

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4864725号
(P4864725)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 H 1/02 (2006.01)	A 6 1 H 1/02 A
A 6 3 B 23/04 (2006.01)	A 6 1 H 1/02 K
A 6 3 B 24/00 (2006.01)	A 6 3 B 23/04 A
A 6 3 B 23/12 (2006.01)	A 6 3 B 24/00
A 6 3 B 21/005 (2006.01)	A 6 3 B 23/12

請求項の数 29 (全 95 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-552014 (P2006-552014)	(73) 特許権者	506085468
(86) (22) 出願日	平成17年2月4日(2005.2.4)		モトリカ リミテッド
(65) 公表番号	特表2007-520312 (P2007-520312A)		英国領バミューダ諸島 ハミルトン エイ
(43) 公表日	平成19年7月26日(2007.7.26)		チェム イーエックス ピー. オー. ボ
(86) 国際出願番号	PCT/IL2005/000141		ックス エイチエム 1179 ヴィクト
(87) 国際公開番号	W02005/074372		リア ストリート 22 キャノンズ コ
(87) 国際公開日	平成17年8月18日(2005.8.18)		ート
審査請求日	平成19年7月13日(2007.7.13)	(74) 代理人	100078880
(31) 優先権主張番号	60/542,022		弁理士 松岡 修平
(32) 優先日	平成16年2月5日(2004.2.5)	(72) 発明者	エイナフ・オメル
(33) 優先権主張国	米国 (US)		イスラエル国 ケーファー モナシュ ア
(31) 優先権主張番号	60/566,079		イエルー 42875
(32) 優先日	平成16年4月29日(2004.4.29)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リハビリテーションシステム及びリハビリテーション装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

患者の体の一部分と共に運動するよう構成されたハンドルを有し、逆転されることなく軸方向に動かすのに十分に小さなリード角を有するウォームを介して駆動され、前記ハンドルの先端部の空間内での特定の軌道に沿った運動を補助するためのアクチュエータと、

前記ウォームと動作可能に接続され、少なくとも部分的に、前記患者の体の一部分の動きによって前記特定の軌道から外れる前記ハンドルの運動に対して、前記ウォームの軸方向の動きを抑えることによって抵抗を与えるための追従(compliance)手段と、を備え

前記追従手段は、電子・機械的フィードバック・ループなしに、機械的に動作することを特徴とするリハビリテーションシステム。

【請求項 2】

前記追従手段が、ブレーキである、請求項 1 に記載のリハビリテーションシステム。

【請求項 3】

前記追従手段が、少なくとも 1 つの弾性要素である、請求項 1 又は請求項 2 に記載のリハビリテーションシステム。

【請求項 4】

前記アクチュエータを制御する制御装置を更に備え、

前記制御装置は、前記追従手段による追従に伴う前記ハンドルの運動を追跡するよう制御する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のリハビリテーションシステム。

【請求項 5】

前記追従手段によって、前記ハンドルの先端部の運動の前記特定の軌道における異なる点において、異なる抵抗の力が、前記運動に沿って前記ハンドルに提供される、請求項 1 から 4 に記載のリハビリテーションシステム。

【請求項 6】

前記追従手段によって、前記ハンドルの先端部の運動の前記特定の軌道における同じ点において、異なる方向に、異なる抵抗の力が前記ハンドルに提供される、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のリハビリテーションシステム。

【請求項 7】

患者の体の一部分と共に運動するように構成されたレバーと、
前記レバーにより逆転を阻止するように前記レバーにウォームを介して作動可能に接続され、前記レバーを動かすよう作動するモーターと、

前記ウォームと結合し、電子・機械的フィードバック・ループなしに、前記運動に弾力性と追従性を提供するバネと、を備え、

前記ウォームは逆転されることなく軸方向に動かすことができるように十分に小さなリード角を有し、

前記バネは前記ウォームの前記軸方向の動きに弾力性を付与する、リハビリテーション装置。

【請求項 8】

前記レバーがモーターの起こす運動とは異なる運動をする時にのみ、前記バネが前記弾力性を提供する、請求項 7 に記載のリハビリテーション装置。

【請求項 9】

前記モーターを逆転させようとする、前記バネに力が加わる、請求項 7 又は請求項 8 に記載のリハビリテーション装置。

【請求項 10】

前記バネには制御可能な予荷重が与えられる、請求項 7 から 9 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 11】

前記バネと平行に緩衝要素を備える、請求項 7 から 10 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 12】

患者の体の一部分と共に運動するのに適合したレバーと、
前記レバーを動かすように、前記レバーにウォームを介して作動可能に接続されたモーターと、

前記ウォームと結合し、電子・機械的フィードバック・ループなしに、前記運動に弾力性を提供するバネと、

を備えるリハビリテーション装置であって、

前記ウォームは逆転されることなく軸方向に動かすことができるように十分に小さなリード角を有し、

前記バネは前記ウォームの前記軸方向の動きに弾力性を付与するよう設けられ、

前記バネにより提供される弾力性は、前記運動に対して設定可能な追従の範囲 (compliance) を提供するために、変更可能であり、

前記モーターは、逆転が阻止されるように前記レバーに接続される、リハビリテーション装置。

【請求項 13】

前記追従の範囲 (compliance) が制御装置によって設定される、請求項 12 に記載のリハビリテーション装置。

【請求項 14】

前記設定が連続的なものである、請求項 13 に記載のリハビリテーション装置。

【請求項 15】

前記バネが設定可能な有効長をもつ薄板ばねである、請求項 12 から 14 のいずれかに

10

20

30

40

50

記載のリハビリテーション装置。

【請求項 16】

少なくとも半径 30 cm の球の体積部分内の空間位置に移動可能なレバーの先端部を有し、ウォームを介して駆動される単一の電動アクチュエータと、

前記ウォームに機械的かつ動作可能に取り付けられ、電子・機械的フィードバック・ループなしに、前記移動可能な前記先端部に逆らって加えられる力に対応した、追従のための抵抗力を与える抵抗手段と、

からなるリハビリテーションシステムであって、

前記ウォームは逆転されることなく軸方向に動かすことができるように十分に小さなリード角を有し、

前記抵抗手段は前記ウォームの前記軸方向の動きに抵抗力を付与するよう設けられ、

前記アクチュエータが、前記体積部分内の任意の点における任意の方向の実質的な運動を阻止可能であるリハビリテーションシステム。

【請求項 17】

前記抵抗手段は、前記移動可能な前記先端部の空間位置に応じて選択可能な抵抗力を与える、請求項 16 に記載のリハビリテーションシステム。

【請求項 18】

患者の体の一部分と共に運動するように構成されたレバーと、

ウォームを介して前記レバーと結合し、前記レバーの運動と相互作用するように構成された少なくとも一つのモーターと、

電子・機械的フィードバック・ループなしに、前記モーターと前記レバーとを相互接続する少なくとも一つの追従要素と、

前記レバーに対する所定の閾値を超える力及び / 又は前記レバーの所定の空間からの逸脱を判断すると、少なくとも一つの安全機能を実行し、前記モーターを停止するようプログラムされた制御装置と、

を備えるリハビリテーション装置であって、

前記ウォームは逆転されることなく軸方向に動かすことができるように十分に小さなリード角を有し、

前記少なくとも一つの追従要素は前記ウォームの前記軸方向の動きに追従するよう設けられ、

前記追従要素が該停止が即時的となるのを防ぐリハビリテーション装置。

【請求項 19】

少なくとも半径 30 cm の球の体積部分において、前記レバーの運動の少なくとも 3 自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する前記レバーに力を印加することができる運動機構を含むアクチュエータを備える、請求項 18 に記載のリハビリテーション装置。

【請求項 20】

前記制御装置は、音声によって起動する安全機能を実行するようプログラムされる、請求項 18 又は請求項 19 に記載のリハビリテーション装置。

【請求項 21】

前記制御装置が、前記患者の体の一部分における少なくとも一つの位置を計算し、計算の結果を一つ以上の許容値と比較することにより、前記所定の閾値を超える力及び / 又は前記レバーの所定の空間からの逸脱を判断する、請求項 18 から 20 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 22】

前記追従要素が、前記レバーの運動を徐々にスローダウンさせる、請求項 18 から 21 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 23】

前記運動における前記追従要素に許容される逸脱の程度を測定する手段を備える、請求項 18 から 22 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 24】

前記追従要素により引き起こされる力の程度を測定する手段を備える、請求項 18 から 23 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 25】

前記追従要素がエネルギー緩衝要素を備える、請求項 18 から 24 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 26】

前記追従要素が弾性要素を備える、請求項 18 から 25 のいずれかに記載のリハビリテーション装置。

【請求項 27】

関節を有し、患者の体の一部分と共に前記関節の周りを運動するように構成された関節レバーと、

ウォームを介して駆動され、リハビリテーションプログラムに従って、前記レバーに作動可能に接続された運動制御要素と、

追従性を提供するために前記ウォームと結合し、電子・機械的フィードバック・ループなしに、前記レバーの前記関節までの運動を許容するバネと、を備え、

前記ウォームは逆転されることなく軸方向に動かすことができるように十分に小さなリード角を有し、

前記バネは前記ウォームの前記軸方向の動きに追従するよう設けられる、リハビリテーション装置。

【請求項 28】

前記レバーの動きの複数の自由度に対して、前記バネが追従する力を与える、請求項 27 に記載のリハビリテーション装置。

【請求項 29】

前記関節レバーは、前記関節の回転軸に並行な回転軸を有し、前記バネにより動きが制限される第 2 の関節を備える、請求項 27 又は請求項 28 に記載のリハビリテーション装置。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本願は、2004 年 2 月 5 日に提出された米国仮特許出願第 60/542,022 号、2004 年 4 月 29 日に提出された米国仮特許出願第 60/566,078 号、2004 年 4 月 29 日に提出された米国仮特許出願第 60/566,079 号、2004 年 8 月 25 日に提出された米国仮特許出願第 60/604,615 号、2004 年 12 月 7 日に提出された米国仮特許出願第 60/633,428 号、2004 年 12 月 7 日に提出された米国仮特許出願第 60/633,429 号、及び、2004 年 12 月 7 日に提出された米国仮特許出願第 60/633,442 号の米国特許法第 119 条(e)に基づく利益を主張するものである。これら出願の開示内容は、参照により本願に組み込まれるものである。

【0002】

本願はまた、本願と同日に同一の出願人によって出願される次の表題の PCT 出願に関連する。「歩行リハビリテーションの方法及び器械」“Gait Rehabilitation Methods and Apparatuses”、「音楽リハビリテーション」“Rehabilitation with Music”、「神経筋刺激」“Neuromuscular Stimulation”、「微細運動制御リハビリテーション」“Fine Motor Control Rehabilitation”、「リハビリテーション訓練並びにトレーニングのための方法及び器械」“Method and Apparatus for Rehabilitation Exercise and Training”、「リハビリテーション並びにトレーニングのための方法及び器械」“Method and Apparatus for Rehabilitation and Training”、「リハビリテーション並びにトレーニングのための方法及び器械」。また、それぞれ代理人事件番号 414/04319、414/04396、414/04400；414/04401、414/04388、414/04213、414/04404 をもつ。これら全ての出願の開示内容は、参照により本願に組み込まれるものである。

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

本発明は、理学リハビリテーション及び／又はトレーニング等の、身体のマニピュレーションに関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 4 】

事故や脳卒中の後で、それによって損傷を受けた身体機能の一部または全てを取り戻すために、しばしば長期のリハビリテーション過程が必要となる。そのようなリハビリテーションは、次の2つの要素の一方または両方からなる。一つは、理学リハビリテーションであり、損傷した若しくは使用されていない筋肉、神経、あるいは関節の機能を（可能な範囲で）完全に回復させるものである。もう一つは、認知リハビリテーションであり、身体を制御するための認知能力を回復させるものである。身体や脳への損傷により、変化した機能（例えば、片足が短くなった場合）や新たな機能（例えば、義肢を使用する場合）について患者がトレーニングを要する場合もある。

10

【 0 0 0 5 】

理学療法は、現在は主に、一定の訓練を行う患者を観察・指導する理学療法士の個別の対応によって提供されている。そのため、リハビリテーションの費用は高く、患者が治療施設から退院した後のコンプライアンスは比較的に低い。

【 0 0 0 6 】

家庭用の理学療法装置が幾つか知られており、例えば「Backlife」という脊柱のCPM（Continuous Passive Motion；持続的他動運動）を提供する製品がある。

20

【 0 0 0 7 】

米国特許第5,836,304号（その開示内容は参照により本願に組み込まれる）には、遠隔地の療法士による認知リハビリテーションが記載されている。

【 0 0 0 8 】

米国特許第5,466,213号（その開示内容は参照により本願に組み込まれる）には、ロボットアームを使用したリハビリテーション・システムが記載されている。

【 0 0 0 9 】

「リハビリテーション研究開発誌」、第37巻、第6号、2000年11月／12月号（Journal of Rehabilitation Research and Development, Vol. 37 No. 6, November/December 2000）に掲載の論文「リハビリテーション治療用ロボットの開発：パロアルトVA／スタンフォードの経験」（Charles G. Burgar, MD; Peter S. Lum, PhD; Peggy C. Shor, OTR; H.F. Machiel Van der Loos, PhD, "Development of robots for rehabilitation therapy: The Palo Alto VA/Stanford experience"）（その開示内容は参照により本願に組み込まれる）には、リハビリテーション治療用ロボットの使用が記載されている。

30

【 発明の開示 】

【 0 0 1 0 】

本発明の一部の実施形態の幅広い態様は、多様な状況（時間的、精神的、認知的、運動的、その他の状況を含む）に適応するリハビリテーション方法及び器械に関するものである。

40

【 0 0 1 1 】

本発明の一部の実施形態の態様は、患者が自ら運動する（又は運動しようとする）間に、一つ以上の後押し、補助、合図、応答、及び／又は抵抗する力を装置に加えることにより、患者が正しい空間軌道（spatial trajectory）で運動するように誘導するリハビリテーション器械に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、力はアクチュエータ（関節ロボットアームや球関節レバー等）によって加えられる。一部の実施形態において、加えられる力は、患者の運動を妨げ、及び／又は誘導する力場（任意選択で、連続的な力場）として振る舞う。空間軌道の代わりに、又はこれに加えて、向きの軌道及び／又は速度軌道が、誘導され、支援され、及び／又は測定される。

【 0 0 1 2 】

50

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、所定の空間体積部分と力強度の範囲に対して、その体積部分内での実質的に任意の３次元軌道をサポートする。本発明の例示的な実施形態において、健康な腕または脚の関節可動域を１次元、２次元又は３次元でサポートする装置が提供される。ある場合には、一部の空間体積部分（例えば、そのような体積部分の３０％又は５０％）で十分である。

【００１３】

任意選択で、該装置は様々な軌道（経路、及び／又は速度）及び／又は力をプログラムすることができる。任意選択で、軌道上の一点における力を、患者が実際に運動した軌道（場合によっては同じ軌道となる（その軌道の前の点において））に応じて、及び／又は、リハビリテーション計画及び／又は患者の進歩に応じて変えることができる。任意選択で、該装置は患者の運動を学習し、修正を加えて（例えば、軌道及び／又はスピードを滑らかにして）、これを再現する。代替的に又は付加的に、該装置は理学療法士によって入力された運動を学習し、任意選択の修正（例えば、体肢の大きさの修正）を加えて、これを患者のために再現することができる。

10

【００１４】

本発明の例示的な実施形態において、軌道及び／又は力は、身体上（つまり、同一及び／又は異なる体肢若しくは体部位上）の一つ以上の点について規定される。任意選択で、点は３、４、５または６自由度で制御（及び／又は測定）される。

【００１５】

本発明の例示的な実施形態において、プログラミングは電子制御装置のプログラミングを含む。本発明の例示的な実施形態において、プログラミングは、機械的プログラミングを含む。

20

【００１６】

本発明の一部の実施形態の態様は、家庭用のリハビリテーション装置に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、該装置は家庭内で持ち運び可能である。例えば、どの面にも恒久的に固定されておらず、及び／又は車輪が付いている。本発明の例示的な実施形態において、該装置は、通常は折り畳んでおくことができる。本発明の例示的な実施形態において、該装置は住居の床耐荷重の超過を避けるのに十分に軽量である。例えば、装置の重量を１００ｋｇ未満、５０ｋｇ未満、若しくは２５ｋｇ未満にすることができる。任意選択で、該装置は、標準的なセダン型乗用車のトランクに収納できる大きさ（例えば、最大寸法１２０ｃｍ未満）にまで折り畳むことができる。任意選択で、該装置は健常者が十分に持ち運べる軽さの部品に分解することができる。

30

【００１７】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は患者の正しいポジショニングを確実にする。任意選択で、患者は正しい位置につくように注意を受ける。本発明の代替的な実施形態において、該装置は患者の位置を考慮して自らの配置を再調整する。

【００１８】

本発明の例示的な実施形態において、装置は複数の様々な治療（複数の異なる身体の大きさ、複数の異なる年齢、複数の異なる関節、及び／又は、複数の異なる付属肢など）に対して、（プログラミング、アタッチメント、及び／又は設定等によって）使用可能である。

40

【００１９】

本発明の例示的な実施形態において、例えば、インドア及び／又はアウトドアでの、料理やバーベキュー、テーブルでの食事といった、様々な活動のために持ち運びできるリハビリテーション装置が提供される。

【００２０】

本発明の一部の実施形態の態様は、食事、お茶注ぎ、釘打ち、料理など、日常活動のリハビリテーションに関するものである。本発明の例示的な実施形態において、日用品に取り付けて、その使用を追跡して、リハビリテーションのフィードバックや指導を提供するための、位置センサ及び／又はその他のセンサを含むキットが提供される。任意選択で、

50

そのようなフィードバックや指導は、リハビリテーション・ロボットによって機械的に提供される。本発明の例示的な実施形態において、日常活動訓練台は、その上で日常活動を行う一つ以上の調整可能な作業スペースをもつ。例えば、その一つの面はテーブルを模倣しており、もう一つの面は受け皿を模倣している（例えば、お茶を注ぐトレーニングのために）。

【0021】

本発明の一部の実施形態の態様は、長期間のリハビリテーション及び／又はトレーニングに関するものである。本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置は数ヶ月あるいは数年という長期に渡って使用される。任意選択で、リハビリテーションと患者の正しい動作のトレーニングとの双方に、同じ装置が使用される。本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置は、予防トレーニングに使用される。この予防トレーニングは、例えば、進行している関節炎をもつ患者が、患った関節をかばい始めないようにするものである。任意選択で、該装置は、特定の体肢のリハビリテーションといった、具体的なリハビリテーションの目的を達成するために使用される。任意選択で、該装置は、例えば一般のスポーツジム用機械として、非医療的なトレーニングに使用される。

10

【0022】

本発明の一部の実施形態の態様は、モチベーション、スランプ、忍耐力、辛いトレーニングを遂行する能力、他者との意思伝達及び／又は協働及び／又は交流をする能力及び／又は欲求など、患者の様々な精神状態の支援及び／又は測定に関するものである。多くの場合、これらの状態は部分的に重なり合っている。例えば、スランプはモチベーションの欠如と説明されることが多い。本発明の例示的な実施形態において、モチベーションは、診察、ゲーム及び／又は治療の各状況における遂行を比較することで評価される。そのような比較には、任意選択で、異なるモチベーション状態で同じ遂行を発揮したか、及び／又は、どの程度の頻度で限界まで緊張したか、という分析が含まれる。本発明の例示的な実施形態において、モチベーション状態は、進歩の評価、心理療法の提案、訓練の難易度の調整、及び／又は自動的に提供されるモチベーションの鼓舞、に利用される。

20

【0023】

本発明の一部の実施形態の態様は、理学リハビリテーションが行われる間の、認知に関する問題の支援と克服に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、認知的、及び／又は知覚的な制限は、複数の様式で、（例えば、様々な可能性から選択して）より障害の少ない様式で、及び／又は制限に適合した機能強化度（弱視用の大きな文字など）で、指示、フィードバック、及び指導の一つ以上を提供することによって克服される。本発明の例示的な実施形態において、機能強化度は、制限された機能のリハビリテーションの一部として、時間とともに変えられる。

30

【0024】

本発明の一部の実施形態の態様は、多様式のリハビリテーションに関するものである。本発明の例示的な実施形態において、多数の身体系（例えば運動、視覚、聴覚、視覚-運動）、技能、及び／又は感覚は、同じ系統（例えば運動制御、運動固有感覚、視覚認知、及び音声発生）を利用してリハビリテーションが行われる。本発明の例示的な実施形態において、このような系統間の協調運動がトレーニングされる。一例を挙げると、目と手の協調運動のリハビリテーションが行われる。もう一つの例では、手と足の協調運動のリハビリテーションが行われる。本発明の例示的な実施形態において、障害を受けた協調運動の経路がリハビリテーションの対象となる。

40

【0025】

本発明の一部の実施形態の態様は、リハビリテーションのためのフィードバックに関するものである。本発明の例示的な実施形態において、このフィードバックは日常活動についてのフィードバックを含む。代替的に又は付加的に、このフィードバックは、活動中になされる遠隔地の療法士からのフィードバック若しくは自動フィードバックを含む。代替的に又は付加的に、このフィードバックは患者が行った運動の質に対するものを含む。

50

【 0 0 2 6 】

本発明の一部の実施形態の態様は、リハビリテーション療法に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、特に日常活動のトレーニングがリハビリテーション装置の支援で行われる。代替的に又は付加的に、例えば上肢運動機能の不使用によるパーキンソン病の悪化を予防するといった、状態の悪化を予防するためのトレーニングが提供される。代替的に又は付加的に、例えば脳性麻痺を改善するといった、長期の改善を提供するトレーニングが行われる。代替的に又は付加的に、例えば痛みのために関節を動かさなくしないように患者をトレーニングするといった、病気を予防するための処置が行われる。

【 0 0 2 7 】

本発明の一部の実施形態の態様は、リハビリテーションと、検査・診断及び／又は観察の双方を行うためのリハビリテーション装置の使用に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、該装置は患者の能力を評価し、その患者をリハビリするために使用される。代替的に又は付加的に、該装置は患者を測定し、その測定結果に応じて以後のリハビリテーションを調整するために使用される。測定の例としては、寸法、強度、関節可動域および運動の質、精神状態、認知及び／又は知覚能力などがある。

【 0 0 2 8 】

本発明の一部の実施形態の態様は、運動の特性に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、運動の特性が定義される。任意選択で、患者がリハビリテーションしている時に、患者の運動の特性に関して自動的にフィードバックが患者に提供される。代替的に又は付加的に、リハビリテーション、及び／又はトレーニングの一部は様々な運動の特性値を患者に教える。

【 0 0 2 9 】

本発明の一部の実施形態の態様は、運動の正確さに関するものである。本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械には正確な運動がプログラムされる。本発明の例示的な実施形態において、正しい運動を実行し、その運動を装置と連携したメモリに保存することによって、正しい運動が装置にプログラムされる。任意選択で、指導専用モードのとき、または装置がオフラインのときに、運動がプログラムされる。代替として、装置は患者の使用中に学習する。

【 0 0 3 0 】

任意選択で、装置はテンプレートやルール（例えば運動制御のための2 / 3 パワールール）を使用して、患者に正しい運動が何かを教える。本発明の例示的な実施形態において、運動の正確さはリハビリテーションのパラメータとして評価されて、それについてのフィードバックが提供される。

【 0 0 3 1 】

本発明の一部の実施形態の態様は、日常活動のためのリハビリテーション器械に関するものである。ここでのリハビリテーション器械は、患者に日常活動を行うトレーニングをし、及び／又はテストするように構成される。本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械を、テーブルやカウンターなどの実際の環境の近くに置いて使用することができる。

【 0 0 3 2 】

本発明の一部の実施形態の態様は、運動機構を備えるリハビリテーション器械の位置決めに関するものである。本発明の例示的な実施形態において、運動機構は有限の関節可動域、及び／又は精度を持っている。任意選択で、リハビリテーション器械は、特定の訓練に適合させるなどによって、この関節可動域を最大限に活用するために位置決めされる。本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械は、運動機構を所定の位置や向きに固定するために使用できるレール及び／又は1つ以上の継手等の位置決め要素を備える。任意選択で、位置決め要素は電動式であり、例えば運動機構の自動または非手動運動が可能である。

