状況の制限や、搬送における不具合を解消することができる。さらに、現行法上の問題から使用者に対する保険適用が厳しく制限され、取得費用が高いことがあり（例えば、未保険の場合、約 120 万円）、法律上及び経済上の点から普及が進まない筋電義手に比べ、簡易な構成で構築することが可能となり、製造コストの削減が期待される。

【0043】

以上、本発明について好適な実施形態を挙げて説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではなく、以下に示すように、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良及び設計の変更が可能である。

30

【0044】

例えば、図 1 において、ハンド部 6 の構成を模式化して示したが、これに限定されるものではなく、ハンド部 6 を上肢切断者 H の前腕部 3 に装着した状態で制御するものであっても構わない。また、主に、前腕部 3 の回内動作 A1 及び回外動作 A2 に基づく制御を示したがこれに限定されるものではなく、形状検知センサ 2 を上肢切断者 H の肘に装着し、当該肘の屈曲動作及び伸展動作に係る形状を検知するものであっても構わない。さらに、第二形状検知センサ 4 を肩峰 5 に装着するものを示したが、これに限定されるものではなく、上記の肘に装着するもの、或いは上肢切断者 H の活動意思により自由に形状変形が可能な他の部位に装着するものであってもよい。

40

【0045】

さらに、本実施形態の電動義手 1 において、形状検知センサ 2 及び第二形状検知センサ 4 として、それぞれ歪みセンサを用いるものを例示したが、これに限定されるものではなく圧電センサ等の形状変形を検知可能なセンサ類を用いるものであっても構わない。

【符号の説明】

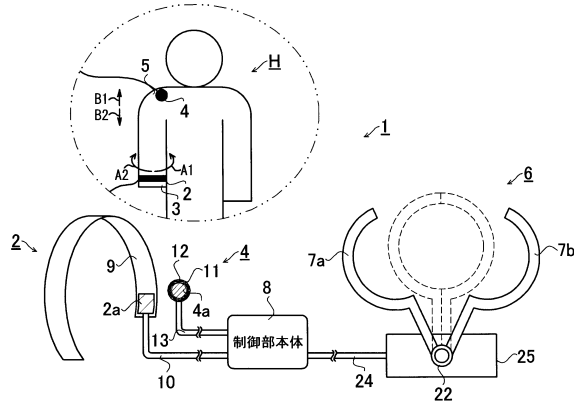
【0046】

- 1 電動義手
- 2 形状検知センサ

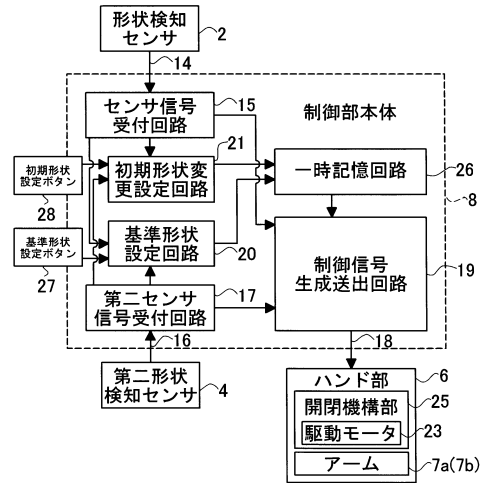
50

2 a , 4 a	センサ部分	
3	前腕部	
4	第二形状検知センサ	
5	肩峰（人体の一部）	
6	ハンド部	
7 a , 7 b	アーム	
8	制御部本体	
9	金属プレート	
1 0 , 1 3 , 2 4	接続コード	
1 1	ベース体	10
1 2	粘着部	
1 4	センサ信号	
1 5	センサ信号受付回路	
1 6	第二センサ信号	
1 7	第二センサ信号受付回路	
1 8	制御信号	
1 9	制御信号生成送出回路	
2 0	基準形状設定回路	
2 1	初期形状変更設定回路	
2 2	アーム軸支部	20
2 3	駆動モータ	
2 5	開閉機構部	
2 6	一時記憶回路	
A 1	回内動作	
A 2	回外動作	
B 1	肩上げ動作	
B 2	肩下げ動作	
H	上肢切断者	

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 英国特許出願公開第2302949(GB,A)
米国特許第5376128(US,A)
米国特許第6344062(US,B1)
米国特許出願公開第2008/0243265(US,A1)
米国特許第3866246(US,A)
特開平10-201782(JP,A)
特開2008-212652(JP,A)
特開昭47-44991(JP,A)
特開2009-22577(JP,A)
米国特許第4074367(US,A)
特開2009-112578(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

A61F 2/72
A61F 2/56