【 0 0 3 3 】

本発明の一部の実施形態の態様は、健全な身体部分を病的な身体部分のリハビリテーシ

10

20

30

40

50

ョンに使用するリハビリテーション方法に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械は、2つの体肢（一方に障害があり、他方は健全）の同時若しくは平行な運動を可能にし、健全な体肢の正確な運動を障害のある体肢のための力場定義の基礎に使用する。代替的に又は付加的に、健全な体肢と、それに続く障害のある体肢による連続した運動が提供される。任意選択で、健全な運動は修正される（例えば力、速度、または関節可動域が低減される）。任意選択で、運動はミラー運動または同期運動（例えば、水泳での腕と脚の運動）である。本発明の例示的な実施形態において、2つの体肢を保持できる装置が使用される。一部の実施形態において、2つの体肢の運動が連結される。他の実施形態において、少なくともリアルタイムで、両体肢の運動が部分的に又は完全に切り離される。

10

【0034】

本発明の一部の実施形態の態様は、多点リハビリテーション装置に関するものである。ここでのリハビリテーション装置は、互いに相対的に移動可能な複数の点で人体に取り付けられ、その運動がリハビリテーションの一部となる。

【0035】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械は、2つの体肢（例えば片腕と片脚、あるいは両腕）に取り付けられる。

【0036】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械は、1つの関節で繋がった2つの骨の3次元空間における運動を個々に可能にする。

20

【0037】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、1つ以上のその点の運動を機械的に制限する。任意選択で、1つ以上のその点は（1次元以上で）追跡されるが、一部又は任意の方向に機械的に制限されない。

【0038】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置は、身体の異なる部分が、一定の運動（例えば肩の運動と手首の運動）を行うことが必要な複合的な運動をサポートする。

【0039】

本発明の一部の実施形態の態様は、リハビリテーション装置の機械構造に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、該装置は継手に取り付けられたアームを備え、アームには患者に取り付け又は患者が把持するための身体装着点が搭載される。継手は球面継手として動作し、一定の角度範囲（例えば、極座標において、及びの両方向について関節の中心に対して $\pm 90^\circ$ ）内で、球面上の実質的に任意の経路に沿ったアームの動きを可能にする。任意選択で、このような運動の回転中心は、実質的に全ての経路に同一の回転中心となる。本発明の例示的な実施形態において、継手及び/又はアームは、概してその可動域に得意点が無い。任意選択で、継手の運動への抵抗（装置が抵抗を加える）は、実質的に均一であり、実質的に球面運動に無関係である。

30

【0040】

本発明の例示的な実施形態において、球面継手は、玉継手（ball-in-socket joint）を備え、ボール又はソケットにはアームが取り付けられている。もう一方のボール又はソケットは、任意選択でベースに取り付けられ、このベースは床の上に置かれるか、壁や天井に取り付けられる。

40

【0041】

本発明の例示的な実施形態において、釣り合わせを備える。ある例では、該装置は、前記アームとは反対側で前記ボールに取り付けられ、前記アームの運動を釣り合わせる錘を備える。任意選択で、アームの運動は、その可動域全域にわたって実質的に釣り合いが取れている。本発明の例示的な実施形態において、釣り合わせには残留トルクの抑制が考慮に含まれている。代替的に又は付加的に、釣り合わせには、現在の内部モーメント又は使用中に予想される内部モーメントの修正が考慮に含まれている。任意選択で、該装置は、

50

本実施形態により、装置を安定化または不安定化させる残留力を含むように構成される。

【0042】

任意選択で、1つ以上のガイドプレートが備えられる。本発明の例示的な実施形態において、ボールに取り付けられたピン（任意選択で、錘の一部である）は、ガイドプレートに形成されたスロット（例えば矩形、その他の形状）内を動くことが強いられる。任意選択で、スロットには弾力性がある。

【0043】

任意選択で、1つ以上のモーターが、ボールを回転させて、及び/又は力を所定の方に印加するために備えられる。

【0044】

任意選択で、所望の方向のボールの運動を選択的に停止させるために、1つ以上の方向性ブレーキが備えられる。

【0045】

任意選択で、任意の方向のボールの運動を選択的に停止させるために、1つ以上の一向性ブレーキが備えられる。

【0046】

本発明の代替的な実施形態において、球関節の代わりに、回転中心を共有する2つ以上の継手（例えばユニバーサルジョイント）を備える。

【0047】

本発明の例示的な実施形態において、アームはその軸に沿って伸長可能である。任意選択で、モーターは、選択的に移動する、若しくは、その軸方向に伸長する運動に抵抗する力を加えるために備えられる。任意選択で、1つ以上のブレーキが、前記軸に沿って選択的に前記伸長運動に抵抗するために備えられる。

【0048】

本発明の例示的な実施形態において、自発運動が全く起こらないように、伸長部は釣り合いが取られる。代替的に又は付加的に、該伸長部は様々な程度に伸長されても、前記アームのバランスに影響を与えない。

【0049】

任意選択で、リハビリテーション装置は、様々な向きに配置可能である。任意選択で、装置は、そのベースと関節部との間に継手を有する。

【0050】

本発明の一部の実施形態の態様は、選択可能なロックを備えた球関節に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、球関節の回転を選択的にロックするためにチャックが備えられる。任意選択で、複数の方向性ブレーキが備えられる。任意選択で、1つ以上のセンサが力を加える方向を指示し、制御装置は、その力の方向に応じて、どの方向性及び/又は一方向性ブレーキを開放するかを選択する。

【0051】

本発明の一部の実施形態の態様は、リハビリテーション器械の一部として任意選択で使用する伸長要素に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、少なくとも3つの部分（2つの末端部と中央部）を供え、伸張力または収縮力が中央部に印加される。中央部は、2つの末端部に、ラックとピニオン（各末端部に1つのラック、中央部の両端に2つのピニオン）を使って取り付けられる。2つのピニオンは、連動するようにベルトで相互接続される。

【0052】

本発明の一部の実施形態の態様は、バネを含むフォースフィードバック制御機構に関するものである。バネの有効長を変更することによって弾力性を変えることができる。本発明の例示的な実施形態において、バネは渦巻きバネであり、バネの面に垂直な方向に弾力性を有する。

【0053】

本発明の一部の実施形態の態様は、人が動かすことのできる要素のための力制御機構に

10

20

30

40

50

関するものである。本発明の例示的な実施形態において、バネは人が加える力を相殺するために備えられる。任意選択で、力の度合いは調整可能である。任意選択で、その調整はバネ（または他の弾力性のある要素）の予荷重によって可能となる。任意選択で、人が動かすことのできる要素はモーターによっても動き、前記弾力性は任意選択で前記人の動きに対して提供される。任意選択で、粘性緩衝材等の緩衝要素が備えられる。

【0054】

本発明の例示的な実施形態において、弾性要素は（任意選択で、直ちに）運動に所望の程度の抵抗力を与えるように設定可能である。任意選択で、弾性手段は、その要素の実際の運動に追従するために再調整可能である。

【0055】

本発明の例示的な実施形態において、モーターは第1の関節を使用してハンドルを動かし、第2の関節は弾力性のために使用される。

【0056】

本発明の例示的な実施形態において、実質的に軸間をカップリングすることなく、弾力性は一つの弾性要素によって同時に複数の軸に提供される。

【0057】

本発明の例示的な実施形態において、要素の球状に回転する運動は、軸方向に弾性要素を圧縮して弾力性を提供する。

【0058】

本発明の例示的な実施形態において、逆転不能なギア機構を備えた要素に電力が供給される。逆転が検出されると、その動きは機械的に弾性要素に伝えられ、それが弾力性を提供する。

【0059】

本発明の例示的な実施形態において、ギアを使用して運動がレバーに伝えられるが、レバーがギアを動かすことのできない、メカニカル・ダイオード設計が提供される。本発明の例示的な実施形態において、メカニカル・ダイオードは、ギア、又は十分に低いリード角をもつ（すなわち逆転しない）ウォームギアと係合するレバーを備え、モーターがウォームギアを回転するとギア及び／又はウォームギアに係合したレバーを動かす。低リード角のため、ギアが回転するときに、ウォームギアは回転せずに軸方向に動く。任意選択で、ウォームギアは、ギアの動きにある程度の弾力性を与えるバネ又はその他の弾性要素の上に載置される。任意選択で、バネには所望量のプレストレスが与えられる。任意選択で、ウォームギアはレバーの運動に追従して回転し、所望の張力及び／又は弾性要素の釣り合いを維持する。

【0060】

本発明の一部の実施形態の態様は、人体の少なくとも1点の3次元運動がマニピュレータに強制されるように、少なくとも1本のワイヤと、任意選択で1つ以上のロボット要素を使用して、人体を動かし又は人体の運動を制御する、手動マニピュレータに関するものである。本発明の例示的な実施形態において、マニピュレータはリハビリテーション装置としての使用に適したものである。任意選択で、前記少なくとも1点を動かすために、1つ以上のモーターを備える。任意選択で、1本以上のワイヤが備える弾力性による多少の遊びを許容するために、1つ以上の弾性要素を備える。任意選択で、3次元運動を強制するために、3本のワイヤを備える。

【0061】

本発明の一部の実施形態の態様は、リハビリテーション・システムにおける患者の位置調整に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、システムは、画像システムを使用して患者の体位を決定する。本発明の例示的な実施形態において、代替的に又は付加的に、システムに対する椅子又はその他の患者の支持具の位置が決定される。任意選択で、バネ荷重付きワイヤ・システムが、相対位置の測定に使用される。任意選択で、圧力感知マットが使用される。

【0062】

本発明の例示的な実施形態において、患者は、1つ以上の運動を実行するように指示され、その運動の軌道から相対位置が決定される。任意選択で、位置は3次元上ではなく2次元上で決定される。代替として、3次元の位置及び/又は向きの情報が決定される。

【0063】

本発明の例示的な実施形態において、システム自体の運動部又はシステムの光ポインタ部が正しいポジショニングを印し、及び/又は、指示する。

【0064】

本発明の例示的な実施形態において、一旦相対位置が決定され、1つ以上の訓練が、相対位置を考慮するように修正される。

【0065】

本発明の一部の実施形態の態様は、リハビリテーション器械の安全性に関するものである。本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械は、取替可能な要素（ピン等）に加わる剪断力、引張力、及び/又はトルクが閾値を超えて増大する時に、選択的に破断する1つ以上のメカニカルヒューズを含む。機械式のピンの代替として、調整可能な磁気式のピン（ピンを構成する2つの部品が磁力で相互に吸着しているもの）を使用することもできる。引力レベルは、ピンの方の部品の内部にある磁石を移動することによって任意選択で設定される。ピン部品間の相対的な回転と分離を結びつける、ピン部品間の鋸歯状の接続を備えることによって、任意選択でトルクが検出される。任意選択で、ワイヤの破断を装置が電氣的に検出できるように、ピンの中にワイヤを備える。

【0066】

本発明の例示的な実施形態において、患者がスイッチを手放すと、装置は停止し、若しくは、既定の、又は動的に決定されるセーフモード及び/又は位置に移行する、デッドマンスイッチが患者に提供される。任意選択で、デッドマンスイッチは、例えば正常な体肢または体部位によって保持される（例えば、踏み続けられ、手または口で保持される）無線要素に取り付けられる。

【0067】

本発明の例示的な実施形態において、例えば、患者が叫び声によりリハビリテーション装置を停止することができる、音声作動式停止装置が備えられる。

【0068】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション器械は、問題を検出するために、患者が加えた運動、及び/又は力を分析する。例えば、任意の大きな不規則動作が、リハビリテーション器械を停止させる。

【0069】

本発明の例示的な実施形態において、装置は、弛み（弛み量が増えるほど抵抗を増す）が生じるように運動時に弾力性を有する運動要素を少なくとも1つ備える。任意選択で、その弛みは、利用者の運動が間違っていること、及び、印加された力が安全性限界に達していること、を検知するのに十分な時間を提供する一方で、患者がその要素の運動に従った運動を行わないことを許容する働きをする。

【0070】

本発明の実施形態が有益となり得る事例を以下に示す。本発明の一部の例示的な実施形態において、目標志向治療、短期治療、長期治療、及び/又は予防活動などを含む、一連の治療期間がサポートされる。本発明の一部の例示的な実施形態において、リハビリテーションの複数の段階に跨った治療が、場合によっては同じ装置でサポートされる。本発明の一部の例示的な実施形態において、複数の身体部分のリハビリテーションが、同時に又は別々に、場合によっては同じ装置で行われる。本発明の一部の実施形態において、複数のモダリティ（例えば、運動制御、運動フィードバック、視覚、聴覚、及び/又は言語能力）のリハビリテーションが、同時に又は同じ装置を使用して行われる。運動の複雑さと階層の範囲、一つの関節の単純な運動や、多肢運動の複雑な手順計画などが、一部の実施形態によってサポートされる。本発明の一部の実施形態によって、例えばICU、ベッド、診療所、家庭、及び/又はアウトドアといった、複数の治療場所が提供される。本発明

10

20

30

40

50

の一部の実施形態において、専門のリハビリテーション訓練、トレーニング訓練、日常活動、アウトドア活動、及び／又は診断活動など、複数の活動タイプがサポートされる。本発明の一部の実施形態において、臥位、立位、及び／又は座位など、複数の体位がサポートされる。本発明の一部の実施形態において、知的能力、認知能力、及び／又は運動能力といった一連の能力状態がサポートされる。本発明のすべての実施形態が、上述のすべての様々な範囲及び範囲の限界をサポートするわけではないことは注目しなければならない。

【 0 0 7 1 】

前述のように、本発明の例示的な実施形態により、少なくとも半径 3 0 c m の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータ・タイプを使用したリハビリテーション方法であって、

10

ベッド、車椅子、診療所、及び自宅から選ばれた第 1 のリハビリテーション場所において、前記患者の運動と相互作用する前記アクチュエータ・タイプのアクチュエータを使用して、前記患者に訓練をさせること、及び

ベッド、車椅子、診療所、及び自宅から選ばれた第 2 のリハビリテーション場において、前記患者の運動と相互作用する前記アクチュエータ・タイプの第 2 のアクチュエータを使用して、前記患者に第 2 の訓練をさせること、からなり、

前記第 1 の訓練と前記第 2 の訓練は、アクチュエータの動作に同一の運動機構デザインを利用する、リハビリテーション方法が提供される。

20

【 0 0 7 2 】

任意選択で、前記第 1 及び第 2 の訓練は、同一のリハビリテーション器械を使用して行われる。

【 0 0 7 3 】

本発明の例示的な実施形態において、前記運動機構は電動式である。任意選択で、前記運動と前記力は制御装置によって制御される。代替的に又は付加的に、前記運動機構は、少なくとも 1 0 k g の力を前記アクチュエータの先端部に印加可能である。代替的に又は付加的に、前記運動機構は、前記アクチュエータの運動の様々な方向に様々な大きさの力を印加することができる。

30

【 0 0 7 4 】

本発明の例示的な実施形態において、前記運動機構は、前記アクチュエータの運動に選択的に抵抗力を印加するように適合している。

【 0 0 7 5 】

本発明の例示的な実施形態において、前記アクチュエータは、少なくとも、前記運動を誘因すること、前記運動を誘導すること、及び前記運動を記録すること、を含む複数のモードにおいて、前記運動と相互作用するように適合している。任意選択で、前記第 1 及び第 2 の訓練は、異なる運動相互作用モードを使用する。

【 0 0 7 6 】

本発明の例示的な実施形態において、前記第 1 及び第 2 の訓練の少なくとも 1 つは水中で行われる。

40

【 0 0 7 7 】

本発明の例示的な実施形態において、前記第 1 及び第 2 の訓練は同一の体肢について行われる。

【 0 0 7 8 】

本発明の例示的な実施形態において、前記第 1 及び第 2 の訓練は異なる訓練である。

【 0 0 7 9 】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は、前記第 2 のアクチュエータと連結した同一の制御装置において、前記第 1 及び第 2 の訓練を含めた前記患者の経過に絶えず注意することを含む。

50

【 0 0 8 0 】

任意選択で、前記アクチュエータにはしなやかさが無い。

【 0 0 8 1 】

また、本発明の例示的な実施形態により、少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータを使用したりリハビリテーション方法であって、

前記アクチュエータを使用して、患者の第 1 の器官を訓練させること、及び

前記アクチュエータを使用して、患者の第 2 の器官を訓練させること、

からなるリハビリテーション方法も提供される。

10

【 0 0 8 2 】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は、前記訓練の合間に前記リハビリテーション装置の前記患者へのアタッチメントを置き換えることを含む。

【 0 0 8 3 】

本発明の例示的な実施形態において、アクチュエータは、前記相互作用を制御する制御装置からなる。任意選択で、前記制御装置は異なる体肢を対象とした複数の異なる訓練がプログラムされる。

【 0 0 8 4 】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は、前記訓練の合間に前記患者に対する前記アクチュエータの相対的な空間位置及び向き of の少なくとも 1 つを調整することを含む。

20

【 0 0 8 5 】

また、本発明の例示的な実施形態により、リハビリテーション・キットであって、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータと、

前記アクチュエータ上の先端部と、

前記先端部に取り付ける、モジュール式に交換可能な複数のアタッチメント（その少なくとも 2 つは異なる器官に適合する）と、

からなるリハビリテーション・キットも提供される。

30

【 0 0 8 6 】

任意選択で、前記アタッチメントの少なくとも 1 つは、前記アクチュエータを経由して動力が供給される。代替的に又は付加的に、前記アタッチメントの少なくとも 1 つは、3 つの回転軸で回転可能である。

【 0 0 8 7 】

また、本発明の例示的な実施形態により、リハビリテーション用装置であって、

運動に抵抗すること、運動を誘導すること、運動を起こすこと、の少なくとも 1 つにより人の運動をサポートするように構成された電動アクチュエータと、

前記アクチュエータを制御するように構成された制御装置と、を備え、

前記制御装置は、切替可能な複数の患者のモード（モチベーション、認知能力、及び運動能力の 1 つ以上が高いか低いか）に対応してリハビリテーション訓練を提供するようにプログラムされる、リハビリテーション用装置も提供される。

40

【 0 0 8 8 】

任意選択で、前記制御装置は、情報提示モード及び複雑さレベルの少なくとも 3 つから 1 つが選択可能であることの指示を提供するように構成される。

【 0 0 8 9 】

代替的に又は付加的に、前記制御装置は、少なくとも 3 水準から選択可能な 1 つの介助水準により、前記患者の運動機能に支援を提供するように構成される。

【 0 0 9 0 】

50

代替的に又は付加的に、前記制御装置は、少なくとも3水準から選択可能な1つの鼓舞水準により、前記患者に鼓舞フィードバックを提供するように構成される。

【0091】

また、本発明の例示的な実施形態により、少なくとも半径30cmの体積部分において、少なくとも3つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータを使用したりハビリテーション方法であって、

家庭環境において前記アクチュエータを人に連結させること、と

リハビリテーションを強化するために、前記アクチュエータによる相互作用を受けて、前記人が日常活動を行うこと。

からなるリハビリテーション方法も提供される。

【0092】

任意選択で、前記日常活動は屋外活動である。

【0093】

代替的に又は付加的に、前記アクチュエータは、記録されたりハビリテーション計画を使用して相互作用する。

【0094】

代替的に又は付加的に、前記アクチュエータは、リハビリテーションの経過を遠隔地に報告する。

【0095】

代替的に又は付加的に、前記アクチュエータは、前記患者による危険な運動を防止する。

【0096】

代替的に又は付加的に、本方法は、前記日常生活の第1の練習をリハビリテーション診療所で行う。

【0097】

また、本発明の例示的な実施形態により、

第1のリハビリテーション装置上で、第1の患者のリハビリテーションを行うこと、

第2のリハビリテーション装置上で、第2の患者のリハビリテーションを行うこと、及び

前記2つの装置間でリハビリテーションに関する情報（スコア、最近の経過、患者の部位の空間位置、及びゲーム内容、の少なくとも1つを含む）を伝送すること、からなるリハビリテーション方法も提供される。

【0098】

任意選択で、入出力に前記装置を使って、前記患者達は一緒にゲームをする。任意選択で、前記患者達が互いに対抗してプレイする。代替的に又は付加的に、前記第1のリハビリテーション装置は、2人の患者間の能力差を補償するために、前記第2の装置が前記第2の患者に提供するものとは異なった支援を第1の患者に提供する。

【0099】

本発明の例示的な実施形態において、前記情報はリアルタイムで伝送される。

【0100】

本発明の例示的な実施形態において、前記情報は、無線接続を使って伝送される。

【0101】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は、遠隔地の療法士による前記第1及び前記第2の患者の観察を含む。

【0102】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は、遠隔地の治療グループへの前記患者による接続を含む。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 3 】

本発明の例示的な実施形態において、前記 2 つの装置は同じ部屋にある。

【 0 1 0 4 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

第 1 のリハビリテーション装置と、

第 2 のリハビリテーションと、を備え、

該 2 つのリハビリテーション装置が同期して作動できるように、前記第 2 のリハビリテーション装置は前記第 1 のリハビリテーションと無線データリンクによって接続される、リハビリテーション・システム構成も提供される。

【 0 1 0 5 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備える第 1 のアクチュエータを提供することと、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備える第 2 のアクチュエータを提供することと、

前記第 1 及び第 2 のアクチュエータを、患者及び非療法士にそれぞれ従わせること、と

前記第 1 のアクチュエータ及び前記非療法士を使用して、前記第 1 の患者をリハビリすることと、

からなる、協調リハビリテーション方法も提供される。

【 0 1 0 6 】

任意選択で、前記非療法士は血縁者である。

【 0 1 0 7 】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は、制御装置の指示によって前記非療法士及び前記患者を誘導することを含む。

【 0 1 0 8 】

本発明の例示的な実施形態において、前記非療法士は 18 歳未満である。

【 0 1 0 9 】

本発明の例示的な実施形態において、前記非療法士は 10 歳未満である。

【 0 1 1 0 】

本発明の例示的な実施形態において、前記用意は、前記非療法士の自宅でなされる。

【 0 1 1 1 】

本発明の例示的な実施形態において、前記非療法士は 50 時間未満の理学療法の経験を持つ。

【 0 1 1 2 】

本発明の例示的な実施形態において、前記非療法士は 10 時間未満の理学療法の経験を持つ。

【 0 1 1 3 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

フレームと、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータと、

前記体積部分が前記フレームに対して動くように、前記フレーム上に備わる運動機構の複数の異なる相対配置を可能とする、前記フレームと前記アクチュエータを相互に連

10

20

30

40

50

結する関節と、
を備える、リハビリテーション装置も提供される。

【 0 1 1 4 】

任意選択で、前記運動機構は異なる空間方向においては異なる運動制限を有する。また、ここで、前記複数の相対位置には前記機構の向きの変更が含まれる。

【 0 1 1 5 】

本発明の例示的な実施形態において、前記関節は直動関節からなる。

【 0 1 1 6 】

本発明の例示的な実施形態において、前記関節は回転関節からなる。

【 0 1 1 7 】

本発明の例示的な実施形態において、前記フレームは湾曲したものである。

【 0 1 1 8 】

本発明の例示的な実施形態において、前記関節は電動式である。

【 0 1 1 9 】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、その内部に記録された前記訓練の合間に従って前記関節を制御する、制御装置を備える。

【 0 1 2 0 】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、前記関節の位置を報告する少なくとも1つのセンサを備える。

【 0 1 2 1 】

また、本発明の例示的な実施形態により、少なくとも半径30cmの体積部分において、少なくとも3つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータを含む、リハビリテーション・システムを構成する方法であって、

実行するリハビリテーション訓練を決定すること、と

前記訓練のための前記運動制御機構の所望の位置を選択すること、及び

前記所望の位置に従ってフレームの上の該機構の位置を調整すること、

からなるリハビリテーション・システムを構成する方法も提供される。

【 0 1 2 2 】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は前記位置を自動的に調整することを含む。

【 0 1 2 3 】

本発明の例示的な実施形態において、前記所定の位置を利用者に自動的に報告することを含む。

【 0 1 2 4 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

球面角（回転角）及び（仰角）に運動自由度を有し、前記自由度により、各角度方向において、少なくとも30度の角度範囲内で実質的に任意の角度位置を許容する関節と、

前記関節に取り付けられ、人の体肢（少なくともその1点において）と共に運動するよう適合された、実質的に剛直な径方向の伸長要素と、

前記ジョイントの運動と、前記径方向伸長要素の運動とを制御するように適合された制御装置と、

を備える、リハビリテーション装置も提供される。

【 0 1 2 5 】

本発明の例示的な実施形態において、全く力が加えられなければ静止し続け、前記人が力を加えると動くように、前記径方向伸長要素は釣り合いが取られている。任意選択で、前記釣り合いは、前記伸長器に選択的に取り付けられるアタッチメントの重さに合わせて変更することが出来る。代替的に又は付加的に、前記釣り合いは、運動の経路に沿って、

10

20

30

40

50

前記点におけるモーメントの変化に合致するように、前記制御装置によって変更することができる。代替的に又は付加的に、前記釣り合いは、前記体肢にニュートラルな浮力を提供するように設定することができる。

【0126】

本発明の例示的な実施形態において、前記関節は球関節である。

【0127】

本発明の例示的な実施形態において、前記関節は共通の回転中心を有する2つの直交ヒンジを備える。

【0128】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は機械式制御装置からなる。

10

【0129】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は電気制御装置からなる。

【0130】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、前記自由度の運動に選択的に抵抗するように適合された少なくとも1つのブレーキを備える。任意選択で、前記ブレーキは前記制御装置によって連続的に制御される。代替的に又は付加的に、前記ブレーキは前記又は前記方向のうち一方のみの、単方向性である。代替的に又は付加的に、前記ブレーキは前記及び前記方向の双方で作動可能である。

【0131】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、前記継手を動かすように構成された、少なくとも1つのモーターを備える。任意選択で、前記モーターは、少なくとも10kgの力を前記点に印加するように構成される。代替的に又は付加的に、前記モーターは前記制御装置によって連続的に制御される。代替的に又は付加的に、前記モーターを前記伸長器で逆転することはできない。

20

【0132】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、前記人が前記制御装置によって運動するよう制御された軌道とは別の軌道で前記点を動かすときに、弾性的なしなやかさを提供するように構成される弾性要素を、少なくとも1つ備える。任意選択で、前記制御装置が前記なしなやかさの程度を設定する。

【0133】

本発明の例示的な実施形態において、前記要素は伸長可能である。

30

【0134】

本発明の例示的な実施形態において、前記要素は電力用導管を有する。

【0135】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、前記関節の角度位置を報告する少なくとも1つの位置センサを備える。

【0136】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、前記関節に印加された力を報告する少なくとも1つの力センサを備える。

【0137】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、前記運動を制御し、また、前記患者の体肢による運動を補助すること、前記患者の体肢による運動に抵抗を与えること、前記患者の体肢による運動を誘導すること、前記患者の体肢に運動するよう突付いて合図すること、及び前記患者の体肢を動かすこと、のうち少なくとも1つを提供するように構成される。

40

【0138】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、複数の異なるリハビリテーション訓練を記憶可能である。

【0139】

また、本発明の例示的な実施形態により、

50

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータと、

空間中で前記アクチュエータを支持するために一切力を必要としないように、前記アクチュエータを釣り合わせる少なくとも 1 つの錘と、
からなる、釣り合いが取れたりハビリテーション器械も提供される。

【0140】

また、本発明の例示的な実施形態により、

1 つのアクチュエータを用いて、軌道に沿った患者の運動を補助すること、と
前記軌道から外れた患者の運動に対して、前記軌道から外れた方向へのしなやかさをもった抵抗を与えること、

からなり、前記しなやかさは電子・機械的フィードバック・ループなしに、機械的に達成される、リハビリテーション方法も提供される。

【0141】

本発明の例示的な実施形態において、前記しなやかさはブレーキによって提供される。

【0142】

本発明の例示的な実施形態において、前記しなやかさは少なくとも 1 つの弾性要素によって提供される。

【0143】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は前記しなやかさを伴って、前記患者の運動を追跡することを含む。

【0144】

本発明の例示的な実施形態において、空間中の異なる点において、運動に沿って、異なる抵抗が提供される。

【0145】

本発明の例示的な実施形態において、空間中の同じ点において、異なる方向に、異なる抵抗が提供される。

【0146】

本発明の例示的な実施形態において、前記しなやかさは少なくとも 1 cm である。

【0147】

また、本発明の例示的な実施形態により、

患者の体の一部分と共に運動するように構成されたレバーと、
前記レバーによるモーター（前記レバーを動かすよう作動する）の逆転を阻止するように、前記レバーに作動可能に接続されたモーターと、

前記レバーと結合し、前記運動に弾力性を提供するバネと、
からなる、リハビリテーション装置も提供される。

【0148】

本発明の例示的な実施形態において、前記レバーがモーターの起こす運動とは異なる運動をする時にのみ、前記バネは前記弾力性を提供する。

【0149】

本発明の例示的な実施形態において、前記モーターを逆転させようとする、バネに力が加わる。

【0150】

本発明の例示的な実施形態において、前記バネには制御可能な予荷重が与えられる。

【0151】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は前記バネと平行に緩衝要素を備える。

【0152】

また、本発明の例示的な実施形態により、

患者の体の一部分と共に運動するように構成されたレバーと、

10

20

30

40

50

前記レバーを動かすように、該レバーに作動可能に接続されたモーターと、
前記レバーの運動を誘導するスロットと、
前記レバーと結合し、前記運動に弾力性を提供するバネと、
からなる、リハビリテーション装置も提供される。

【0153】

本発明の例示的な実施形態において、前記バネは前記スロットに組み込まれる。

【0154】

また、本発明の例示的な実施形態により、
径方向伸長レバーの極座標での運動を許容するように構成された、少なくとも1つの関節の第1のセットと、
前記第1のセットの極座標での運動を許容するように構成された、少なくとも1つの関節の第2のセットと、
前記レバーの運動に関連した圧縮をもち、そのため前記第2のセットの運動に対してしなやかさをもつ弾力要素と、
からなる、リハビリテーション用の多軸弾性要素も提供される。

【0155】

本発明の例示的な実施形態において、前記弾性要素は設定可能な予荷重を持っている。

【0156】

また、本発明の例示的な実施形態により、
患者の体の一部分と共に運動するように構成されたレバーと、
前記レバーを動かすように、該レバーに作動可能に接続されたモーターと、
前記レバーと結合し、前記運動に弾力性を提供するバネと、
を備え、前記バネは設定可能なしなやかさを有する、リハビリテーション装置も提供される。

【0157】

本発明の例示的な実施形態において、前記しなやかさは制御装置によって設定される。任意選択で、前記設定は連続的なものである。

【0158】

本発明の例示的な実施形態において、前記バネは設定可能な有効長をもつ薄板ばねである。

【0159】

また、本発明の例示的な実施形態により、
1つの中央部と2つの末端部からなる、少なくとも3つのテレスコープ部分と、
前記中央部を伸長する作動機構と、
前記末端部の1つと前記中央部とを連結する第1のラック・ピニオン機構と、
前記末端部の他の1つと前記中央部とを連結する第2のラック・ピニオン機構と、
該2つのラック・ピニオン機構を作動可能に連結するベルトと、
からなる、伸長機構も提供される。

【0160】

また、本発明の例示的な実施形態により、
地面や物体に対して装置を安定化させるためのベースと、
少なくとも半径30cmの体積部分において、少なくとも3つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータと、
を備え、前記装置は、
リハビリテーションを実行するの適した第1の配置と、
保管に適した第2の配置と、
の2つの配置を有し、また、前記装置は前記配置間を素人が手動で切り替えるように構成される、

携帯用リハビリテーション装置も提供される。

【0161】

本発明の例示的な実施形態において、前記装置は前記第2の配置のために分解される。

【0162】

本発明の例示的な実施形態において、前記装置は少なくとも1つのクイック接続を備える。

【0163】

本発明の例示的な実施形態において、前記装置は折り畳み式である。

【0164】

本発明の例示的な実施形態において、車のトランクに収納できるように、前記装置は平 10
らに折り畳める。

【0165】

本発明の例示的な実施形態において、前記装置は30kg未満である。

【0166】

本発明の例示的な実施形態において、前記装置には車輪が付いている。

【0167】

また、本発明の例示的な実施形態により、

患者の体の一部分と共に運動するように構成されたレバーと、

前記レバーと結合し、前記レバーの運動と相互作用するように構成されたモーター 20
と、

前記モーターと前記レバーとを相互接続し、既定の力を超えたときに前記レバーの
少なくとも一部を前記モーターから切り離すように構成された、少なくとも1つの分離可
能な要素と、

を備える、リハビリテーション装置も提供される。

【0168】

本発明の例示的な実施形態において、前記要素は剪断ピンからなる。

【0169】

本発明の例示的な実施形態において、前記要素は分離可能な関節からなる。

【0170】

本発明の例示的な実施形態において、前記要素は前記レバー本体と前記レバーに取り付 30
けられるアタッチメントと間に接続される。

【0171】

また、本発明の例示的な実施形態により、

患者の体の一部分と共に運動するように構成されたレバーと、

前記レバーと結合し、前記レバーの運動と相互作用するように構成されたモーター 40
と、

前記モーターと前記部分とを相互接続する少なくとも1つの弾性要素と、

安全性の問題を同定して、前記見極めた直後に前記モーターを停止する（前記弾性
要素は該停止が即時的となるのを防ぐ）ように構成された制御装置と、

を備える、リハビリテーション装置も提供される。 40

【0172】

本発明の例示的な実施形態において、前記装置は、少なくとも半径30cmの体積部分
において、少なくとも3つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互
作用する力を印加することができる運動機構を備えるアクチュエータを備える。

【0173】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、前記患者による叫び声を検出す
ることにより、前記安全性の問題を同定する。

【0174】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、前記患者の身体の点の少なくと
も1つの位置を計算し、計算の結果を1つ以上の許容値と比較することにより、前記安全 50

性の問題を同定する。

【 0 1 7 5 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な運動機構を備えるアクチュエータと、

リハビリテーションを補助するように構成された少なくとも 1 つのアクチュエータと、

患者の運搬装置をロックするように構成されたドッキング・ポートと、
を備える、リハビリテーション・ドッキング・ステーションも提供される。

10

【 0 1 7 6 】

本発明の例示的な実施形態において、前記ポートは、車椅子に係合するように構成される。

【 0 1 7 7 】

本発明の例示的な実施形態において、前記ポートは、ベッドに係合するように構成される。

【 0 1 7 8 】

本発明の例示的な実施形態において、前記ステーションは可動式である。

【 0 1 7 9 】

本発明の例示的な実施形態において、前記ステーションは第 2 のアクチュエータのアタッチメントのための少なくとも 1 つのポートを備える。

20

【 0 1 8 0 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な、運動機構を備えるアクチュエータを用意すること、

前記アクチュエータを人体上の 1 点に結合すること、及び

前記アクチュエータにより力ベクトルを前記点に印加すること（前記力は回転を含む）、

30

からなる、リハビリテーション方法も提供される。

【 0 1 8 1 】

本発明の例示的な実施形態において、前記力ベクトルは該力ベクトルに対して少なくとも 2 つの回転方向をもつ。

【 0 1 8 2 】

本発明の例示的な実施形態において、本方法は、前記第 1 の力と同時に、第 2 の力を前記人体の少なくとも第 2 の点に印加することを含む。

【 0 1 8 3 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な、運動機構を備える第 1 のアクチュエータを用意すること、

前記第 1 のアクチュエータを人体上の第 1 の点に結合すること、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な、運動機構を備える第 2 のアクチュエータを用意すること、

前記第 2 のアクチュエータを人体上の第 2 の点に結合すること、及び

40

50

前記 2 つのアクチュエータを用いて前記 2 つの点に異なる力を印加することからなる、リハビリテーション方法も提供される。

【 0 1 8 4 】

本発明の例示的な実施形態において、前記第 1 のアクチュエータは回転を提供する。

【 0 1 8 5 】

本発明の例示的な実施形態において、前記の異なる点は同じ体肢上にある。

【 0 1 8 6 】

本発明の例示的な実施形態において、前記の異なる点は異なる体肢上にある。本発明の例示的な実施形態において、本方法は、2 つの体肢と一緒に訓練することを含む。代替的に又は付加的に、本方法は一方の体肢から他方の体肢へ運動をコピーすることを含む。

10

【 0 1 8 7 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、少なくとも 3 つの該アクチュエータの運動自由度で、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加することができ、かつ、前記体積部分内の任意の点、任意の方向における実質的な運動を阻止可能な、運動機構を備えるアクチュエータを用いて、1 器官上の少なくとも 1 点の運動を制御することと、

該器官上の少なくとも第 2 の点の位置を制御することと、

前記運動及び前記位置から、前記器官の少なくとも 1 つの関節の曲がり量をコンピュータによって再現すること、

からなる、逆運動学の方法も提供される。

20

【 0 1 8 8 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

少なくとも半径 30 cm の体積部分において、患者の体肢の運動と相互作用する力を印加可能な運動機構を備えるアクチュエータと、

患者の支持具と、

前記患者と前記支持具のうちの少なくとも 1 つと前記アクチュエータとの相対位置に従って、リハビリテーション訓練を調整するように構成された制御装置と、からなる、リハビリテーション装置も提供される。

【 0 1 8 9 】

本発明の例示的な実施形態において、前記相対位置を決定するために、該装置は距離センサを備える。

30

【 0 1 9 0 】

本発明の例示的な実施形態において、前記相対位置を決定するために、装置は画像処理センサを備える。

【 0 1 9 1 】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は前記患者と前記アクチュエータとの相対配置に関係する。

【 0 1 9 2 】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、相対位置が 2 次元においてのみ異なっているとみなす。

40

【 0 1 9 3 】

本発明の例示的な実施形態において、該装置は、望ましい患者配置を示すポイントを備える。

【 0 1 9 4 】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、前記相対配置を決定するために前記アクチュエータを使用するように構成される。

【 0 1 9 5 】

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、望ましい相対配置を示すために前記アクチュエータを使用するように構成される。

【 0 1 9 6 】

50

本発明の例示的な実施形態において、前記制御装置は、訓練セッションの間に、また患者の運動に応じて、前記訓練を直ちに調整するように構成される。

【0197】

また、本発明の例示的な実施形態により、
訓練と支払コードとの対応を保存する記憶装置と、
リハビリテーション訓練を制御し、また、前記記憶装置から前記訓練に対応するコードを含むレポートを生成するように構成された制御装置と、
からなる、リハビリテーション装置も提供される。

【0198】

また、本発明の例示的な実施形態により、
体部位の運動を支持するように構成された少なくとも1つのアクチュエータと、
該アクチュエータに付属して前記運動を測定する、少なくとも1つのセンサと、
前記評価された運動を分析して運動の特性の指標を生成し、また、前記運動特性指標に
応答してリハビリテーション計画を修正する制御装置と、
からなる、リハビリテーション装置も提供される。

【0199】

本発明の例示的な実施形態において、該制御装置は、評価した運動の特性に従ってその後の訓練の選択を修正する。

【0200】

本発明の例示的な実施形態において、制御装置は評価した運動の特性に従ってその後の訓練のパラメータの選択を修正する。

【0201】

本発明の例示的な実施形態において、使用される該運動特性指標は、2 / 3 べき法則への適合度として定義される。

【0202】

また、本発明の例示的な実施形態により、
人に少なくとも1つの訓練を実行させることと、
前記少なくとも1つの訓練の結果から、前記人の精神状態を評価することと、
前記評価に従って、少なくとも1つの第2の訓練を自動的に選択することと、
からなる、リハビリテーション方法も提供される。

【0203】

本発明の例示的な実施形態において、前記精神的段階の評価は、2つの訓練（一方が、より高いコンプライアンスを引き出すと期待される）の間で遂行を比較することを含む。

【0204】

本発明の例示的な実施形態において、前記精神的段階の評価は、患者の最大能力をそれに対する偏差を決定する基準として用いて、1つの訓練における遂行を比較することを含む。

【0205】

本発明の例示的な実施形態において、前記評価は自動的になされる。

【0206】

また、本発明の例示的な実施形態により、
運動課題を行う患者の能力を決定すること、
非運動課題を行う患者の能力を決定すること、及び
前記決定に応じて、患者の訓練または訓練のパラメータを自動的に選択すること、
からなる、リハビリテーション方法も提供される。

【0207】

本発明の例示的な実施形態において、前記選択は、指示またはフィードバックの様式を知覚能力に適合させることを含む。

【0208】

本発明の例示的な実施形態において、前記選択は、指示またはフィードバックの様式を

10

20

30

40

50

認知能力に適合させることを含む。

【 0 2 0 9 】

本発明の例示的な実施形態において、前記選択は、前記運動及び前記非運動能力の両方のリハビリテーションをするようにデザインされた訓練（又は一連の訓練）を含む。

【 0 2 1 0 】

本発明の例示的な実施形態において、前記訓練は視覚 - 運動協調のリハビリテーションを行う。

【 0 2 1 1 】

また、本発明の例示的な実施形態により、

少なくとも半径 30 cm の体積部分内の空間位置に、先端部を有する電動アクチュエータを動かすことと、

患者に前記先端部に対抗して力を加えるように指示し、前記アクチュエータは前記力に対応した抵抗力を与えること、

からなる、リハビリテーション方法も提供される。任意選択で、本方法は、空間位置に応じた抵抗力を選択することを含む。

【 0 2 1 2 】

本発明の非限定的な実施形態について、図面を参照しながら以下に説明する。図面は概して同じ縮尺では表示されておらず、いずれの寸法も単なる例示であって、必ずしも限定的なものではない。図面において、1つ以上の図面に現れる同一の構造、構成要素または部品については、それが現れる全ての図面において、なるべく同一若しくは類似の番号の引用符号が付けられている。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 2 1 3 】

[概 論]

本発明の一部の実施形態の方法及び器械は、身体の一部の、制御された、又は部分的に制御された、若しくは指示された運動を提供する。以下の節では、最初に例示的な装置（関節アーム）のデザインを説明し、次いで様々なリハビリテーション方法、それから付加的なリハビリテーション装置のデザイン及び使用法について説明することにより、この装置を説明する。本発明は、特定の装置を説明するために使用される特定の装置に制限されるとみなされるべきでない。むしろ、本方法の多くは様々な装置によって実行することができる。該装置の多くは、様々な方法を実行するために使用することができる。

【 0 2 1 4 】

[関節アームのデザイン]

図 1 は、本発明の例示的な実施形態による、関節アーム式のリハビリテーション器械 100 を模式的に示したものである。説明の一部において、ここで説明する他の装置についても、説明の便利のため装置 100 が参照される。用語「システム (system)」は、一部の個所で直接装置 100 を参照する代わりに使用されており、また複数の装置及びモニターを含むことがある。

【 0 2 1 5 】

装置 100 は、テーブル又はその他の台座 104 から上方に突き出る関節アーム 102 を備える。アーム 102 の先端部 108 は、様々な 3 次元軌道を移動することのできる制御点として機能する。任意選択で、台座 104 を床に固定するに代わりに、任意選択の加重ベース 106（図示されない場所に配置される）によって台座の重量を重くして、使用中に装置 100 が傾いたり転倒したりしないようにすることもできる。任意選択で、ベース 106 は、アームに動力を供給するために使用する電子器械を備える。代替的に又は付加的に、重量 106 は一時的な重量（例えば水で満たした囊）である。その他の例示的な一般的レイアウトを以下に示す。

【 0 2 1 6 】

本発明の例示的な実施形態において、アーム 102 は、3次元空間の運動をサポートする関節アームである。代替のデザイン（例えば1つの関節と伸長アームに基づいたもの）

を以下に説明する。

【0217】

本発明の例示的な実施形態において、アーム102は複数の関節112によって相互に接続される複数の部分110からなる。本発明の例示的な実施形態において、例えば、ロボットアーム技術分野で知られるように、各関節は電動式である。代替的に又は付加的に、例えば、以下に説明するように、各関節は選択的にロック可能である。任意選択で、各関節に角度位置センサを、及び/又は先端部108に位置センサを備えるため、アーム102及び/又は先端部108の空間位置を決定することができる。関節は1、2又は3以上の自由度を持つ関節とすることもできる。

【0218】

本発明の例示的な実施形態において、アーム102（例えば、そのロック、及び/又は力印加、及び/又は運動）は、制御装置114（例えばパーソナル・コンピュータ、又は専用の組込型コンピュータ）によって制御される。任意選択で、ディスプレイ116、及び/又は利用者入力デバイス118が、利用者との対話に使用される。任意選択で、ディスプレイ116は、オーディオ・ディスプレイ（例えば、音及び/又は言語の、指示及び/又はフィードバック提供する）からなる（又は、これに限定される）。

【0219】

例えば、後ほど図2で説明するような利用のために、遠隔地のコンピュータ、及び/又はその他のユニットとの接続のための外部接続120が、任意選択で備えられる。

【0220】

装置100の一部の実施がコンピュータを全く含まないことに注目すべきである。一部の実施は電力を全く必要としない。ある例では、機械式コンピュータが、装置パラメータを制御するために使用される。本発明の一部の実施形態において、ブレーキシシステムを使った運動への抵抗（任意選択で可変である）が提供される。

【0221】

[アームの詳細]

以下により詳しく説明するように、本発明の例示的な実施形態による様々なリハビリテーション方法は、アーム102又は以下に説明する他の装置からの、多様なタイプの運動、及び/又は、反応性を必要とする。本発明の一部の実施形態におけるリハビリテーション用装置100の使用は、例えば運動の滑らかさ、反応性、軸間の結合、釣り合わせ、及び/又はサポートされる可動域、について一定の制限を装置100に課す。

【0222】

例えば、本発明の例示的な実施形態による一部の様式のリハビリテーションは、軌道に沿って先端部108を動かすことを患者に要求する。抵抗は予め軌道に沿って定義される、場合によっては全く抵抗が与えられないこともある。どのような場合でも、患者の運動が正しい限りは、装置100が患者の運動に悪影響を与えないことが望ましい。ある具体例において、先端部108は、特定の軌道に沿った運動には何も抵抗を与えず、特定の軌道に沿わない運動には強く抵抗する。そのような先端部を、「ニュートラルに誘導された運動の先端部」と称する。

【0223】

ニュートラルな方法（例えば、少なくとも運動の軌道に沿って抵抗を提供しない）で一般化された3次元軌道をサポートするために、アーム102は、所定の実用的な可動域（例えば半径0.8メートル以下、例えば0.5メートル以下の球）内に特異性点を持たないことが、任意選択で要求する。用語「特異性」は、そこから隣接点に移動するのに、1つ以上の関節の限界を通過し、関節位置の比較的大きな変化（一般に時間を要し、患者には急激な抵抗や遅延を与える）を要するような、点及びアーム位置を定義するために使用される。さらに、ニュートラルな運動の提供は、均一な（かつ望ましくはゼロの）抵抗が所望の可動域内の任意の点に提供されることを意味する。あるいは、本発明の一部の実施形態において更に重要なことは、抵抗の任意の変化が滑らかなことである。一部の実施形態において、アーム102は相殺する力を提供するか、運動を提供することさえある。そ

10

20

30

40

50

のような力の均一性と制御性は、本発明の一部の実施形態において必要とされる。一部の実施形態において、先端部 108 は、体肢が浮力を感じるように患者の体肢を支持するように構成される。

【0224】

アーム 102 が印加及び / 又は抵抗できる力の大きさは、用いるリハビリテーション療法による。例えば、あるリハビリテーション様式は、先端部 108 に印加される例えば 100 kg に及ぶ力に耐えて、不正確な運動に完全に抵抗するアーム 102 を必要とする。別の例では、患者が抵抗を感じる一定レベル（例えば 1 kg）までの力でアームが運動に抵抗すれば足りる。一部の実施形態においては、患者が力に逆らって不注意に先端部 108 を動かさないようにするために、気付かせる力（例えば 10 kg）は有用である。

10

【0225】

本発明の例示的な実施形態において、先端部 108 の可動域は 50 × 50 × 50 cm の体積部分に及ぶ。他の実施形態においては、これより小さいか、これより大きな体積部分が提供される。該体積部分は矩形である必要はない。任意選択で、該体積部分は先端部 108 の 1、2 又は 3 軸の周りの回転も含む。一部の実施形態において、先端部の可動体積部分は、1 又は 2 次元（つまり、面内または線に沿ったもの）である。

【0226】

本発明アームの一部の実施形態において、発明に係るアーム 102 は、自然な方法か、少なくとも患者の運動を邪魔しない方法で、患者の活動に対応することが求められる。本発明の例示的な実施形態において、アーム 102 の応答性は 10 ms より速く、より望ましくは 5 ms より速い。

20

【0227】

多くの機械システムの一般的な性質に、製造公差、検出公差、設計、及び / 又は構造の非最適性により、いくらかの管理できない運動の自由が得られる、というものがある。本発明の例示的な実施形態において、装置 100 における制御されない自由な運動の総量は 5 mm より少ないか、2 mm より少ない。本発明の一部の実施形態において、バネ荷重機構は、抑制されないバックラッシュ運動を抑制するために使用される。

【0228】

そのような可動域と、応答性、および力を実現するためのロボット技術が、恐らくは高コストなものであるが、よく知られている。以下に、これに適した更なる多様な技術を説明する。任意選択で、制御装置 114 は、これらの対象に対して他動的、自動的、若しくは応答的な方法で、アーム 102 を制御する。本発明の例示的な実施形態において、アーム 102 のそのような能動制御の結果、アーム 102 の慣性モーメントの少なくとも 80 % 以上が補償される。異なる状況（例えば、応答性が高いか低いか、または、制御できない自由が大きい小さいか）に対しては異なる値が要求されることに注目すべきである。

30

【0229】

アーム 102 は、例えば 1 メートル、0.8 メートル、0.5 メートル、0.3 メートル、又はこれより幾分長い、短い、若しくはその中間の長さをもつ。

【0230】

[運動タイプ]

40

説明したような装置 100 において、制御される運動は 1 つの点（すなわち先端部 108）の運動である。先端部 108 のための様々なアタッチメントを用意することによって、先端部 108 は、例えば骨、関節、または身体の別の部位に接続される。アタッチメントは、例えばストラップを使用して、又は患者の協力又は患者の活動に依存して、ハンドル又はレストとして剛性がある。例えば、手、腕、肘、膝、足首、及び / 又は肩用の個別のアタッチメント装置が提供される。更に、以下に説明するように、複数の先端部 108 が（任意選択で、各個々のアーム 102 と共に）同じ若しくは異なる体部位上にある身体の様々な点に付けるアタッチメント用に提供される。

【0231】

リハビリテーションを提供する際、例えば次に列挙するものの 1 つ以上の、多様なタイ

50

プの運動がサポートされる。

【0232】

a) 受動運動。先端部108が(装置100により)動かされて、患者はそれと一緒に動く。

【0233】

b) 抵抗運動。患者は先端部108を動かし、抵抗に対抗する。抵抗は大きさが可変でも、すべての方向で均一でも、方向性があってもよい。

【0234】

c) 補助運動。患者が先端部108を動かす時に、アーム102に関する正のフィードバックが、患者が動く方向の運動の力を増大させる。

10

【0235】

d) 力場運動。患者は先端部108を動かす。一定の軌道に沿って、あるレベルの抵抗(または無抵抗)に対抗する。軌道からの逸脱は許されないか、抵抗を受ける。図3Aはそのような力場の例を示す。「正しい」軌道302に沿った運動は抵抗を受けないか、場合によっては助力を受ける。軌道302を取り囲む体積部分304において、増大した抵抗が示される。周辺の体積部分306において、より一層大きな抵抗が示される。外側の体積部分308において、運動の阻止が提供される。本発明の例示的な実施形態において、軌道302から外れたときに、軌道302を向いた修正力ベクトル310が印加される。任意選択で、修正力の代わりに、抵抗が軌道302からの距離の関数として変化し、従って、先端部108の運動は、自然に軌道302に戻るよう促される。図3Bは、経路からの逸脱と印加される力との間の例示的な関係を示すグラフである。任意選択で、該力は経路方向に印加される。代替として、該力は、恐らくは一方向の抵抗力である。

20

【0236】

このタイプの運動は、患者が所望の運動をトレーニングするのに支援するために使用できる。

【0237】

e) ミラー運動。例えば、以下に説明するような2肢リハビリテーションのために、先端部108の運動は、異なる要素の運動の軌道を忠実に映し出すことが要求される。

【0238】

f) 自由運動。患者は望む通りに(場合によっては、フィードバックを受けながら)先端部108を動かす。患者(若しくは療法士又は介護士)が先端部108を動かすときに、装置100は、その運動を後で再生するために記録することができる。再生モードで事前に記録された運動(または経路)は、任意選択で別のモードを使って再現される。任意選択で、記録された経路は、例えば自動で、又は手動で修正される(例えば、滑らかにする等の編集がなされる)。

30

【0239】

g) 一般力場。何らの特定の軌道と関係なく、力場、及び/又は補助力場が定義される。例えば、利用者が実行するための一定の範囲の軌道、若しくは、シミュレートされた現実または仮想の状態(例えば、水、障害物のある領域)が許容される。

【0240】

40

h) 局所力場。小さな場所だけに、及び/又は1又は2次元でのみ印加される力場。

【0241】

i) 限定運動。対象者の身体の1つ以上の点が、支持されるか、運動を抑制される。任意選択で、そのような点と患者への動く点とのなす角が測定される。ある例では、肩の運動だけを許容する専門器具によって肘が固定される。一部の実施形態において、該制限は部分的であり、及び/又は、可動要素(例えばアーム102)によって提供される。

【0242】

j) 主導運動。患者が運動(例えば1cmの動き、又は100グラムの力)を開始し、装置100が該運動を完遂するか、患者が完遂するのを手助けする。運動の完遂は、軌道全体でも、軌道の一部についてであってもよい。

50

【 0 2 4 3 】

k) 示唆運動。装置 100 が運動を開始し、患者はそれを完遂する。装置 100 は、様々な方法で（例えば、運動が始まった後に、ここで説明するモードの 1 つに変更することにより）残りの運動を補助することができる。患者が、運動の捕捉に失敗すると、装置 100 は合図（例えば音声の合図）を出す。1 つの運動軌道の異なる部分は、それぞれ機械始動定義を持つ。任意選択で、患者の動きが遅すぎる場合には、装置 100 が運動を開始する。

【 0 2 4 4 】

l) 合図運動。別のモードによる運動が始まる前に、患者はシステムから合図を受け取る。該合図は、例えば、先端部 108 の振動、皮膚に付けた刺激パッド、音声または視覚的な合図とすることができる。本発明の一部の実施形態において、合図の強さ、及び / 又はそのタイミング、及び / 又は他の進行中の活動（例えば視覚的表示やゲーム）が、異なるモダリティ間の運動協調（例えば手 - 目手運動協調）のトレーニングを支援するために使用される。運動による合図は、運動覚のトレーニングに使用することができる。

【 0 2 4 5 】

m) 教育モード。装置 100 に運動を覚え込ませる。ある例では、療法士が運動を実行し、各点における運動パラメータが記録されて、これを訓練に使用することができる。システムに覚え込ませる別の方法は、療法士が使用する経路を使用するものである。療法士は、制御器を使って覚えさせる点を示すか、あるいは全軌道を覚えさせるための連続モードを定めてもよい。任意選択で、経路と点は再生前に編集される。任意選択で、例えば、スムージングや運動点の特定によって、再生前に該経路は抽出される。

【 0 2 4 6 】

このように、本発明の一部の実施形態において、リハビリテーション装置 100 は、等運動性 (Isokinetic)、等張性 (Isotonic)、及び平衡 (Isostatic) 訓練の 1 つ以上を提供することができる。

【 0 2 4 7 】

先端部 108 が追従する軌道の定義には、速度パラメータ（例えば、経路の軌道、速度の軌道、力の軌道）を含むことができることは高く評価されるべきである。例えば、ある一定の速度で先端部 108 を動かすことを、利用者は補助され、又は急き立てられ、又は、要求される。速度は、例えば絶対速度あるいは相対速度である（例えば、一定速度、又は不均一なプロファイルに合致する速度が要求される）。

【 0 2 4 8 】

任意選択で、角度軌道（先端部 108 の角度向きの制約を設定する）が定義される。一部の実施形態において、該制約は 1 次元のものである。他の実施形態では、2 次元または 3 次元となる。

【 0 2 4 9 】

特定のリハビリテーション・シナリオにおける速度、角度、及び空間軌道は、それぞれ上述の運動タイプの異なるものに属することがある。例えば、速度軌道が自由、または補助されていても、空間軌道が力場タイプとなる場合がある。軌道及び / 又はそのパラメータも、時間の関数として、及び / 又は前回の遂行の関数として、軌道に沿って変わることがある。例えば、軌道の前半部分でしっかりと（又は期待以上に）実行された運動のタイプに対しては、軌道の後半部分ではより少ない補助が提供される。

【 0 2 5 0 】

軌道は、例えば、装静止点または置 100 上の異なる点の関数として、絶対的に定義される。別の実施形態においては、軌道は全く相対的である。例えば、出発点に関係なく、患者が腕を直線上に動かすことを要求する。また別の実施形態においては、軌道は部分的に相対的である。一度運動が開始すると、それが軌道の残りの形状を決定する。例えば、軌道の最初の部分が、患者が立っているのか座っているのか、そこからどのようなタイプの手の動きが予測されるのかを示唆する。

【 0 2 5 1 】

一部の実施形態においては、以下に説明する様に、複数の点 108 が定義されるとき、各点の運動タイプは異なるタイプとなる場合がある。一部の実施形態において、定義されるものは、空間内の 2 つ以上の点の関数としての軌道である。例えば、2 つの点を、肘の配置（例えば上腕骨と前腕の骨とのなす角）を定義するために用いる場合、軌道の制約は肘の運動に基づいて定義される場合がある。そのような運動は、空間において相対的（例えば該 2 点の比較）であって、絶対的（例えば装置の基準点と比較する）ではない。別の例において、異なる点に対しては、異なる制限（例えばある点における角度制限と別の点の速度制限）が与えられる。

【0252】

本発明の一部の実施形態において、空間上の各点が、速度、力、及び / 又は回転（これら全ては、スカラー量又はベクトル量を取りうる）と結び付けられた、テンソル又はテンソル場が提供されることに注目すべきである。

10

【0253】

本発明の一部の実施形態において、軌道上の異なる部分に対して、又は（例えば特定のアームのための）空間の異なる部分に対して、異なるモードが定義される。任意選択で、実際の遂行に基づいて、モードが誘発される。例えば、運動速度が一定の閾値以下にある場合、より支援的なモードが提供される。同様に、閾値以上の休止は、より支援的なモードを示唆する。正確な運動は、より支援の少ないモードを示唆する。

【0254】

本発明の例示的な実施形態において、患者の運動の限界（例えば、関節可動域）に近づく時、又は認知的な限界（例えば、空間無視帯、又は例えば長時間の運動に対する時間無視）に近づく時に、モードは自動的に変更される。

20

【0255】

[使用例]

図 4 A は、本発明の例示的な実施形態による、装置 100 の使用方法のフローチャート 400 である。

【0256】

402 において、装置 100 の電源が投入される（電気装置のために）。任意選択で、アーム 102 に触れるか一定量動かした時に、装置 100 は起動する。代替として、アーム 102 の運動が、装置 100 に電力を供給する。

30

【0257】

404 において、遠隔接続 120 が使用される場合は、装置 100 は任意選択で指示（例えば、提案する活動、及び / 又は期待される経過、及び / 又は他の場所での理学療法からの結果など）をダウンロードする。任意選択で、患者は、ユーザ入力 118 により、例えばコードを使って、リストから名前を選択して、若しくは、スマートカード又は磁気カードを使って、装置 100 に自身を確認させる。任意選択で、患者のリハビリテーション情報はそのような磁気カードやスマートカード上に、又は携帯フラッシュメモリ装置または携帯ハードディスク上に保管されるか、索引が付けられる。

【0258】

406 において、実行する活動が選ばれる。より自動化された装置においては、選択は、例えば自動的に行われるか、表示される選択肢のリストから患者が行う。それほど自動化されていない装置においては、例えば、リハビリテーション・センターや指導療法士から提供されたチャートに従って患者が行う。

40

【0259】

408 において、アーム 102 は、任意選択で、例えば、装置 100 により、又は患者により（例えば、患者が直接に、又は装置 100 がそうすることを許すことにより）、開始位置に移動される。一部の軌道では、開始位置が予め決定されていないことに注目すべきである。その代わりに、実際の開始点が、残りの軌道を定義するために使用される。

【0260】

本発明の一部の実施形態において、システムに対する患者の位置が示され、又は測定さ

50

れ（例えば、視覚システムによって、機械式アタッチメントによって）、プログラムがそれに応じて修正される。

【0261】

場合によっては、装置100は別の方法で調整される。例えば、特定のハンドルが先端部108に取り付けられ、又は装置の脚は上げられ、又は下げられる。折り畳み式装置（例えば、折り畳み脚）では、該装置はセットアップされる。任意選択で、該セットアップは、装置100を作動させる前に行われる。

【0262】

410において、患者が活動の準備ができていることを確実にするために、任意選択のウォーミングアップ・セッションが患者に実施される。任意選択で、1つ以上の生理的なセンサ、例えば筋肉温度センサ（例えば皮膚表面）が、患者が十分にウォーミングアップしたことを裏付ける（例えば、安全機能として）ために使用される。

10

【0263】

412において、現在の予想される能力を確認するために、任意選択で患者はテストされる。

【0264】

414において、テストの結果は、例えば、テスト中の患者の達成の良し悪しによって、選択された活動の1つ以上のパラメータを修正するために、又は違う活動を選択するために、任意選択で使用される。例示的な修正は、次のものを含む。予期される速度の減速、予期される力又は抵抗力の緩和、予期される又は許容される関節可動域及び反復回数の緩和。

20

【0265】

416において、活動（例えば、反復20回の連続他動運動、又は軌道全体に沿った0.5kgの抵抗を伴う患者による運動）が実行される。別の例では、抵抗は速度の関数として増大し、又は速度が所定の速度軌道より高いか低いと、任意選択で上述のモードの1つ若しくは複数の組み合わせを用いる。

【0266】

418において、活動の間に任意選択で行われる各種の測定が、任意選択で記録される。そのような記録はまた、活動と同時に実行されてもよい。

【0267】

30

420において、活動に基づいたフィードバックが、例えば、患者、リハビリテーション専門家、及び/又は装置100に提供される。任意選択で、患者の生理的な状態についてのフィードバック（例えば、運動の不整に基づき、及び/又は脈拍、その他の生理学的パラメータに基づいて疲労を決定すること）も提供される。

【0268】

422において、もう一度活動を繰り返すか、及び/又は新しい活動を選択するか、任意選択で決定される。そのような決定は、例えば患者の経過、及び/又は疲労に基づいてなされる。

【0269】

本発明の例示的な実施形態において、装置100は、自動的にCPTコードその他の請求のために使用されるレポートを生成する。代替として、人間の療法士が承認し、及び/又は修正するレポートが生成される。本発明の一部の実施形態において、患者の経過は、将来予想される支払い、及び/又は訓練、及び/又は提案された人間による指導を評価するために使用される。任意選択で、そのような将来的な要素、患者の改善、経過時間、及び/又はシステムを使用中の、また、システムを使用して改善中の患者のモチベーションが、将来の保健医療機関による経済的支援の決定に使用される。

40

【0270】

本発明の例示的な実施形態において、所定の時間（例えば数週間）の後に、機能または他の測定において全く改善が見られない場合、経済的支援を停止する決定することができる。別の例では、文書化された一定の改善（例えば患者の精度）に基づいて、治療支援が

50

伸長され得る。別の例では、治療費の支払い人は、最小のシステム利用（例えば、システムが患者の家に届けられた場合）を要求することができる。該支払い人は、現在の利用報告書（おそらくはオンラインで）を精査して、利用を伸長するか停止するか決定することができる。

【 0 2 7 1 】

本発明の例示的な実施形態において、システムは、例えば参照テーブル（各訓練は対応するコードをもつ）を使用して、単にコード及び／又はレポートを生成することができ、また、モチベーションや計画の完了といった、他の要素に関するレポートも自動的に生成する。

【 0 2 7 2 】

[計画と長期の過程]

図 4 B は、本発明の例示的な実施形態による、装置 1 0 0 の長期使用のフローチャート 4 3 0 である。

【 0 2 7 3 】

4 3 2 において、リハビリテーションが必要と認定された新しい患者が、恐らくは装置 1 0 0 を利用して、テストされる。例えば、そのようなテストには関節可動域のテスト、空間の異なる点における最大印加力のテスト、及び／又は力制御及び運動制御の精度のテストが含まれる。本発明の例示的な実施形態において、装置 1 0 0 は、体肢の寸法を計算する（又は、カメラで検出し）、予め保存された訓練を調整するために（例えば、それらの軌道、及び／又は開始点を調整するために）、体肢の寸法を使用する。

【 0 2 7 4 】

4 3 4 において、患者に必要なものを決定し、リハビリテーションの目的を立案するために、テストの結果が分析される。この処理は、例えば手動的か、自動的か、又は装置 1 0 0 から支援を得ての手動的なものである。

【 0 2 7 5 】

4 3 6 において、リハビリテーション計画が作成される。この計画には、例えば、1 つ以上の予想経過チャート、種々の許可された及び／又は必要な訓練、計画の様々なパートに対する訓練パラメータ、訓練の難易度の増減の設定、許容された及び／又は必要な訓練の順序、各訓練の反復回数、ウォーミングアップ要件、記録すべきデータのリスト、患者が変更できる情報のリスト、1 つ以上の満足すべき安全性パラメータ、及び／又は患者に警告を出す 1 つ以上の警報値、及び／又は患者の経過観察が必要なリハビリテーション、が含まれる。リハビリテーション計画の作成は既知の作業であるが、例えば、1 つ以上の長期リハビリテーションの可能性（複数回の短い期間に、自宅で装置を使用可能にすることが必要になる）、1 つの装置を使用した複数回の活動の提供、遠隔観察の必要性、及び／又は本発明の一部の実施形態における装置のプログラム可能性及び応答性、を考慮した計画は特有のものである。計画は手動、自動、又は装置 1 0 0 の補助を得て手動で作成される。例えば、最初の計画は自動作成され、その後、人の手によって注記が付され、又は承認される。

【 0 2 7 6 】

4 3 8 において、観察されながら計画が実行される。本発明の例示的な実施形態において、観察は手動式である。代替として、少なくとも観察の一部が自動で行われる。

【 0 2 7 7 】

4 4 0 において、観察に応じて計画が修正される。例えば、経過の遅延が認められると、計画期間が変更される。

【 0 2 7 8 】

ある場合には、リハビリテーションの進捗につれて、新しい問題が発生または顕在化する。ある場合には、計画が修正される（4 4 0）。他の場合では、患者が初期に評価された時よりも概ね少ない程度に、テストが繰り返される（4 4 2）。

【 0 2 7 9 】

ある計画では、定期的なテスト（例えば患者の自宅にある装置 1 0 0 による）が、計画

10

20

30

40

50

の一部に組み込まれる。そのような評価テストは、いつリハビリテーションが完了するかを決定するために使用される。

【0280】

444において、リハビリテーションはほとんど完了し、例えばリハビリテーションの維持を確実にするため、又は他の理由（悪化防止、又は体肢／関節の不使用の防止等）によりトレーニング計画が任意選択で行われる。

【0281】

446において、患者の長期観察が行われ、例えば週に1度か月に1度、患者の能力がテストされる。

【0282】

448において、例えば、観察によって、又は一般的な定期検査によって、新たに患者が必要としているものが確認される。ある場合には、脳卒中のリハビリテーションを行っている患者は、しばらくしてから、進行性の関節炎状態のためにリハビリテーションが必要であると判断される。本発明の例示的な実施形態において、患者の個人プロフィールが作成される。例えば、そのようなプロフィールには、取り組むべき一連の事項（例えば運動の滑らかさ等）が含まれる。該事項は、時間をかけて、又はテスト中に一定の閾値が検出された（例えば、運動の特性が閾値以下になる）場合に、1つずつ取り組むことができる。

【0283】

ここで指摘するように、本発明の一部の実施形態の特有の性質は、長期治療、初期リハビリテーションからフォローアップリハビリテーション（例えば能力を維持する）まで患者を見守ること、及び診断、を含んだ様々な状況で装置100が使用されることである。

【0284】

本発明の例示的な実施形態において、患者の能力、及び／又は経過にスコアが付けられる。本発明の例示的な実施形態において、該スコアは、将来のリハビリテーションの必要性、及び／又はタイプを決定する上での補助に使用される。代替的に又は付加的に、スコアは、リハビリテーション訓練の効果を観察し、及び／又は訓練の選択を支援するために使用される。代替的に又は付加的に、スコアは、患者のニーズ（例えば個人的なリハビリテーションのニーズ又はバランスの取れたリハビリテーションのためのニーズ）を確実に満足させるために使用される。本発明の例示的な実施形態において、スコア採点は、進歩のあった範囲、進歩が無いために追加の治療または修正した治療が必要な範囲を確認するために使用される。

【0285】

〔スコアリングと時間評価〕

本発明の例示的な実施形態において、患者の能力、及び／又は経過にスコアを付けるために、次の手段の1つ以上が使用される。

【0286】

a) 運動スコアは、可動域、運動時間、力、滑らかさ、振戦が無いこと、振戦の程度、痙性、筋緊張、精度、運動の特性、及び／又は力の精緻さ（力の制御、例えば、卵を割らない）、のうち1つ以上を含む。これらは、例えば、指で摘む、手で握る、腕を動かす等、1つの関節、又は複合的な運動に対して規定される。さらに、例えば、患者が満杯のグラスを動かす速度や、ピック・アンド・プレイス（物をつまみ上げて、所定の位置に置く作業）の能力といった、一部の機能的なスコアが使用される。

【0287】

b) 認知スコアには、運動（運動技能）及び感覚（例えば知覚、聴覚）、反応速度、作業成功率、完成度、誤り、計画力、使用した指示の複雑さレベル（レベル1は、例えば画面及び音声による言語的指示に従うといった単純な視聴覚指示であり、一方、レベル5は、例えば、画面に写し出された3次元経路に従うといった、画面から運動への複雑な相互作用である）、の1つ以上が含まれる。

【0288】

10

20

30

40

50

c) 精神スコアは次のうちの1つ以上を含む。患者の能力及び／又は痛みの許容範囲において成功裏に完了した課題、自己作業の評価、システムから要求された催促の総量、使用の継続性（例えば在宅にで）。

【0289】

本発明の例示的な実施形態において、例えば、類似の損傷のデータベースを使用して、又は同じ時間にリハビリテーションしている複数の患者のスコアを使用して、患者のスコアは他の患者を基準に付けられる。代替的に又は付加的に、スコア採点は健全な体肢と不健全な体肢との間で行われる。

【0290】

本発明の例示的な実施形態において、スコア採点は診断の補助に使用される。本発明の例示的な実施形態において、患者を診断する時に、個々の体部位の能力、及び全体的能力に対してスコアが付けられる（例えば、適当な訓練をさせることによって）。本発明の例示的な実施形態において、装置100は、試験を行い、その結果を分析することによって、患者の能力を分析する。ある場合には、2つの訓練タイプを含む一連の訓練を行い、患者がどちらのタイプの訓練により良い応答をするかをテストする。患者の遂行の結果は、どちらの被制御変数が患者により良い又は望ましい効果を有したかを示す傾向を抽出するために分析される。任意選択で、人間の療法士は、初期の可能な訓練を選択する。代替的に又は付加的に、人間の療法士は、そのような訓練に何パーセントの時間を費やすかを決定する。スコア採点の方法や細かさは、患者の状態毎に、療法士によって、例えば、測定精度、スコアのダイナミックレンジ、又は、（例えば定量測定に対する）予測される結果を調節することによって調整される。

【0291】

本発明の例示的な実施形態において、患者は筋力スコアの増加を見せるが、精度には対応する増加を見せない場合がある（対応は、例えば、表に従って、又は同じ患者の、恐らくは同じ体肢の前の傾向による）。そのような場合、患者の訓練計画は、より多くの精度に焦点を絞った訓練と、より少ない筋肉増強訓練を含むように修正される。全てのリハビリテーション計画が複数指標の同時改善を目指すわけではないことは注目される。一部の計画では、1つの指標に焦点が当てられ、一度その指標で所望の改善が達成されると、別の指標に焦点が当てられる。

【0292】

本発明の例示的な実施形態において、進行中のスコアは、目標に達するまでの時間を評価するために使用される。任意選択で、そのような評価は次の1つ以上に基づく：モチベーション、生来の能力、および現在の能力的障害。任意選択で、生来の能力は、経過を追跡することによって評価される。任意選択で、異なる状況に対する一連の結果と評価された時間がデータベースに保存され、評価の作成に使用される。任意選択で、神経回路網が使用される。モチベーションが、以下に説明するような方法を用いて、任意選択で評価される。代替として、手動の評価が提供される。任意選択で、時間評価は満足されるべき様々なスコアの閾値も含む。例えば、ある評価は、一定のモチベーションが維持されていることが条件とされる。モチベーション減少の検知は、予測過程の更新の指示や、ある種の治療を提案するために利用することができる。

【0293】

[家庭での使用]

本発明の例示的な実施形態において、装置100は家庭での使用に適合している。そのような適合は、次の1つ以上の特徴を含む。

【0294】

a) 小型。例えば、装置100の占める床面積は、1平方メートルを未満である。任意選択で、装置100は標準の出入口（例えば60cm、70cm、または80cm幅）を通り抜けるのに適したサイズである。

【0295】

b) 簡素なインターフェース。本発明の例示的な実施形態において、装置100は、例え

ば、少ない選択肢、標準的な大人が理解できるようにデザインされた図や言語による使用説明及び／又はフィードバック等を含んだ、利用者への簡素なインターフェースをもつ。本発明の例示的な実施形態において、有線又は無線のペンダント形又は腕時計形の制御装置が使用される。例えば、該制御装置は、限定された命令セットを持ち、訓練選択ダイヤル、試運転または低速訓練モードを選択するためのボタン、訓練を開始又は停止する起動ボタン、訓練の難易度を増減するスライドボリューム又は１組のボタン、及びフィードバック用のＬＥＤ又は液晶ディスプレイ（例えば、不良に赤色ＬＥＤ、良に緑色ＬＥＤ）を備える。代替装置の実施形態において、装置１００は、音声作動式であり、例えばＩＶＲ（interactive voice response：音声自動応答装置）タイプのメニューシステムを使用して制御される。

10

【０２９６】

c) しなやかさ。本発明の例示的な実施形態において、装置１００は、多様なサイズの患者（または同居人）によって、多様な治療、様々な体部位及び／又は付属肢（例えば１、２、３又は４本の体肢、あるいは体部位、又はその他）に対して使用されるようにデザインされる。ある場合には、多様なアタッチメントが提供される。任意選択で、装置１００は、様々な向きでの、及び／又は家庭の活動及び／又は日常生活の活動に接近して（例えば、摂食のリハビリテーションのためにテーブルで）の配置に適合する。

【０２９７】

d) 無固定。本発明の一部の実施形態において、装置１００は、設置及び撤去を簡単にするため、表面に簡単に固定されるか、あるいは全く固定されない。

20

【０２９８】

e) 可動性。以下に詳述。

【０２９９】

f) 例えば、患者がベッドの中に、居間に、裏庭にいるとき等、その他の家庭の環境も任意選択でサポートされる。

【０３００】

本発明の例示的な実施形態において、装置１００はテレビやＨｉＦｉシステムなどの家庭用電気製品と接続される。本発明の例示的な実施形態において、患者はテレビから指示を受けることができる、あるいは、利用者がフィードバックとしてテレビを使ったシステムで遊ぶことができる。別の例では、セットトップ・ボックスが現地のプロセッサとして、及び／又は遠隔地にある局への通信ポートとして利用される。

30

【０３０１】

本発明の例示的な実施形態において、利用は、装置１００は家庭にあって、患者が一日に何度も利用するのに便利な場所に設置されていると、いう事実から成り立つ。ある例では、リハビリテーション活動は、一方で非リハビリテーション活動をして生活することを可能にしながらも、治療施設では不可能な、一日の大半（例えば、終日や半日）に及ぶように計画される。例えば、リハビリテーション計画は、１時間間隔で全日に及ぶ５分のセッションを要求することができる。

【０３０２】

別の例では、以下に詳述するように、装置１００は、患者が実生活の活動を行うこと、及び／又は実生活の物を使用することに協力する。このことは、特に食えることや服を着ることといった、実生活の状況に対処するための患者の能力の実際の進歩を案内する（そして達成する）リハビリテーション計画を可能にする。

40

【０３０３】

本発明の例示的な実施形態において、別々の家にある装置が、例えば家族や友人の間で相互接続される。任意選択で、参加者の１人は、装置１００（例えば、口の動きを使って装置のマニピュレーションを競い、又はゲームのプレイヤーのときには標準的なコンピュータ・インタフェースを使う）ではなく、コンピュータを使って対話をする。

【０３０４】

本発明の例示的な実施形態において、家庭での活動とクリニックでの活動が同期するよ

50

うに、装置 100 は外来診療所と通信する。任意選択で、患者は、自分の個人データの入った記憶素子（例えば USB メモリカード）を携行する。

【0305】

本発明の例示的な実施形態において、家庭のシステムは、患者が訓練するように催促（例えば、音声、電子メール、または SMS による催促など）を出す。

【0306】

[遠隔使用]

上述の通り、装置 100 は任意選択で分散システムの一部として使用される。図 2 は例示的な分散リハビリテーション・システム 200 を示す。

【0307】

1 つ以上のリハビリテーション器械 100 を持つ家が示される。例えばインターネット、CATV 網、携帯電話網、または電話網等のネットワーク 202 が、装置 100 をリモートサイトに接続する。本発明の例示的な実施形態において、リモートサイトはディスプレイ 206 及びユーザ入力 208 を備えるコンピュータ・ステーション 204 が配置されるリハビリテーション・センターである。1 つのステーション 204 が、任意選択によりリアルタイムで、複数の装置 100 を監視することができる。複数のステーション 204 が、同一の又は異なるサイトに備えられる。任意選択で、複数のステーション 204 が、1 つの装置 100 を監視するために使用される。例えば、各装置 100 は半熟練者による低レベルの監視を受けており、該半熟練者は困難な問題があれば、多くの未熟練者を管理し又は関係する熟練監視人に報告する。

【0308】

また、例えばラップトップ・コンピュータを使用した、任意選択の携帯接続 212 も図示されている。

【0309】

また、1 人以上の患者（例えば 100 人または 1000 人以上の患者）のデータを保存する、任意選択の遠隔データベース 210 も図示されている。ある場合には、データベースは、例えばリハビリテーションの現場、及び / 又は装置 100 に分散されている。

【0310】

本発明の例示的な実施形態において、同様の（又は重複した）食事、治療、及び / 又は予後に基づいて、及び / 又は相性により、患者のグループが 1 つのネットワークに集められる。本発明の例示的な実施形態において、グループのメンバーの経過は他のメンバーに公開され、恐らくは競争を駆り立てる。モチベーションの低い患者に対しては、支援グループが提供される。例えば、あるグループでは患者は他のメンバーより進歩しており、あるグループでは競争の代わりに集団行動が実施される。

【0311】

グループ活動の一例において、複数の患者の各々はロールプレイングゲームにおける役割を持っている。各患者 / 役割の難しさは、患者の能力によって設定される。グループリーダーが選出されることもある。別の例では、各プレイヤーは、グループリーダーの運動、及び / 又は指示をコピーすることを要求される。任意選択で、各プレイヤーは、装置 100 によって能力以上の無理をしないよう保護される。

【0312】

他のタイプの利用者は、監視人に加えて、例えば患者の一般開業医、家族、又は介護士がログオンし、患者の経過を点検することができる。

【0313】

遠隔リハビリテーションは、例えば次の 1 つ以上の、複数の経路をたどることができる。

【0314】

a) リアルタイム監視。任意選択で、療法士が問題を検知し、及び / 又は患者に助言できるように、装置 100 に隣接してカメラ 214 が備えられる。任意選択で、データはリアルタイムで療法士によって分析される。任意選択で、アニメーション・ソフトによる

10

20

30

40

50

アルタイム復元、又はVR（バーチャルリアリティ）が利用される。代替として、オフライン分析が提供される。異なるタイプの監視に対して、異なる支払いの日程が提供される。更に、様々なリハビリテーション・ニーズが遠隔療法士と患者との間の遣り取りのレベルを示唆する。任意選択で、例えば患者の特定の部分にズーム及び／又はパンするなど、カメラ214は療法士によって制御可能である。任意選択で、患者及び／又は患者の身体上の様々な点の、計画した及び／又は実際の運動を追跡するように、カメラの経路が予め計画される。カメラ214に代替して又は加えて、リアルタイム監視が装置100に付属する様々な位置及び向きセンサによって提供される。これは、映像による監視よりも少ない帯域幅しか必要としない。

【0315】

10

本発明の例示的な実施形態において、例えば、力を増大するために、又は軌道を変えるために、あるいは患者が安全性限界を超えないようにするために、例えば視聴覚的な方法を用いて、及び／又は一定の方法で応答するように装置100に命令することにより、療法士はリアルタイムフィードバックを提供することができる。

【0316】

b) 生中継開始。リハビリテーション・セッションがライブで（例えば、撮影されながら）開始され、一旦、患者が自分自身で取り組めることを療法士が確信すると、監視は停止される。任意選択で、患者は、例えば活動中又は活動の合間に、助けを求めることができる。

【0317】

20

c) 計画立案。訓練及び／又は装置100のためのプログラミングを含む計画が、毎週又は各セッションの開始時に、リモートサイトによって提供される。一部の実施形態において、計画立案は自動的であり、任意選択で装置100への患者の入力によって、又はよらずに実行される。

【0318】

d) 監視。リモートサイトは、装置100または別の場所からアップロードされたデータを分析することに特化し、変更を示唆することができる。例えば、どのくらい定期的に患者がシステムを使用するか確認するために、及び／又は苦情に対応するために、別のタイプの監視を行うことができる。リハビリテーション・センターは、例えば週1回の検診を実施し、場合によっては定期的なテストを求めることもできる。任意選択で、患者は、テスト、指導、及び／又は追加の治療のために、例えばリハビリテーション・センターに来るよう呼び出される。

30

【0319】

e) テスト。本発明の例示的な実施形態において、リモートサイトは装置100を使用して、患者にテストを実施し、患者の状態、及び／又は経過を評価する。本発明の例示的な実施形態において、そのようなテストは、薬の効き目、及び／又は患者に処方された他の治療を評価するために利用される。任意選択で、定期的なテストを利用して、パーキンソン病患者のための又は痙攣患者のための最も有益な薬が選ばれる。

【0320】

40

f) 家庭の療法士。本発明の一部の実施形態において、リハビリテーション・セッションのために、療法士が患者の家に来る。例えば、療法士は、装置100をセットアップし、正しい開始位置をマークし、特定の患者（例えばサイズ）のために装置100を調整し、及び／又は装置100の使い方を患者に教えることができる。任意選択で、療法士は、例えば彼の仕事の助言、及び／又は監視を求めて、リモートサイトにアクセスし、及び／又はコンタクトを取ることができる。療法士がその後のセッションに来る時に、リモートサイトは、例えば現在と過去の遂行を比較するのを手伝う。任意選択で、療法士は装置100を持って来る。任意選択で、療法士は2つの装置を持って来る。任意選択で、療法士が持ち込んだ装置は、既に患者の自宅にあるリハビリテーション器械を制御するために使用される。

【0321】

50

g) 遠隔保守。本発明の例示的な実施形態において、装置 100 は、例えば、装置 100 による技術的問題についての報告、装置 100 の機械的能力の遠隔テスト、患者の補助の有無、ログのダウンロード及びアップロード、及び/又はソフトウェアのダウンロード及びアップロードの 1 つ以上を含む、遠隔地から保守を受けることができる。任意選択で、装置 100 は、遠隔アクセスによって課金情報を収集する。任意選択で、装置 100 は、例えば保険会社が利用できる使用情報を収集する。一部の実施形態において、装置 100 へのリモートアクセスは、例えば、患者の個人情報隠し、各種ログ及びレコードへのアクセスを制限し、及び/又はパスワードその他の認証方式を利用することによって、患者のプライバシーを維持するようにデザインされている。

【0322】

10

h) 遠隔モチベーション・セッション。本発明の例示的な実施形態において、装置 100 を用いて低下したモチベーション・レベルを感知し、実地の療法士(まさかの時に任意選択で手配される)が、実地で激励、及び/又は指導を提供することができる。一般に、実地の遠隔セッションが提供される。

【0323】

本発明の例示的な実施形態において、遠隔オペレータがより思い通りに制御するのを支援するために、バーチャルリアリティ法(例えばゴーグル形ディスプレイ/goggle mounted display)が遠隔地で提供される。代替的に又は付加的に、オペレータは自分の視点を操作することができる。本発明の例示的な実施形態において、遠隔及び/又は現場でのフィードバックのために、様々なセンサ(例えば、後述のような)を利用して、患者の模

20

【0324】

[その他の使い方]

装置 100 は、その一部の実施形態において、上述とは異なる方法で使用される。例えば、本発明の 1 つの実施形態において、被監督グループが提供される。被監督グループでは、1 人以上の療法士が、各自別々の装置を使う、複数の患者を観察/監視/サポートする。そのような被監督グループでは、以下のシナリオの 1 つ以上が実施される。

【0325】

a) 携行 - 療法士は、複数の装置 100 を市民会館や老人ホームなどに持ち込み、利用者グループにセッションを指導する。

30

【0326】

b) ゲーム - 各患者は、ゲームの中の役割を演じ、スコアをつける。アドベンチャー・ゲーム(例えば、ロール・プレイング・ゲーム)の例では、患者はリハビリテーション訓練を利用して彼らの能力を改善することにより、ライフポイント、武器、能力、及びその他のアイテムを獲得することができる。ゲームは、例えば必要な患者に補助を提供することにより、1 人以上の患者に個人的に適合されている。本発明の例示的な実施形態において、ゲームは、患者に一定の身体的活動を行うことを要求する。該活動は、患者のリハビリテーションの必要性によって、患者間で変わることがある。VR 又はより簡単なディスプレイ技術は、患者がゲームに熱中して、他のプレイヤーへの集中を弱めるのを助けるのに役立つ。患者が分散し、インターネットなどのネットワークで相互接続される時に、そのようなゲームをプレイすることができる。

40

【0327】

c) コール・イン・グループ - 患者は、仮想の「治療部屋」を成形するために、既存のグループ又はゲーム若しくはセッションに参加することができる。任意選択で、チャットラインがリハビリテーション訓練と同時に提供される。任意選択で、リハビリテーション・サーバーは、装置 100 に、接続して、要求事項を登録し、他の装置への接続を確立する及び/又は療法士へのアクセスを制御するために備えられる。

【0328】

本発明の例示的な実施形態において、グループは療法士によって監督されて、療法士は例えばウェブカメラを使ってグループを監視することができる。代替的に又は付加的に、

50

患者の訓練は、VRまたはシミュレーションを使用して、療法士のシステム上で再現することができる。代替的に又は付加的に、療法士は、スコアなどのシステムによって生成されたデータを点検することができる。任意選択で、例えば支払計画に基づいて、療法士と患者との間の異なるレベルの対話が提供されることがある。ある例では、ライブ接続は、高額支払患者のみが利用できる。別の例では、ウェブカメラ・インターフェースは、高額支払患者のみが利用できる。同様に、支払計画は、治療の他のパラメータ（例えば、訓練の複雑さ、点検レベル、患者間の交流、そして、視聴覚効果及び／又はゲームの特性）に貢献することがある。任意選択で、実際にシステムによって提供されるリハビリテーションの量もまた、支払人によって決まる。代替的に又は付加的に、支払人は、実行したリハビリテーションに従って請求される。

10

【0329】

d) テスト及び／又はトレーニング - 本発明の例示的な実施形態において、療法士はグループを利用して、新しい療法の着想を試験的に行い、様々な方法に対する相対的な利点及び問題点についての患者からのフィードバックをリアルタイムで入手する。任意選択で、該グループをトレーニングの目的で利用することにより、例えば、療法士が複数の患者を、同じ及び／又は異なる条件で、実質的に同時に観察することが可能になる。任意選択で、もし差異が認められると、療法士は該差異を見抜くためにトレーニングを受け、及び／又は、その差異を区別してリハビリする方法を知ることができる。

【0330】

本発明の例示的な実施形態において、リンクしたシステムのシナリオが実行される。ある例では、2つの装置が、例えば、有線又は無線接続（例えば、Bluetooth、携帯電話、又はWiFi）、又はネットワーク接続を使用して、マスタ／スレーブ関係によって接続される。マスタを例えば息子（または娘）に、スレーブを息子にリハビリを手伝ってもらう高齢の親にすることもできる。これによって、麻痺をもつ親が家族との接触を維持するための手段として、リハビリテーション訓練を利用することが可能になる。代替的に又は付加的に、麻痺をもつ親が家族から支援を受けることができる。そのような支援には、システムの使い方や、どのような訓練を試すか、ということについての助言も含まれる。

20

【0331】

リンクした装置100（又は複数のアーム102を備える1つの装置）の別の例示的な使用は、子供の遊び用である。本発明の例示的な実施形態において、麻痺をもつ子供が健康な子供と、別々のアーム又は装置を操縦して遊ぶ。任意選択で、麻痺をもつ子供の運動能力は、例えばスピードの強化を提供したり、定期的に自動化した行動を提供して、装置100によって補われる。子供がロールプレイングゲーム又はスポーツ・シミュレーション（例えばテニス）をする場合、装置100は、ゲームの始めから終わりまで麻痺の子供が部分的にでもコントロールできるようにしながら（例えば、麻痺をもつ子供に実質的に動作の20%を行うことを可能にしながら）、麻痺をもつ子供の能力を補完しうることができる。装置100は、麻痺をもつ子供の平等な競争条件を保証するように、支援レベルを調整することができる。

30

【0332】

[フィードバックと患者用ユーザーインターフェイス]

フィードバックの様々なタイプは、本発明の例示的な実施形態による、例えば次の1つ以上の使用が想定される。

40

【0333】

a) 患者からのフィードバック。任意選択で、患者は療法士に、例えば声の注釈や文章の注釈を用いて、フィードバックを提供することができる。ある例では、そのようなフィードバックは活動中に提供される。別の例では、患者は活動の記録を見直してから、コメントを追加する。本発明の例示的な実施形態によってサポートされる一部の活動において、一定の状況（例えば最大の力）が整うと、患者は制御器を操作するように要求される。フィードバックはまた、各個人の活動のためだけにではなく、計画または進歩のために、

50

患者によって提供される。

【0334】

本発明の一部の実施形態において、患者のフィードバックは、現在又は将来の活動、及び／又はそれらのパラメータを修正し、及び／又は決定するために、装置100によって処理される。例えば、もし患者が、一定の力が最大力であることに注意を払えば、それ以降の活動はその力を超えることはないだろう。本発明の一部の実施形態において、一切の明示的な利用者フィードバックは必要とされず、代わりに、例えば制御の難しさに基づいて、システムはいつ最大の力に近づけるかを明確に決定し、そのように決定した力で将来の活動の原型を作ることができる。

【0335】

b) 患者へのフィードバック。本発明の例示的な実施形態において、例えば活動中、休憩中、及び／又は活動後に、フィードバックが患者に示される。例えば、そのようなフィードバックには、彼が不正確に活動を行っていること、将来のサイクルは趣向を変えて行われるべきこと、の利用者への指摘、及び／又は現在と過去の遂行及び／又はその他の統計値の比較、を含めることができる。多くの場合において、正のフィードバックは負のフィードバックと同程度か、又はそれ以上に重要であることに注目すべきである。これは、利用するリハビリテーション療法に依存する。正のフィードバックは、例えば、音声の励まし、拍手音、心地良い映像、及び／又はスコア増大などにすることができる。

【0336】

例えば、言語及び音声フィードバック、文章又は画像を含む表示、印を付けたビデオ画像、装置100への（例えば先端部108による）力及び振動のフィードバックなどの様々なフィードバック様式が、別の要素（上述のペンダントなど）及び／又は仮想現実装置（ゴーグル形ディスプレイなど）を使用して提供される。仮想現実装置では、誤り（又は正しい活動）のタイプ、位置、及び／又はその他のパラメータが、現実又は仮想の活動の映像に重ねて示される。

【0337】

例えば、2004年12月7日に出願された米国仮特許出願第60/633,429号（また本願と同一の出願人による同日のPCT出願（表題「音楽リハビリテーション」“Rehabilitation with Music”、代理人事件番号414/04396）としても出願され、両出願の開示内容は参照により本願に組み込まれるものである）において説明されている通り、特に認知、言語、及び／又は視覚能力の制限された患者に対して、音楽がフィードバック様式として使われることがある。例えば、音楽を用いて運動の特性を知らせ、運動によって音楽をおこし、又は患者への指導又は合図として装置100によって音楽が使われる。

【0338】

c) 療法士へのフィードバック。本発明の例示的な実施形態において、現場又は遠隔地の療法士がフィードバックの提供を受ける。そのようなフィードバックには、例えば、使用の程度（例えば、療法士が注意を支払っていない時に、患者が訓練を続けていたかどうか）、カレベル、間違いの指摘、特定のパラメータの不足・超過・適合の通知、所定の警報、運動の特性（後述）、安全性状況、及び／又は、現在及び／又は過去の統計的分析、の1つ以上が含まれる。

【0339】

d) 遠隔地の療法士からのフィードバック。本発明の例示的な実施形態において、例えば、上に示したような患者が受け取るフィードバックが、遠隔地の療法士によって提供される。任意選択で、そのようなフィードバックは、一定の訓練を反復するかどうか、及び／又はパラメータを修正するかどうかという装置100への指示を含む。本発明の例示的な実施形態において、訓練は、療法士が追加することのできるブレイクポイントによって区切られる。ブレイクポイントにおいて、療法士、患者及び／又は装置100（実施例による）は、例えば、今後のパラメータを変更する場合は休憩を強制し、及び／又は望ましい結果が達成されなければ活動を繰り返す。そのようなブレイクポイントは、患者によって何の決定もされず、そして決定が十分に速く又は短い所定の休憩の間になされる場合

10

20

30

40

50

、患者に気づかれる必要は無い。

【0340】

e) 装置100からのフィードバック。装置100の自動化レベルに依存して、例えば、閾値を超過したか、安全性問題を指摘しているか、というフィードバックが装置によって提供される。

【0341】

f) 取り付けたセンサ・パッチ、又は患者及び/又は装置100の画像解析からのフィードバック。例示的な該パッチは、図5を参照しながら以下に説明する。

【0342】

g) 一方の装置から他方へのフィードバック、例えば、マスタ/スレーブモードの操作 10

【0343】

本発明の例示的な実施形態において、言語はリハビリテーション過程の一部である。ある例では、装置100は声コマンドに反応するか、要求する。別の例では、装置100は音声指示を生成する。

【0344】

一部の利用者のために、簡素なインターフェースが必要とされる。ある例では、開始・停止を示すための利用者(患者)への指示は、簡単な赤/青の光である。

【0345】

例えば、聴覚的、触覚的、(装置100又はパッチの)振動、逆の体肢の運動、視覚的 (例えば、点滅する画面)、及び/又は速度を変える、といった、複数の異なるタイプ合図が、患者による活動が必要なことを示すために提供される。 20

【0346】

本発明の例示的な実施形態において、ダミーの身体が、装置100(例えばアーム102)の運動が患者にもたらす効果を患者に示すために使用される。

【0347】

任意選択で、患者のリハビリテーションが進捗し、また患者の認知能力が改善し、及び/又は注意をよりスベアに向けるようになると、使用するインターフェースの複雑さを増加させる。任意選択で、例えば以下に説明するように、認知、知覚、及び運動の同時リハビリテーションの実施にユーザーインターフェイスが利用される。例えば、患者の能力に 30
適合していたインターフェースを選ぶことによって、及び/又は患者に一定の非運動活動をトレーニングすることによって。

【0348】

[精神状態]

上述のように、任意の個々の患者のリハビリテーションの経過は、一般的に次の1つ以上に依存する: 認知能力(患者が明瞭に考えることができなければ、運動計画は難しいか、不可能である)、知能(患者に全くモチベーションが無ければ、リハビリテーションは難しい)、および運動能力。

【0349】

本発明の例示的な実施形態において、これらの1つ以上が装置100によって測定されて、及び/又は支援される。任意選択で、支援の程度及び/又はタイプの変更は、システム100によって決定される。代替的に又は付加的に、支援の変更は利用者によって決定され、又はスコアに従って支援を変更する方法の計画は利用者によって設定される。 40

【0350】

認知能力の支援は、例えば、単純な表示、情報提示の複数のモード、催促、合図、及び/又は複数の合図を提供することにより。例えばテストを与え、又は認知能力を要するゲームを実行させることにより、認知能力はテストされる。場合によっては、認知能力と知覚能力は区別される。

【0351】

本発明の例示的な実施形態において、患者は運動課題(例えば、前に動くこと)を実行 50

することを要求され、彼の課題を理解する能力は認知能力に依存する。スクリーン上の標的を見る、又は実際に（例えば視覚又は口頭の）指示を受け取る能力は彼の知覚能力に依存する。

【 0 3 5 2 】

例えば、運動能力の支援は、例えば、上述の様々な運動モードによる。例えば、運動能力の測定は、標準的な結果の範囲を有する訓練を提供し、結果を既知の尺度で評価することによる。

【 0 3 5 3 】

精神状態の支援において、本発明の一部の実施形態における様々な方法が提供される。

【 0 3 5 4 】

（ a ）装置 1 0 0（またはリモートコントローラ）は、例えば運動を先導し、訓練の回復を先導するなど、患者の代わりにイニシアチブを執ることができる。

【 0 3 5 5 】

（ b ）装置 1 0 0 は、例えばスコアや特別なフィードバック要素（イメージ、冗談、おかしなアイコン、笑い、及び / 又は休憩時間など）といった、鼓舞を提供することができる。

【 0 3 5 6 】

（ c ）装置 1 0 0 はグループを支援することができる。グループでは、例えば協力や競争によって、メンバーが互いにモチベーションを提供する。

【 0 3 5 7 】

（ d ）装置 1 0 0 はゲームを提供することができる。

【 0 3 5 8 】

（ e ）装置 1 0 0 は、慰めを与える必要性を示唆するモチベーションの不足を指摘することができる。

【 0 3 5 9 】

（ f ）装置 1 0 0 は、安全機能、及び / 又は痛みを軽減する（例えば、利用者が痛みの範囲を指示し、装置 1 0 0 は、患者が予め警告されているときだけ、痛みの範囲が上限を超えるようにする。）ようにデザインされた特徴を提示することによって、患者のモチベーションを増大させて、恐れを軽減することができる。本発明の例示的な実施形態において、利用者が痛みのポイントに達したときに制御器を押すことにより、又は療法士がそうすることにより、利用者は装置 1 0 0 に痛みの範囲を指示する。例えば、神経活動や、発汗や脈拍上昇のような生理的变化を検出する更に特殊な痛みセンサも使用される。

【 0 3 6 0 】

（ g ）装置 1 0 0 は、正のフィードバック又は負のフィードバックを選択的に提供することができる。

【 0 3 6 1 】

（ h ）装置 1 0 0 は、誤差を許容して、多少上下して設定することができる。

【 0 3 6 2 】

（ i ）装置 1 0 0 は、どちらの訓練が、患者により多くのモチベーション及び / 又は協調を引き起こすと思われるか追跡記録することができる。

【 0 3 6 3 】

（ j ）例えば、一度開始した運動が確実に成し遂げられるように注意を継続するなど、装置 1 0 0 は患者の代わりに注意を払う。もしミスが起こると、患者の代わりにミスに気付くことを要求されている装置 1 0 0 は、ミスを発見し、運動を修正するための合図を与える。こうして、患者への精神的及び認知的な負荷を軽減する。

【 0 3 6 4 】

モチベーション及び他の精神状態（鬱病や引きこもり等）は、人間によって評価されるものであるが、本発明の例示的な実施形態においては、これらの遂行への影響を検知することにより、装置 1 0 0 によって測定または評価される。本発明の例示的な実施形態において、装置 1 0 0 は、例えば次の 1 つ以上を評価する：患者がどの程度熱心に取り組むか

10

20

30

40

50

、患者がどの程度上手に課題を達成するか、セッション中及びセッション間の経過、期待される刺激への応答、及び／又は、様々な課題の間での及び／又は１つの課題の中でのばらつき。

【 0 3 6 5 】

ある測定方法において、課題における患者の遂行は、ゲームにおける患者の遂行（関節可動域、速度精度）と比較される。ゲームをするとモチベーションが増大するという仮定の下、ゲームと訓練との間の遂行の差は、望まれる課題と望まれない課題との間のモチベーションの差の程度を示唆する可能性がある。

【 0 3 6 6 】

別の測定方法においては、装置 1 0 0 は、ROM（関節可動域）や痛みの限界など、患者の能力の範囲を測定するために使用される。診断セッションは、少なくとも患者が診断セッションの適用範囲が限定的なものであることを理解しているという理由で、患者の能力に関する比較的正確な情報を提供するものと信頼できると見なされている。その後、患者の能力の限界にある訓練が患者に提供され、範囲の限界に到達する試みと成功の数が測定される。この測定結果は、モチベーション（例えば、患者が達成できると知っていることを達成する意思）の指標として利用される。本発明の例示的な実施形態において、訓練は患者に遂行の目標を与えることを含み、そして患者は目標に向かって努力することが期待される。

【 0 3 6 7 】

別の測定方法、自己較正法において、患者はその目標の一部が患者の能力の範囲にあるゲームを行う。この能力が進歩していないと理解されると、様々な難易度の様々な目標が提供される。本発明の例示的な実施形態において、モチベーションは、第一に、患者の能力が何であるか、そして第二に、患者が能力の限界への到達を何回試みるかを測定するためのゲームを分析することによって評価される。

【 0 3 6 8 】

測定の別の方法は、患者がどの程度熱心に取り組むか（例えば、休憩時間がどのくらいか）、を追跡記録するものである。別の方法は、どのような特定の訓練においても患者が最も熱心に取り組むことを判断するものである。別の方法は、患者が望む任意の難易度で、患者がしたいときに訓練できる自由プレイ・セッションにおいて、患者が注意力、熱意、及び／又は取り組みを提供したかどうかを確認するものである。注意力は、任意選択で別のときの軌道を比較し、例えば、ばらつきの範囲（例えば、患者が急に速度を落とせば - 恐らく、彼は注意散漫である）を調べることによって、判断される。熱意は、例えば、患者が幾つかの軌道から１つを選択できる訓練において、患者が要求する変更を追跡記録することによって任意選択で判断される。

【 0 3 6 9 】

本発明の例示的な実施形態において、筆跡や粗大運動活動（例えば異常な振戦の検出、チック等の緊張の兆候、及び／又は、例えば他の時と比べての制御の欠如）を分析することにより精神状態は評価される。精神状態は、ある場合には、絶対値よりむしろ相対的状态として提供されることに注目すべきである。

【 0 3 7 0 】

[訓練]

本発明の例示的な実施形態において、既存の理学リハビリテーション訓練が装置 1 0 0 のに対して使用される。しかしながら、現在は入手不能な様々な手段が提供される可能性がある。場合によっては、装置 1 0 0 の限界又は装置 1 0 0 の能力を考慮して訓練が修正される。任意選択で、正しい運動は正確さ及び／又は制御の程度で決定され、恐らく手動では決定されない。さらに、ここで説明する一部の訓練（又は、ここで説明する他の技術）は、ロボットの支援無しでは実行できない。

【 0 3 7 1 】

本発明の例示的な実施形態において、訓練は手動で修正される。本発明の例示的な実施形態において、訓練は、療法士によって記録されて、それから注記が付けられる（例えば

所望の測定結果をマークするため)。別の例では、訓練は装置 100 に直接プログラミングされる。任意選択で、装置 100 は、訓練への制限(例えば安全性限界や装置限界)又は追加を提案し、及び/又は、どこでより支援の少ない、又はより支援の多い運動モードが適切であるか(例えば、動作の最後では、より支援の多いモードが望ましい)を提案する。

【0372】

本発明の例示的な実施形態において、到達訓練が患者によって行われる。そのような訓練において、様々な筋群をトレーニングすることができ、また、様々な難易度が提供される。

【0373】

本発明の例示的な実施形態において、到達運動は、以下の例示的なパラメータの 1 つ以上によって定義される。

到達距離：

- 近い - 身体に接触しているか、身体から数インチ離れる
- 中程度 - 完全伸張から閉じた状態までの中間範囲
- 遠い - ほとんど完全に腕が伸張

到達方向：

- 上/下 - より高い(低い)到達位置から、より低い(高い)位置まで
- 外/内 - 身体から離れて/身体の方へ動く
- 横/近 - 横方向に身体から離れて動き/身体に向かって動く

到達高さ：

- 頭上
- 目の高さ
- 肩の高さ
- 胸の高さ

到達目標：

- 自由到達 - 目標の無い、空間内の一般的な位置への運動
- 目標到達 - 物理的目標への運動
- 擬似目標 - コンピュータ画面上に示された目標への運動

【0374】

特にこの「到達」は、開始位置によって定義され、手の終了位置は距離、方向、及び高さによって定義される。任意の到達は、腕関節の関与、及び到達を達成するために関節を区別する患者の能力によって更に理解される場合がある。

【0375】

本発明の例示的な実施形態において、以下の測定項目の 1 つ以上が定義される：

患者の到達する能力

運動の滑らかさ

終点への到達を成し遂げる時間

到達の精度

行われた仕事又は仕事量

到達運動の正常な軌道パターンとの運動軌道の比較

反復運動の遂行の安定性

【0376】

本発明の例示的な実施形態において、到達トレーニングは次の一般的なステップからなる。

【0377】

誘導運動下での 5 から 10 回の反復到達。患者は、装置 100 と一緒に動こうと試みるように指示される。

【0378】

主導モードの 5 から 10 回の反復。患者の力の大きさと方向が装置 100 によって測定

10

20

30

40

50

される。正しい意図のための閾値を超えると、装置 100 は、到達を遂行するために患者を誘導する。

【0379】

補助モードの 5 から 10 回の反復。患者は、独力で到達を実行しようと試みる。装置 100 は意図を判断し、患者が動くのを補助する。時間とともに、患者がより自立して動くことができるように、補助の量は減らされる。

【0380】

自由運動の 5 から 10 回の反復。患者は、装置 100 からの補助なしで到達を実行しようと試みる。

【0381】

別の例示的な訓練は、満杯のコップを 2 点間で移動させたり、本を持ち上げるといった、日常活動の模倣である。

【0382】

[プログラミング]

本発明の例示的な実施形態において、次の 1 つ以上を含むリハビリテーション過程の様々な態様を計画し、コンピュータ（例えば装置 100）への指示として入力することができる。

- a) 新しい訓練をデザインすること、
- b) 特定の状況、及び/又は患者のために訓練を修正すること、
- c) リハビリテーション計画を企画及び修正すること、及び
- d) 決定論理（例えば、ブレイクポイント、閾値、及び反復回数）を設計及び修正すること

【0383】

システム 200 及び/又は装置 100 の異なる利用者に対する許可が異なる場合がある。例えば、異なる許可は、新規事項の追加、複製、修正、削除、及び/又は編集の 1 つ以上が許容される。これらの活動は、例えば患者データ、活動、計画、統計、及び/又はデータログ、の 1 つ以上が対象となることがある。本発明の例示的な実施形態に従って作成され、及び/又は修正される特定の活動パラメータには、以下のものが含まれる：軌道、位置および範囲（例えば最小および最大の速度及び角度）；力パラメータ、反復サイクル数、停止決定回数、及び/又は休憩時間の長さ及び頻度。

【0384】

本発明の一部の実施形態において、1 つ以上のライブラリ（例えば、計画ライブラリ、患者別ライブラリ、及び/又は活動ライブラリ）が、プログラムの修正及び保存のための基盤として提供される。

【0385】

本発明の例示的な実施形態において、先端部 108 を物理的に操作することによって（例えば、患者の正常な手によって、又は療法士によって）、新しい軌道が入力される。任意選択で、その結果の軌道（単数又は複数）は、次いでコンピュータ上で編集される。代替的に又は付加的に、3 次元 CAD / CAM プログラムが使用され、任意選択でその 1 つは人体がモデル化され、該身体上の点の運動に様々な制約を置くことができ、及び/又はそのような点に対する望ましい又は許容される可動域が規定される。任意選択で、グラフィック・デザイン・プログラム（例えば、利用者が軌道上の数点を指示し、プログラムが直線または曲線で仕上げるもの）が使用される。代替的に又は付加的に、利用者は、点及び/又は関数を与えることにより、例えば円などの様々な幾何学的形状を定義することができる。代替的に又は付加的に、利用者が線を引き、システム 200（例えばステーション 204 又は装置 100 にある）にスキャナで取り込むことができる。

【0386】

本発明の例示的な実施形態において、訓練は特定の患者、及び/又は状況に対応して修正される。該修正は、例えば次の 1 つ以上を含むことがある：

- a) 軌道の関節角度可動域、又は、力を印加し又は精密位置制御する能力に対する修正

;

b) 患者のサイズ(例えば、体肢または骨の長さ)に対する修正;

c) 経過に対する修正。例えば、計画は、示された又は予測された経過に基づいて変更される、計画のタイム・スパン及び/又は刻み幅をもつことがある。

【0387】

上述のように、患者によって又は療法士によって実行された軌道は、訓練のために編集され、使用されることがある。本発明の例示的な実施形態において、編集は、スムージング、点及び/又は経路区間の追加、運動を基本的な運動要素に変換すること、の1つ以上を含む。

【0388】

[プログラミング言語の例]

下記の表1は、ロボットプログラム言語を学ぶ代わりに、任意選択で装置100をプログラムするために使用される、例示的な高級プログラミング言語を説明するものである。本発明の例示的な実施形態において、この言語は療法士、及び/又は他の利用者に使用される。任意選択で、現在の訓練が保存可能であり、修正可能である。

【0389】

この高級言語は、プログラムを構築(または編集)するために、プログラムエリアの中にドラッグ可能なアイコン(その各々がコマンドに相当する)のライブラリに基づくものである。各アイコンはコマンドを表しており、3タイプのコメンドが定義される(それ以上追加されることもある)。

【0390】

a. 運動コマンド - 直線運動、円運動などの基本的な運動。各コマンドは、開始点(P1)及び停止点(P2)を有し、全ての運動コマンドに対して速度、力、加速/減速時間が設定可能である。点(P1、P2)の設定は、先端部108が所望の点に位置している間に入力キーを押すことによって可能である。

【0391】

b. 一般コマンド - プログラムの開始/停止、遅延付加(delay)、および記録など。

【0392】

c. 補助コマンド - 装置に取付可能な外部装置および付属品を操作するコマンドセット。

【0393】

全てのコマンドは、入力されるパラメータセットを持つ(そうでなければ、初期パラメータが使用される)。オペレータは、各コマンドにコメントを追加することができる。装置100は、各コマンドについて説明を作成し、全てのコマンドにオペレータはコメントを追加することができる。そして全てのコマンドには説明がある。利用者を指示するコマンドと、装置100が一定の状況下でどのような行動をとるかを規定するパラメータは表に示されていない。任意選択で、各経路区間は1つ以上のトリガー(作動すると、コードの短い断片を実行する)を含むことがある。1つの例は、利用者が10%を超えて彼のスピードを変える時に作動するトリガーであり、この場合、警告が与えられるか、より補助的なモードが提供される。

10

20

30

40

【表 1】

運動コマンド	直線	左	p1, p2, F, S, Text	P1 で押す & P2 で押す	F : 力 S : 速度	10
	曲線	左	p1, p2, p3, F, S	P1 を開始点、P3 を 終点、P2 を通過点 として使用して曲 線を描く。	システムが補間	
	円／楕円	左	C,R1,R2,F,S,Text 又は P1,P2,P3		楕円について零 でない R2 使用	
	点を教示	左	P1..Pn, F, S, Text	複数点間をシステ ムが補間		
	経路を教示	左	Path, F, S, Text	システムが経路を サンプリングする	サンプルレート	
制御コマンド	開始	両方	Text	第 1 の プログラム コマンド		20
	停止	両方	TXT-Text	プログラム終了		
	遅延付加 ／一時停止	左	T-時間 (秒) 又は B- (ボタン名) ; TXT		一定のボタン入 力の待機に使用 可能	30
	繰り返し	両方	N; 反復回数; TXT		反復回数を表示 させる	
	記録	右	3 水準データ精 度: 標準、精密、 粗い	位置、力、速度、 加速度、攣縮、I/O 状態、予荷重、 ブレーキ設定	記録モードのオ ン／オフを指示	
	分析	右		例えば、"評価" コマンドを使用する		40
	入力読込	両方	読込 (文字列) ; TXT	入力機構として 使用	入力時に使用さ れるロジック	
補助コマンド	ハンドル摘み		ハンドル 1 摘む (On/Off、 力範囲 (kg/Lb))		ハンドルを 摘む／握る	
	ハンドル握り	右	ハンドル 1 握る (On/Off、 力範囲 (kg/Lb))		ハンドルを 摘む／握る	50
	手首運動		ハンドル 腕 3 × 力範囲		ハンドルを手首 を使って動かす	
	肘					

表 2 は、表 1 に示した言語を用いたサンプルプログラムである。プログラム構造は複数の列を有し、最初の 1 列は逐次的なメイン・コマンドであり、第 2 及び第 3 列は並列に動作するコマンドのためのものである。

【 0 3 9 5 】

新しいプログラムに着手するときに、始動および停止コマンドが任意選択で自動的に提供される。他のコマンドは始動と停止の間に手動で挿入される。

【 0 3 9 6 】

表 2 は、3 つの直線（直角でもよい）からなる経路のサンプルプログラムである。各直線の間には遅延があり、第 2 の直線のときに外部装置が作動する（例えば、ハンドルからの入力を待つ）。2 番目と 3 番目の直線のときのすべてのデータが記録され、プログラム全体が 5 回反復される。反復に対する修正（例えば、スピードを上げ、要求精度を増す）は、パラメータとして任意選択で提供される。一般的なプログラム・パラメータ（例えば、スコア採点のタイプ、予想される運動の特性）が、任意選択で提供される

【表 2】

	プログラム名	説明	日付	ファイル名:	
	試用	コップを握る	自動入力	xxx.prg	
	コマンド	オプション コマンド	オプション コマンド	パラメータ	コメント
1	開始				
2	直線			P1(開始点) P2 力 (PA[数値] / PP)	PA (値) 患者の活動 (Patient Active)は、必ず 力の数値を超えなければ ならない； PP 患者受動 (Patient passive) – 力の数値無し
3	遅延付加 ／一時停止			D(1sec)	
4		ハンドル摘み	記録	1 kg<力< 5kg	動作中に握力を表示 範囲内にない場合は、警 告メッセージを表示
5	直線	ハンドル摘み	記録	P1 P2 力 (PA[数値] / PP)	
6	遅延付加 ／一時停止	ハンドル摘み	記録	D(1sec)	
7	直線		記録	P1 ,P2 (開始点)	
8	反復回数		記録	N = 5	
9	停止				

【 0 3 9 7 】

本発明の一部の実施形態によって提供される特殊な制御のタイプは、空間のプログラミング制御である。このタイプの制御において、一定のジェスチャー又は先端部 108 の空間における位置が、装置 100 に対するコマンドに翻訳される。ある例では、そのようなジェスチャーは、療法士又は患者によって訓練セッション終了後に早送りするために使用

される。

【0398】

別のショートカットの例では、療法士の手首の動きが、腕（又は、その他の体肢）の動きに翻訳される。これによって、療法士がより小さな動きを（しかもプログラムする運動の体肢ではなく、手だけで）することが可能になる。

【0399】

〔体肢位置の検出と制御〕

装置100において、説明するように、先端部108に接触した、患者のただ1つの点が制御される。しかしながら、このことは、複数の異なるアームの運動が結果的に同じ軌道になり得ることを意味している。一部の状況にとって、このことは問題ではない。例えば、脳卒中からの回復にとって、ある場合には、どのような運動も有益である。他のリハビリテーション・シナリオにおいて、全ての運動する体部位の位置を、より詳細に決定し、知っていることが望ましい。本発明の一部の例示的な実施形態において、他の体部位は固定されている。例えば、患者はシートストラップで椅子に固定され（例えば患者の肩）、及び／又は肘用の支え（レスト）が提供される。このことは、先端部108を握っている手による可能な運動を制限する。

【0400】

図5は、本発明の例示的な実施形態による、体肢位置の検知及び／又は制限を取り入れたシステム500を説明する。先端部108に接触する手以外の体部位の正しい運動が、例えば、位置を検出し、患者にフィードバック（例えば、聴覚的又は視覚的フィードバック）することによって、提供される。

【0401】

患者506は、椅子514に座って装置100（又は、後述する様な、アームがボールに取り付けられた装置）を使用する。1台以上のカメラ502が、腕、及び／又は患者506の他の部分を撮影し、その空間位置、及び／又は速度を決定する。代替的に又は付加的に、1台以上のカメラ516が、同様の撮影のために装置100に設置される。画像ベースの体位の復元の一部の実施において、1つ以上の基準マーカ504（例えば、ストラップで取り付けられたパターン若しくはLED）を取り入れることは有益である。

【0402】

画像ベースの位置検知の代替として、磁気式、電気式、超音波式、又はその他の非接触式の位置検知及び向き検知の方法を使用することもできる。多くのそのような位置決定方法および装置が知られており、恐らく使用されている。本発明の例示的な実施形態において、基準位置は装置100上、及び／又は先端部108上に与えられる。任意選択で、該位置センサは、装置100が備える機械式センサの代わりに、又はこれに加えて、装置100の状態を決定するために使用される。

【0403】

非接触式の位置検知の使用に代替して又は加えて、例えば関節アームを使用した機械式の位置検知を利用することができる。

【0404】

本発明の一部の実施形態において、何らかのタイプの位置センサを使用する代わりに、アーム102を一切備えないことは高く評価されるべきである。フィードバックは、仮想現実タイプのディスプレイとフィードバック（例えば、力を模倣するための振動）を経由して任意選択で提供される。しかしながら、これは、本発明の他の例示的な実施形態において必要とするような、直接的な印加する力のフィードバックや抵抗を許容しない可能性がある。

【0405】

本発明の例示的な実施形態において、パッチ504は、患者にフィードバックや合図を提供するために使用される。本発明の例示的な実施形態において、パッチは、無線受信機、任意選択の電源、及び刺激装置（例えば、振動器、ピン刺し器、ピンチャ（摘み器）、又は発熱要素）を備える。装置100からのコマンドによって、パッチ504は患者に

刺激を与えることができる。パッチ 5 0 4 は無線の代わりに有線接続されていてもよい。

【 0 4 0 6 】

本発明の例示的な実施形態において、検知された身体点の位置は次の 1 つ以上のために利用される。

- a) 身体運動が正しいかどうかを決定する
- b) どんな運動が可能であるか (例えば関節の角度に基づいて) を判断する
- c) 事例から望ましい運動を学習する
- d) 患者の能力を観察する (例えば、テストや体肢の評価のために)、及び / 又は
- e) 訓練中、訓練前、及び / 又は訓練後に、また変化が生じた時に、身体の姿勢が正しいかどうかを判断する。

10

【 0 4 0 7 】

位置、向き、及び速度センサに代替して又は加えて、生理学的センサ (例えば、訓練器械の分野で既知の脈拍計測センサ、先端部 1 0 8 に内蔵される握力及び / 又はピンチ (摘み) 力センサ、の 1 つ以上) を備えることができる。代替的に又は付加的に、1 つ以上の生理学的センサ (例えば、呼吸頻度センサ) が患者に取り付けられる。

【 0 4 0 8 】

図 5 に戻り、位置センサに代替して又は加えて、ボディ・レスト 5 0 8 が 1 つ以上の体部位に対して備えられる。図示の例では、バー 5 1 0 (任意選択で調整可能である) によって椅子 5 1 4 に取り付けられたレスト 5 0 8 は、胸及び / 又は肩の運動を抑制する。代替の実施形態において、1 つ以上のストラップを用いて体部位を保持する。

20

【 0 4 0 9 】

本発明の例示的な実施形態において、逆運動学法が、運動、及び / 又は、患者の関節及び / 又は骨の寸法を推定するために使用される。例えば、体肢がレスト 5 0 8 に固定されていれば、先端部 1 0 8 の運動を実際の関節の運動を評価するために使用することができる。肘を固定するために使用される装具 5 0 8 が完全に伸張した位置にある場合、患者が腕を動かしている時の、肩からの手首までの距離が計算できる。図 1 5 F のハンドルが使用され、患者が肩装具によって制限されると、前腕の長さを決定することができる。代替的に又は付加的に、確実に体肢の寸法を決定できるように運動を制限するために、力場を使用することができる。

【 0 4 1 0 】

30

本発明の例示的な実施形態において、そのような逆運動学計算で使用するために、患者の模型が作られる。また、安全性計算においても、そのようなモデルを使用することができる。例えば、運動することが危険な関節の配置に患者が到達可能な場合、危険な運動が回避される。各関節の到達範囲は、例えば、患者の固定 (例えば装具)、測定された R O M、及び想定される R O M に依存することがある。

【 0 4 1 1 】

任意選択で、例えば、なるべく調整可能な方法で、固定バー 5 1 2 を使って椅子 5 1 4 は装置 1 0 0 に固定される。任意選択で、例えば、最初に新しい活動を行う際、又は装置のセットアップ中に、初期の調整過程が実行される。ある例では、バー 5 1 2 は目盛を有し、調整中に、目盛に対する正しい椅子の配置が測定される。

40

【 0 4 1 2 】

本発明の一部の実施形態において、装置 1 0 0 は内蔵の椅子 5 1 4 を搭載している。可動椅子の例示的な配置を以下に説明する。

【 0 4 1 3 】

本発明の例示的な実施形態において、位置決め検知精度は、装置の可動範囲全体にわたって、1 c m、5 m m、2 m m、又は 1 m m よりも良くすべきである。一部の実施形態において、訓練中に相対精度が維持されるのであれば、より低い絶対位置決め精度が許容される。

【 0 4 1 4 】

本発明の例示的な実施形態において、力制御の精度は、1 0 0 g r、5 0 g r、1 0 g

50

r 以下、又はそれよりも良い。任意選択で、アームの釣り合わせはこれらの数値の範囲内にある。同様な精度が測定に対して提供される。任意選択で、10 Hz、50 Hz、100 Hz 以上、又はそれより高いサンプリングレートが提供される。

【0415】

[患者の位置決め]

本発明及び/又は訓練の一部の実施形態において、患者の位置は重要でない。しかしながら、多くの訓練において、一定の関節、腱、及び/又は筋群の正確な目標設定は、患者、及び/又は患者の姿勢、及び/又はその他の体部位、に対する先端部108の運動の精度を要求する。

【0416】

本発明の例示的な実施形態において、ストラップ、装具、及び/又はレスト508が、患者の位置を設定するために用意される。任意選択で、椅子514に連結する1つ以上のバー512が装置100に備えられる。バーの代替として、基準512はバネ仕掛けのワイヤであり、該ワイヤはその引き込み量、延いては装置100に対する椅子514の相対位置を示すための位置センサを備える。任意選択で、引き込み可能な複数のワイヤが使用される。任意選択で、各ワイヤは椅子514の脚を通す輪を含む。任意選択で、もしセッション中に椅子が動くと、椅子514と装置100との新たな相対位置を確保するために、訓練は直ちに修正される。代替的に又は付加的に、患者の運動（例えばある姿勢から別の姿勢間での動き）がセッション中に検知されると、訓練は、新しい位置を反映するように適応する。任意選択で、患者の複数の典型的な静的姿勢が学習され、システムはこれら学習した姿勢を利用して、行われている運動を半永久的な姿勢から区別する。任意選択で、様々な圧力センサに加わる圧力の変化によって、又は、椅子・装置及び/又は患者を撮影するカメラを使用して、姿勢の変化が検出されるか。代替的に又は付加的に、先端部108がたどる実際の起動の変化を検出することによって変化が検出される。

【0417】

任意選択で、マット518が用意される。1つの選択肢において、マット518は、椅子の脚または患者の脚の位置を検知するための感圧マットである。任意選択で、患者が実際使用する椅子に対して調整が行われる。代替的に又は付加的に、マットを使用することにより、相対位置の手動入力が可能となる。代替的に又は付加的に、マットは、マットを撮影するカメラが認識可能な印をもつ。

【0418】

本発明の例示的な実施形態において、先端部108は、椅子514の位置を決定するために使用される。ある例では、椅子514を一度所定の場所にロックし、先端部108をデジタイザとして用いて、椅子514及び/又は患者の表面の点に接触させる。ある場合には、先端アダプターが先端部108に取り付けられる。任意選択で、患者の体位が一度デジタル化されると（例えば療法士の誘導の下で）、次回に椅子514が装置100に運ばれて来たときに、装置100は先端部108を動かして、椅子514又は患者の望ましい位置を示す。

【0419】

任意選択で、レーザー又は光ポインタが先端部108（若しくは、アーム108又は装置100の他の部分）に取り付けられ、椅子及び/又は患者の体部位に対する望ましい位置に光の印をつける。装置100は任意選択でポインティングデバイス、アーム108、及び/又は椅子の座標系を相互に変換する。

【0420】

本発明の一部の実施形態において、一定の場所に位置すべきは、先端部108ではなく、患者の手又は指である。任意選択で、ダミーの手が装置100内に置かれ、そのような調整のために使用される。

【0421】

ここに説明するような位置決め方法は、リハビリテーション・システムの他の部分（例えば、テーブル、グラス、第2の装置100、又は図19Hに図示されるような日常生活

10

20

30

40

50

用具一式)の位置決めにも利用されることに注目すべきである。

【0422】

本発明の例示的な実施形態において、患者の位置決めは患者の運動学によって決定される。本発明の例示的な実施形態において、一度患者は所定の位置に置かれて、患者は1つ以上の訓練を行い、そして実際に辿った軌道に基づいて患者の体位が決定される。場合によっては、患者の体位を決定するために、患者の以前の能力(例えば、関節可動域)を知る必要がある。

【0423】

本発明の例示的な実施形態において、患者は肘を曲げずに腕を揺らす。運動の範囲は肩関節の位置を示唆する。患者が、彼の肘を真っ直ぐに伸ばす(又は、真っ直ぐに保持する)ことができなければ、この情報は任意選択で使用される。

10

【0424】

本発明の例示的な実施形態において、セッションの間の患者の運動が主に2次元平面上の並進運動であると仮定されるので、位置調整にはアームのたった1つの運動だけで十分である。任意選択で、2つのアームが動いて、身体のねじれの検出を補助する。

【0425】

任意選択で、患者の体位の決定に代替して又は加えて、初期の患者の一連の運動を利用して、関節可動域や運動の自由などの、患者に関する基本情報が抽出される。任意選択で、測定を取る前に、装置100は最初に筋肉や関節をウォーミングアップするように意図された一連の訓練を適用又は提案する。

20

【0426】

[アタッチメント(身体への取り付け具)]

図1において、先端部108は患者の手の中に握られている。身体他の部分に取り付けるためには、他の手段が利用される。ある例では、ボール状ハンドルの代わりに、ストラップ又は弾性リングが先端部108に備えられる。別の例では、棒状ハンドルがボール状ハンドルの代わりに備えられる。

【0427】

図6は、本発明の例示的な実施形態による、肘ホルダ600を示す。例えば、必要な運動が肩の運動であり、従って肘616が軌道に沿って動く場合に、該肘ホルダが使用される。ベース602は、先端部108に取り付けるように構成される。蝶番604は、その上に腕614が置かれる第1の部分606と第2の部分608との間の相対運動を可能にする。任意選択のストラップ610と612は、任意選択で腕614を一層しっかりとホルダ610に取り付ける。任意選択で、関節604は可変抵抗(例えば、患者及び/又は装置100により設定可能)を持つ。代替的に又は付加的に、関節604は、肘616を開閉する力を与えるためのアクチュエータを備える。代替的に又は付加的に、関節604は角度センサを備える。任意選択で、ホルダ600は、例えば、治療効果として、又は関節の拘縮防止に役立てるために、肘を振動させることができ、該振動は、例えば適当なアタッチメントを使用して、他の関節や体部位にも加えることができる。

30

【0428】

本発明の例示的な実施形態において、ある例では、ホルダ600は痙攣用装具として機能し、関節604は固定され(若しくは関節ではない)て、腕614はストラップ610及び612によってこじ開けられて保持される。

40

【0429】

本発明の例示的な実施形態において、1つ以上の平面で関節604が肘616と実質的に同じ回転中心を持つように、部分608及び606が持ち上げられる。

【0430】

本発明の他の実施形態において、身体上の他の点へのアタッチメントが提供される。特に、制限されるものは骨又は骨上の一定の位置である一方で、本発明の一部の実施形態においては、制限されるものは関節であることが注目される。上述のように、様々なタイプの制約(例えば、角度及び/又は空間体積部分)が提供される。以下に、図16を参照し

50

ながら、付加的なアタッチメントについて説明する。

【 0 4 3 1 】

本発明の例示的な実施形態において、アーム 1 0 2 に取り付ける際に装置 1 0 0 がアタッチメントのタイプを認識するように、アタッチメントは符号化回路又はその他の手段を含む。

【 0 4 3 2 】

一部の実施形態において、アタッチメントは、2つの機械式クイック接続部品（例えば、パネ仕掛けのピンとスロットの取り合わせ）からなるクイック接続要素、及び電気式クイック接続（例えば、パネ仕掛けの小型ニードル接点）に適合しており、これが訓練から訓練へ、又は患者から患者への高速切替を可能にしている。本発明の例示的な実施形態において、各アタッチメントは半導体チップを持ち、コネクタから受電し、バス（例えばパケットバス）でデータ（もしあれば）を送信する。代替として、電気コネクタが、アタッチメントの測定手段（例えば、電位計）を装置 1 0 0 に直接接続するために使用される。

【 0 4 3 3 】

[利用者への指示]

装置 1 0 0 は、（本発明の様々な実施形態に対して）次の 1 つ以上を含む多くのモードで利用者に指示を与えることができる。

- a) 収録音声
- b) コンピュータ・アニメーション表示
- c) 指導ビデオ
- d) 装置 1 0 0 の運動（患者は不参加）
- e) 装置 1 0 0 の運動（患者が参加する。できるだけ解説付きで、低速で行う。）
- f) 装置 1 0 0 の運動（ダミーを装着）
- g) 音符の使用（例えば、合図として、又は運動のテンポを設定するために）
- h) 第 2 の装置 1 0 0 の運動（例えば、デモンストレーションとして、又は患者自身の運動の順序通りに）

【 0 4 3 4 】

[トレーニング、指導、および運動の質（Q o M）]

リハビリテーション計画の一部が、しばしば強度及び / 又は関節可動域を維持又は増大させるために体部位を訓練させることである一方で、本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーションは、運動の質的側面、及び / 又は、どのような運動が正しいかを患者に指導することを含む。

【 0 4 3 5 】

本発明の例示的な実施形態において、次の 1 つ以上の運動の特性が重要である。

- a) 使用可能なく（単数又は複数の関節の）関節可動域の利用度
- b) 十分な力をかけることのできる筋肉の使用
- c) 関節及び / 又は筋肉が、より高い精度の制御を実現することのできる運動
- d) 能力の閾値に接近しない運動
- e) 危険な領域に接近しない運動（例えば、不安定な関節をもつ患者のため）
- f) 運動及び / 又は回転の滑らかさ
- g) 移動距離
- h) 最大所要力
- i) 運動の空間及び / 又はエネルギー効率（例えば、過剰運動）
- j) 最小限の攣縮を伴う運動

【 0 4 3 6 】

本発明の例示的な実施形態において、運動の特性は、健常人の運動を特徴付ける、べき法則を用いて判断される。麻痺をもつ人は、どの関節及び / 又は運動様式で、どの程度この法則に近づくことができるか、という点について、任意選択で特徴づけられる。

【 0 4 3 7 】

任意選択で、「正常な運動」は、運動の特性を定義する基本的な運動学的特性によって

説明される。腕については、1つの該特性は、1つの点から別の点への、該2点間の凡そ最短経路を辿った、手の滑らかな移動である。第2の特性は、手の速度が経路の曲率によって制限されることである。(Viviani P, and Terzuolo C. 「軌道が運動力学を決定する」 “Trajectory determines movement dynamics.” , J Neurosci 7, 1982: 431-437、この開示内容は参照により本願の開示内容に組み込まれる)。軌道の曲率が大きいほど、手の運動は2/3の一定比率で遅くなる。これらの運動学的説明は数学的に定義され、そのため、それらを運動の特性の客観的な定量化のために利用することができる。

【0438】

「最小の攣縮」は、健常者にしばしば観察される、滑らか且つ最短の運動の特性を説明することができ、さらに、経路の曲率と手の速度との間の関係を立証する「3分の2べき法則」が明らかにされている。最近になって、両法則が統合され(Viviani P, and Flash F. 「最小の攣縮、3分の2べき法則、及び同時発生：運動計画への収束アプローチ」 “Minimum-jerk, two-thirds power law, and isochrony: converging approaches to movement planning.” , J Exp Psychol: Hum Percept Perform 17: 32-53, 1995、この開示内容は参照により本願の開示内容に組み込まれる)、同じ概念の2つの側面として数学的に定義された(Richardson MJE, and Flash T. 「滑らかな腕の運動と3分の2べき法則及び関連するセグメント化制御仮説との比較」 “Comparing smooth arm movements with the Two-Thirds Power Law and the related segmented-control hypothesis.” , J Neurosci 22: 8201-8211, 2002, the disclosure of which is incorporated herein by reference)。ある1つの記述に統合された、これら2つの法則は、装置100による治療前、治療中、及び/又は治療後の運動の特性のテストに採用できる。任意選択で、べき法則へのフィッティングは、患者に一連の運動を、様々な速度で与えて、その結果からべき法則のデータを抽出することによって決定される。該法則は、他の関節や体肢(例えば、下肢)にも適用される可能性がある。

【0439】

適用される可能性のある別の法則は、協調運動における各関節の相対的な運動に関連するものである。健常者においては、そのような運動は、様々な関節の運動の標的からの相対距離や、該関節の様々な精度が考慮される。適用される可能性のある別の法則は、標的に命中するまでの時間と標的の大きさを関係付ける適合則(Fits law)である。

【0440】

これらの特性は、ある運動にとっては一般的であり、又は一定の能力と不足をもつ患者にとっては特別なものとなる場合がある。

【0441】

本発明の例示的な実施形態において、運動のそのような特性は、実例によって(例えば、正しい運動と誤った運動に腕を導いて)患者に指導される。そのような運動は、例えば療法士又は患者が入力しても、予めプログラムされていてもよい。代替的に又は付加的に、患者の運動は記録され、修正され、そして、患者は誤った、又は修正された運動を通して整調される。事前定義運動において、該運動は個々の利用者に対して(例えば、利用者のサイズに対して)調整されることがある。

【0442】

任意選択で、正確さの閾値は、患者の全ての運動を(1つ以上のパラメータにおいて)該閾値を超えた特性に保つよう患者が努めるために、定義される。

【0443】

代替的に又は付加的に、そのような特性は患者の運動に対するリアルタイム又はオフラインのコメントによって教えられる。

【0444】

従って、本発明の一部の実施形態において、リハビリテーションのかなりの部分が、正しい運動で患者を訓練させること、又は患者が行った一定の運動が高い特性のものが、低い特性のものをかを知る方法を患者に教えることからなる。

【0445】

他のタイプのトレーニングは、運動の正確さに関連していない。例えば、患者は障害のある体肢を無視しないようにトレーニングすることができる。関連する態様において、しかしながら、患者は、関節可動域を縮小させないように、障害のある関節を「正しい」運動の一部として使うトレーニングをすることができる。

【 0 4 4 6 】

ある例では、テーブル上の物を動かすことなどによって、一定の運動について肘と手首との間で予測される相対運動が分る（例えば、又は実例などにより療法士が入力する）。患者が一定量（例えば、療法士によって定義される）を逸脱すると、フィードバックが提供される。

【 0 4 4 7 】

[対運動]

本発明の例示的な実施形態において、良い腕による運動が悪い腕のトレーニングに利用される。例えば、良い腕を用いて円を描くことができ、そして悪い腕が円を描くトレーニングをする。そのようなトレーニングの1つの利点は、どの関節と筋肉が各運動のために使用されるかをより良く正確に理解することによって、患者が受け取る詳細なフィードバックである。代替的な応用において、「良い」運動は療法士又はその他の介護人によって提供される。

【 0 4 4 8 】

単一アーム装置 1 0 0 において、以下の過程が使用される。

- a) 装置 1 0 0 は任意選択で、実演で又はディスプレイ上で、正しい運動を説明する。
- b) 運動が「良い」体肢によって実行される。任意選択で、該運動は編集するために上述のような方法を使って修正される。
- c) 運動は、例えば他動運動、自由運動、又は力場を用いて、「悪い」体肢で反復される。任意選択で、「良い」運動は、予定速度を低減し、関節可動域を縮小し、力を低減するなどして、悪い体肢に適用する前に修正される。
- d) 運動中及び/又は運動後に、フィードバックが患者に提供される（例えば表示として）
- e) 運動は任意選択で反復される。

【 0 4 4 9 】

図 7 及び図 8 は、任意選択のカップリングによって、2つの腕を同時に運動させることができる2ハンドル装置 7 0 0 及び 8 0 0 を示す。本発明の例示的な実施形態において、このハンドルは一方の腕で他方の腕を他動的に運動させるために使用される。そのため、例えば、患者は良い腕によって悪い腕が何をしているのかを感じることができ、その逆もまた同様である。代替的に又は付加的に、1つのハンドルは装置によって動かされるので、患者は自分に何が求められているか知ることができる。任意選択で、2アーム装置が、例えば麻痺をもつ子供と健康な子供又は成人との間のゲームとして、子供たちのために使用される。

【 0 4 5 0 】

2つの別個のリハビリテーション装置 7 0 2 及び 7 0 4 は、ベースによって任意選択で取り付けられて、一方のアーム 7 0 8 が他のアーム 7 1 0 の運動をまねするように、電氣的及び/又は機械的にコンピュータによって連結される。機械的に運動するアームは、任意選択で後述するボール式機構である。

【 0 4 5 1 】

装置 8 0 0 において、1つのジョイントが2つのアーム 8 0 8 及び 8 1 0 を連結する。その結果、運動は反転される。任意選択で、アーム 8 0 8 及び 8 1 0 は、両方とも一緒に伸びたり縮んだりするように伸長可能であり（例えば、後述のように）、例えば、2つのアームは固定した回転中心をもつギア（例えばラック・ピニオン機構）の反対側に係合される伸長要素を持つ。

【 0 4 5 2 】

本発明の例示的な実施形態において、他の装置を使用して、鏡像運動が提供される。例

10

20

30

40

50

えば、標準的な装置を使用した応用では、利用者が一方の手（又は同じ手で続けて）でマウスを握り、片方の手から他方の手へと動きを移すことによって、鏡像運動が提供される。別の実施形態において、１つ又は２つのフォースフィードバック・ジョイスティックが使用される。これを含む一部の実施形態のために、複数の装置が使用されることがあることに注目すべきである。特に、具体的な応用に対して、比較的簡単な及び／又は標準的なハードウェア（例えば、フォース・フィードバック・ジョイスティック又はタッチディスプレイ）を使用することができる。

【 0 4 5 3 】

[複合運動]

図 9 A は、手首の運動に関連した第 1 の部分 9 0 2 と肘の運動に関連した第 2 の部分 9 0 4 との、２つの部分からなるリハビリテーション器械 9 0 0 を図示したものである。後述のように、部分 9 0 2 及び 9 0 4 は、ボール式の装置とすることができる。かつ、任意選択で調整可能な連結部 9 1 0 は、部分 9 0 2 と 9 0 4 の相対位置を固定する。連結部 9 1 2 は任意選択で手首ホルダ 9 0 6 と肘ホルダ 9 0 8 とを相互に連結する。装置 9 0 0 を使用して、リハビリテーション中に体肢（例えば、腕又は脚）上の複数の点の例示的な制御が行われる。

【 0 4 5 4 】

使用において、ホルダ 9 0 8 と 9 0 6 のそれぞれは、３つの空間寸法を、任意選択で角度寸法も制御することができ、そのため、テスト、トレーニング及び／又は提供するためのより複雑な運動が可能になった。任意選択で、一定の運動を制限する（例えば、関節の一定の回転を防ぐ）ことの可能性は、安全性の観点から有益である。任意選択で、３、４、５、又は６つの運動自由度で点が制御される。任意選択で、自由度の一部における制御は、他の自由度におけるものと異なる。例えば、ある軸における運動はその運動に関連した抵抗を持つことがあり、一方で、角運動は、装置 9 0 0 によって多少の力を提供されながら補助される運動となることがある。

【 0 4 5 5 】

装置 9 0 0 において、軌道は相対軌道として定義されることに注目すべきである。相対軌道においては、装置 9 0 0 の実際の位置は相対位置やホルダ 9 0 6 及び 9 0 8 の空間運動ほど重要ではない。

【 0 4 5 6 】

図 9 B は、腕ホルダ 9 3 0 がその上に取り付けられたアーム 9 3 2 を有する１つの部分 9 2 8 を含むリハビリテーション装置 9 2 0 を図示したものである。ホルダ 9 3 0 は、肘ホルダ 9 2 4 を使用する肘と、手首ホルダ 9 2 2 を使用する手首、の両方を抑制する。任意選択の回転機構 9 4 0 が、ホルダ 9 3 0 をアーム 9 3 2 の周りで回転させる一方で、任意選択の回転機構 9 2 6 が、アーム 9 3 2 に垂直なホルダ 9 3 0 を回転させる様子が図示されている。代替的に又は付加的に、同様な機構（図示されず）を、その軸のまわりでホルダ 9 3 0 を回転させるために任意選択で備える。

【 0 4 5 7 】

以下に説明するように、本発明の例示的な実施形態によるリハビリテーション装置によってサポートされる別のタイプの複合運動は、幾つかの体部位（例えば腕と脚）の同期した運動を必要とする。

【 0 4 5 8 】

[ボール式装置]

上述のように、関節アーム以外のデザインを装置 1 0 0 のために使用することができる。特に、本発明の例示的な実施形態において、該装置はユニバーサル・ジョイントに基づいており、そこからなアームが延び、該アームは任意選択で長さを変える。

【 0 4 5 9 】

本発明の例示的な実施形態において、ユニバーサル・ジョイントはボールジョイント（ball-in-socket joint）として使用される。図 1 0 は、ボールジョイントを使用した、例示的なリハビリテーション器械 1 0 0 0 を示す。この引用符号は、本願で説明するような

幾つかのボール式装置に対する一般的な意味で用いられている。

【0460】

装置1000は、ベース1004（例えば、板1016を含むテーブル）からなる。該板は、その内部に輪郭を刻む開口1017を有し、さらに該開口はボール1010を取り囲んでいる。ボール1010は任意選択で複数のローラ上に載置される。図11に示される代替の実施形態において、ローラ1012は、底板1015（その内部にボール1010を支持する開口1013を輪郭を刻む）によって置き換えられる。

【0461】

アーム1002はボール1010から延び、ボール1010の反対側にロッド1022で取り付けられた釣り合い錘1018によって任意選択で釣り合わされる。ロッド1022は任意選択のガイドプレート1020（詳細後述）に開けられたスロットを任意選択で通過する。

【0462】

使用時に、ボール1010が回転して、アーム1002の先端部1008が空間に様々な軌道を規定することを可能にする。任意選択で、空間の体積部分を軌道で満たせるように、アーム1002は伸長可能である。任意選択で、自動的に動くか、他動的に該伸長に抵抗するために、アーム1002はモーター又はブレーキ1024（例えば油圧ブレーキ）を備える。

【0463】

本発明の例示的な実施形態において、ボール1010に対してブレーキ1014が提供される。比較的に大きなボール1010を使用する1つの潜在的な利点は、ボール表面におけるトルク（例えば、アーム1002をブレーキをかけたり運動させたりするのに必要なトルク）は、小さなジョイントに対して必要とされるものより概して小さく、恐らくはより小さい又はより安価なモーター又はその他の機械要素の使用を可能にする。代替的に又は付加的に、十分に精密な制御とフィードバックを可能にしたまま、そのようなモーターの位置制御、及び/又は位置センサの検出感度はより小さくすることができる。

【0464】

装置1000は様々な配置形態で提供することができる。最も簡単な配置形態において、装置は完全に他動的であり、利用者は単にプレート設定（後述）と抵抗設定をブレーキに設定することができるに過ぎない。より高度な配置形態において、抵抗をコンピュータ制御によってリアルタイムに変えることができる。別の高度な配置形態において、ボール及び/又はアームの位置の検出機能が備えられる（例えば図示されないセンサを使用して）。別の高度な配置形態において、方向性抵抗を変えることができる（例えば、図示されない方向性ブレーキを使用して）。別の高度な配置形態において、原動力（任意選択で方向性がある）は、例えばプレート及び/又は複数の方向性モーター（抵抗の提供にも使用可能）を使って、設定又は変更可能である。

【0465】

本発明の例示的な実施形態において、複数のモーターを使用して、アーム1002の運動及び/又は力が制御される。アーム位置を決定するために、モーターは任意選択で光学式的位置エンコーダを有する。代替的に又は付加的に、ステッピングモーター又はサーボモーターが使用される。代替的に又は付加的に、非接触センサ（例えば、ボール1010から光学式のマークを読み取るもの）が使用される。本発明の例示的な実施形態において、ローラ1012は、ホイールを回転させるモーターによって置き換えられる。一方のホイールが別のホイールに垂直な（ボール1010の表面に対する）方向にあるならば、（例えば、ホイールに垂直な運動が低摩擦の摺動であれば）一方の又は両方向における選択的な運動を実現することができる。1つのローラだけが回転ホイールをもつモーターによって置き換えられる。該ホイールは所望の運動方向に向けられ、そして該運動を実現するように回転する。方向性抵抗が、モーターを使用して任意選択で実現される。代替として、該抵抗は、力または抵抗を加えるモーターの組み合わせによって実現され、一般的な抵抗はブレーキ1014によって加えられる。任意選択で、アーム1002に加えられる力の

10

20

30

40

50

方向を判断するために、１つ以上のひずみセンサが提供され、又はモーターと一体化されている。モーターは必要に応じて、対抗する力、又は補助する力、又はわきに逸らす力に応答することができる。

【０４６６】

本発明の例示的な実施形態において、ブレーキ１０１４は、ブレーキをボール１０１０の赤道に向けて昇降することにより動作する。このとき、ブレーキの内径はボールのそれより小さい。代替として、ブレーキは必要に応じて膨張し、また収縮する。代替的に又は付加的に、ブレーキの外周は改造され、例えば、加熱されるとブレーキの瞬間的な膨張及び／又は収縮を起こす形状記憶合金で成形される。代替的に又は付加的に、ボール１０１０の表面に、その中心に向けて押し付けられる、垂直ブレーキが使用される。

10

【０４６７】

代替的に又は付加的に、一方向性ブレーキの代わりに、又はこれに加えて、方向性ブレーキを使用することができる。例えば、ブレードに垂直な運動を許容する比較的低い抵抗をもち、たわみによってブレードに沿ったボールの運動に抵抗するブレード状のゴムパッドである。

【０４６８】

アーム１００２が伸長可能な場合、点１００８に印加される力は、一般にアーム１００２の軸に沿った成分も含み、それにブレーキ又はモーター１０２４は応答することができ、ボール１０１０の応答性において任意選択でこのことが考慮されることに注目すべきである。

20

【０４６９】

[釣り合わせ]

図１１は、本発明の例示的な実施形態による装置１０００の釣り合わせを示す。上述のように、図１１は装置１０００の変形を示し、ここではボール１０１０がプレート１０１５によって支持される。錘１０１８は、正確にアーム１００２のモーメントを相殺するように任意選択で設計される。代替として、アーム１００２を静止位置に戻す力、若しくは静止位置から遠ざけようとする力を提供するために、例えば、ボール１０１０からの距離を変更することによって、又はモジュール式の錘を追加または取り除くことによって、該錘は設計され又は改造される。ある場合では、釣り合わせは、アタッチメント又は患者の体肢の重さに合うように調整される。

30

【０４７０】

任意選択で、アーム１００２が伸長可能な場合、該伸長部は、ボール１０１０の重心を維持するようにして、ボール１０１０の中心から外に延びる動く釣り合い錘を含む。この運動はボールの内部だけのこともある。

【０４７１】

代替的に又は付加的に、ボール１０１０の釣り合わせは、モーター及び／又はブレーキによる自動的な釣り合わせによって提供される。該自動的な釣り合わせは、ボール１０１０及びアーム１００２の慣性モーメントを効果的に低減又は相殺するために使用できる。

【０４７２】

アタッチメントが先端部１００８に取り付けられると、これが釣り合わせを変化させてしまうことがある。任意選択で、各々のそのような調整に対して、釣り合わせ錘１０１８に追加するための適当な錘が提供される。代替として、ハンドル１００８は、アタッチメントのはめあい部にある１つ以上の接点又は回路に適合する、１つ以上の接点又は回路を有する。これは、装置１０００が、どのアタッチメントが追加されたかを感知して、補償するために錘１０１８を適切に移動させることを可能にする。適当な表がリモートサイトから任意選択でダウンロードされる。代替として、アタッチメントは、先端部１００８の中に押し込むことによってボール１０１０の内部にあるアーム釣り合わせ錘を動かす、適当な長さの杭を含む。錘１０１８の運動は、任意選択でモーター（図示されず）により、例えば連結ロッド１０２２に沿い、及び／又はロッド１０２２とアーム１００２を結ぶ直線から離れることがある。代替的に又は付加的に、印加されるトルクモーメントを検知し

40

50

、及びこれを補償するために錘 1 0 1 8 を動かすことによって、装置 1 0 0 0 は自己調整する。

【 0 4 7 3 】

任意選択で、釣り合わせは、予想される重量又は活動中に人によって加えられる力に対して設計される。

【 0 4 7 4 】

図 1 1 はまた、プレート 1 0 2 0 にあるスロット 1 0 3 0 によって、直線上を移動するように拘束されたロッド 1 0 2 2 を示す。

【 0 4 7 5 】

[ガイドプレート]

一般に、コンピュータで制御された方向性モーター及びブレーキは任意の所望の運動を達成可能であり、本発明の一部の実施形態において、恐らくはより制限された運動が、プレート 1 0 2 0 及びこれに関連するスロットの使用によってサポートされる。ガイドプレートを使用することの潜在的な利点は、スロットに垂直な運動が通常は不可能となることであり、そして、このことが適当な回路を不要にする。

【 0 4 7 6 】

図 1 2 は、本発明の例示的な実施形態による、プレート式リハビリテーション装置のための駆動系を説明するものである。第 1 の任意選択のモーター 1 0 4 6 は、直線以外のロッド 1 0 2 2 の運動を可能にするために、プレート 1 0 2 0 を回転させるギア 1 0 4 8 に取り付けられる。第 2 の任意選択のモーター 1 0 4 0 は、その上をロッド連結器 1 0 4 4 が移動するネジ棒 1 0 4 2 に取り付けられる。連結器 1 0 4 4 が移動すると、連結器はスロット 1 0 3 0 に沿ってロッド 1 0 2 2 を動かす（又は抵抗する）。他の機構も使用することができる。

【 0 4 7 7 】

図 3 A 及び 3 B に図示する通り、スロット 1 0 3 0 に垂直な運動に対する完全な抵抗よりも、むしろ変化を提供する方が望ましい場合もある。図 1 3 A は、この特性を有する、連結器 1 0 4 4 と置き換えるための例示的な連結装置 1 3 0 0 を説明するものである。連結装置 1 3 0 0 は、ネジ棒 1 0 4 2 に装着するための内ネジ部 1 3 0 2 を有するボデー 1 3 1 4 を備える。ボデー 1 3 1 4 は、ロッド 1 0 2 2 と係合する開口 1 3 0 4 を有する開口要素 1 3 0 6 を更に備える。1 つ以上のバネ要素 1 3 0 8 は、要素 1 3 0 4 をボデー 1 3 1 4 に連結する。任意選択で、バネ要素 1 3 0 8 の張力を、例えばネジ 1 3 1 0 によって調整することができる。任意選択で、線形変位センサ 1 3 1 2 が、ロッド 1 0 2 2 の位置の誤差を測定するために備えられる。要素 1 3 0 8 は、スロット 1 0 3 0 の方向に、及び / 又はそれに垂直な方向に提供される。その他の例示的な力制御機構を、図 2 2 から図 2 6 に図示する。

【 0 4 7 8 】

図 1 3 B は、1 つ以上のバネ 1 3 5 2 及び 1 3 5 4 によって連結された 2 つの半体 1 3 4 2 及び 1 3 4 4 から形成される、弾性ガイド 1 3 4 0 を示す。従って、2 つの該半体の縁 1 3 4 8 と 1 3 5 0 との間に成形されるスロット 1 3 4 6 は、いくつかの弾性的な順応性を持つ。代替的に又は付加的に、縁 1 3 4 8 及び 1 3 5 0 は、少なくとも部分的に弾力性が持たされる（例えばゴムで作られる）。

【 0 4 7 9 】

図 1 4 A は、上部ガイドプレート 1 0 2 0 及び下部ガイドプレート 1 4 0 2 の 2 枚のガイドプレートがタンデムに使用された、別の装置を説明するものである。任意選択で、各ガイドプレートを回転させるために別々のモーターが備えられる。

【 0 4 8 0 】

図 1 4 B は、幾つかのスロットを有するガイドプレートを図示する。塗り潰された領域は、切り出したものが抜け落ちないようにするために提供される。代わりに他の方法（例えば面外の架橋）を使用することもできる。

【 0 4 8 1 】

10

20

30

40

50

図 1 4 C は、「X」形スロットを有するガイドプレートを示す。例えば、内側に十字をもつ円や、曲がったスロットなど、他の形状を与えることもできる。

【 0 4 8 2 】

本発明の例示的な実施形態において、装置 1 0 0 0 のプログラミングには、スロットの取り替え、及び / 又は抵抗の設定も含まれる。任意選択で、スロットが挿入されると、例えば上述のような接触式検知機構を用いるか、無線又は R F 通信（例えば該プレート内にスマートカード回路を埋め込むことによる）を用いて、装置 1 0 0 0 はそれを認識する。

【 0 4 8 3 】

[付属品とリストアタッチメント]

図 1 5 A は、1 度以上の手の運動に対して制御及び / 又はフィードバックを提供する、本発明の例示的な実施形態によるリストアタッチメント 1 5 0 0 を示す。

10

【 0 4 8 4 】

グリップ 1 5 0 2 が手で握られているとき、前腕はレスト 1 5 1 0 上に載ると想定される。グリップ 1 5 0 2 は、レスト 1 5 1 0 に関する 1 つ以上の軸でジンバル動作する。図示の例では、ハンドル 1 5 0 2 は、ロッド 1 5 0 4 を含むベース 1 5 0 3 に取り付けられる。ジョイント部 1 5 0 6 は、ロッド 1 5 0 4 の軸の周りを任意選択で回転し、及び / 又はそれに沿って移動することができる。更に、任意選択のロッド 1 5 0 8 はレスト 1 5 1 0 とジョイント部 1 5 0 6 を相互に連結し、ロッド 1 5 0 8 周りの回転を可能にする。更に、任意選択のロッド 1 5 1 2 は、他の 2 つのロッドと垂直な方向でジョイント部 1 5 0 6 に接触し、その 3 番目の軸の周りでの回転を可能にする。

20

【 0 4 8 5 】

任意選択で、リストアタッチメント 1 5 0 0 は、レスト 1 5 1 0 にて先端部 1 5 0 8 に取り付けられ、又はベース部 1 5 1 4 にてロッド 1 5 0 8 に取り付けられる。

【 0 4 8 6 】

任意選択で、説明した相対運動の 1 つ以上が、1 つ以上のモーター及び / 又は制御可能なブレーキによってサポートされる。

【 0 4 8 7 】

一部のリストアタッチメントにおいて（又は他のアタッチメント装置に対しても）、図 3 A 及び図 3 B に示される可変抵抗を 1 次元以上で提供するように、1 つ以上のバネがリハビリテーション装置を操作する。

30

【 0 4 8 8 】

図 1 5 B は、装置 1 5 0 0 の形態に概ね従った、本発明の例示的な実施形態によるリストアタッチメント 1 5 2 0 を示す。ハンドル 1 5 2 2 は患者に握られ、さらに患者の腕はアームレスト 1 5 2 4 の上に置かれる。任意選択で、1 つ以上のストラップ穴 1 5 2 6 を通して取り付けられる、1 つ以上のストラップ（図示されず）を備える。ベース 1 5 4 2 は、コネクタ 1 5 2 8 によってアーム 1 0 2（図示されないが、図 1 5 C において例示される）との連結を提供する。本発明の例示的な実施形態において、例えば、本願で説明する多数のアタッチメントに適合するユニバーサル・コネクタが使用される。本発明の例示的な実施形態において、該コネクタは、機械的な固定、パワー（例えば電力）及びデータ転送の 1 つ以上を提供する。任意選択で、コネクタはまたアタッチメントの識別情報を装置 1 0 0 に提供する。

40

【 0 4 8 9 】

図示の実施形態において、機械継手 1 5 3 0、1 5 3 2、及び 1 5 3 4 によって 3 つの手首の回転運動がサポートされる。任意選択で、ジョイントの 1 つ以上の抵抗は調整可能である。図示の実施形態において、該調整は（例えばノブ 1 5 3 6、1 5 3 8、及び 1 5 4 0 の 1 つ以上を使った）手動調整である。代替として、例えば小型モーターを使用した、内部調整が提供される。該抵抗は、例えば、摩擦タイプや弾性（例えばバネ）タイプが可能である。任意選択で、各ジョイントに対して回転センサ（例えば電位計）を備える。

【 0 4 9 0 】

任意選択で、ハンドル 1 5 2 2 は取り替え可能であり、例えば、引き抜きピン 1 5 4 4

50

を使用して、ハンドル 1 5 2 2 を選択的にアンロックして取り外すことができる。

【 0 4 9 1 】

図 1 5 C は、リストアタッチメント 1 5 2 0 に類似した（例えば、ノブ 1 5 5 2 がノブ 1 5 3 8 と別の場所にある）、リストアタッチメント 1 5 5 0 の別の異形を反対側から示す。また、アーム 1 0 2 上へのリストアタッチメントの実装が図示されている。本発明の例示的な実施形態において、該実装は、ボールジョイントを含む（任意選択で摩擦抵抗機能を有する）。任意選択で、例えば安全機能として、一定レベル以上のトルクを受けると接続を断つように、ソケット・ジョイントはデザインされる。任意選択で、この安全性レベルは設定可能である。本発明の例示的な実施形態において、ジョイントは、設定可能な抵抗をもつバネによって相互に連結される、2 枚のプレートの間に保持されたボールからなる。該プレートを相互接続するワイヤを任意選択で備え、（例えば延び過ぎたバネの）音程によって信号を発生する。任意選択で、該ジョイントの各部分がバラバラにならないように、命綱を備える。

10

【 0 4 9 2 】

別の異形は、単一のアームレスト 1 5 2 4 に代わるもので、2 つのアームレスト 1 5 5 8 及び 1 5 5 6 を図示する。任意選択で、ストラップは遠位のアームレスト（1 5 5 8）にだけ備えられる。任意選択のパッド 1 5 6 0 も図示されている。

【 0 4 9 3 】

図 1 5 D は、非垂直ハンドルアタッチメント 1 5 6 0 を示す。屈曲部 1 5 6 2 にて 9 0 度の角度が図示されているが、他の角度（例えば 4 5 度）が与えられてもよい。任意選択で、該角度は、より良い筋肉動作の制御を可能にし、及び / 又は一部の運動を容易にする。任意選択で、屈曲部 1 5 6 2 は、例えば、0 度、4 5 度、及び 9 0 度などのプリセット角に調整可能である。

20

【 0 4 9 4 】

任意選択のユニバーサル・アタッチメント 1 5 6 4 が図示されている。

【 0 4 9 5 】

図 1 5 E は、図示される任意選択の指のためのくぼみ 1 5 7 2 をもつ、グリップ 1 5 7 0 を示す。患者からの入力のための任意選択のボタン 1 5 7 4 が図示される。追加のボタンが提供されることが可能であり、他の実施形態においても複数のボタンが提供される得る。

30

【 0 4 9 6 】

任意選択で、（他の実施形態においてもそうである様に）ハンドル 1 5 7 0 のボデー 1 5 7 6 は握り絞ることができる。あるタイプの握り絞れるボデーは、ガスを充填した空気袋を含む。任意選択で、抵抗力を変更するために、ガスの圧縮を変えることができる。代替の実施形態において、ボデー 1 5 7 6 は 1 つ以上のバネによって分離された 2 つのパネルから形成される。

【 0 4 9 7 】

任意選択のユニバーサル・アタッチメント 1 5 7 8 が図示されている。

【 0 4 9 8 】

図 1 5 F は、2 つのハンドル 1 5 8 2 及び 1 5 8 6（ピン 1 5 8 4 及び 1 5 8 8 によって任意選択で変更可能）を含む、2 ハンドルの実施形態 1 5 8 0 を示す。この実施形態は、例えば、一方の手が他方の手の運動を補助することが求められる場合に有用である。実際使用される 2 つのハンドルは同一である必要はない。

40

【 0 4 9 9 】

任意選択のユニバーサル・コネクタ 1 5 9 0 が図示されている。

【 0 5 0 0 】

他のアタッチメントも使用することができる。ある例では、コップ状のアタッチメントが使用される。患者は該コップをグラスとして、又はその取っ手を摘む行為によって、持つことができる。摘む及び / 又は握る力（該グラスに加えられるような）を測定するための様々なセンサが提供される。代替として、既知のアタッチメントを、任意選択でユニバ

50

ーサル・コネクタ及び／又は適当なセンサを含めるように変更して、使用することができる。任意選択で、手を縛るためのストラップを持つアタッチメントが提供される。

【 0 5 0 1 】

任意選択で、使用されるアタッチメントは患者に感覚を与える（例えば、表面組織を振動し、刺し、締めつける）。そのような感覚を引き起こして制御するために、該アタッチメントにはデータだけでなく電力も供給することができる。表面組織は、例えば、凸凹な下張りをもつ滑らかな層を提供することによって、変化に富んだものとなる。該凸凹又は該凸凹な層を伸ばすことにより、該表面組織は変化する。

【 0 5 0 2 】

腕に対してアタッチメントを説明してきたが、このようなアタッチメントは、他の体肢に、そして頭や首にも提供できることは高く評価されるべきである。ある例では、足用のリストアタッチメントとしてペダルが提供される。リストアタッチメントの様々な回転は、足に対しても提供することができる。同様に、頭と首のアタッチメントは、首に対するあごの様々な回転及び／又は運動のサポートを維持するようにデザインすることができる。

【 0 5 0 3 】

別のタイプのアタッチメントは、アーム 1 0 2 に直接取り付けられない（例えば図 5 のパッチ 5 0 4 ）。

【 0 5 0 4 】

〔エルボー・サポート（肘支持具）〕

図 1 6 A から 1 6 D は、本発明の例示的な実施形態に従うエルボー・サポートの様々な方法を説明するものである。上述のように、一部のリハビリテーション方法にとって、肘（又は他の体部位）の運動の支持及び／又は抑制を提供することは有益である。本発明の例示的な実施形態において、患者が空間中に体肢を保持することではなく、体肢を運動させることに集中できるように、装置 1 0 0 は体肢の重量を支持する。逆に、例えば体肢によって加えられることが期待される力（任意選択で、いくらかの余裕をみる）を正確に与える装置 1 0 0 によって、患者が装置にもたれかかることを妨ぐように装置 1 0 0 を設定することができる。任意選択で、軌道に沿って（例えば、体肢を伸ばしているときに）力の程度が変化する。

【 0 5 0 5 】

図 1 6 A は、リハビリテーション器械に固定されたフレーム 1 6 0 2 にワイヤによって取り付けられたエルボー・サポート 1 6 0 4 を示す。任意選択で、フレーム 1 6 0 2 は折り畳める。車椅子に乗った患者がリハビリテーションのために椅子から離れる必要がないように、任意選択で、フレーム 1 6 0 2 は車椅子の進入を可能にするようにデザインされる。足の訓練及び／又はその他のリハビリテーション活動のために、1 つ以上のフットペダル 1 6 0 9 を備える。任意選択で、腕と脚との協調運動訓練をサポートするためにペダルが使用される。本願で説明する様々なセンサと同様に、複数の自由度で動くペダルを備えることができる。車椅子に座る患者の膝のためのスペースを提供する、垂直運動機構 1 6 0 6 が図示されている。

【 0 5 0 6 】

最も簡単な実施形態において、望ましい肘の位置にワイヤ 1 6 0 5 （例えばその長さ）が配置される。任意選択で、エルボー・サポート 1 6 0 4 を空間に固定するために、3 本のワイヤが使用される。任意選択で、使用されていないときに、サポート 1 6 0 4 が動かないよう、より多くのワイヤ（例えば 4 本のワイヤ）を備える。ワイヤは、エルボー・サポートの位置決めで使用される一方で、該ワイヤを他の体部位を支持するために使用することもできる。任意選択で、複数の体部位を支持するために複数組のワイヤを備える。任意選択で、先端部（又はアタッチメント）若しくは身体上の点の位置を制御するために、アーム 1 0 2 又は 1 0 0 2 の代わりにワイヤ式システムが使用される。

【 0 5 0 7 】

本発明の例示的な実施形態において、ワイヤシステムは空間位置の測定のために使用さ

10

20

30

40

50

れる。ある例では、ワイヤ 1 6 0 5 は後退し、エンコーダなどの測定装置に取り付けられる。サポート 1 6 0 4 の X Y Z 座標を与えるために補間法を使用することができる。別の例においては、上述のように、ワイヤは椅子とリハビリテーション装置（例えばフレーム 1 6 0 2）との相対位置を測定するために使用される。

【 0 5 0 8 】

任意選択で、ワイヤ機構は、2つの体肢の間に取り付けられ、それらの相対距離を測定するために使用される。複数のワイヤを使用して、単に距離だけではなくそれ以上の数値を測定することができる。

【 0 5 0 9 】

任意選択で、ワイヤシステムを使用して、例えば体肢に印加された力（任意選択で方向を含む）や運動の速度といった追加のパラメータを測定することができる。ロボット要素とワイヤ要素の両方を（同じ点又は先端部 1 0 8 に対して）含む結合システムを提供することは注目されるべきである。

【 0 5 1 0 】

本発明の例示的な実施形態において、ワイヤシステムは、一定の緊張を維持するために、例えばモーターを使用して制御される。任意選択で、これの使用によって、体肢のフローティング・サポートが可能となる。任意選択で、モーターは運動の制御又は補助のために使用される。例えば、ワイヤを短くするため、又は、一定の速度で又は一定の力が検知されたときにワイヤを繰り出せるようにするためにモーターが使用される。

【 0 5 1 1 】

任意選択で、例えば、ワイヤ 1 6 0 5 に（例えば、更にモーターも備える点 1 6 0 8 で）取り付けられたバネを備えることによって、ワイヤ 1 6 0 5 は張力に対するしなやかさを提供する。任意選択で、例えば電動モーターを使用して、バネの張力を変えることができる。任意選択で、一般に緩衝性を提供するためにバネが使用される。

【 0 5 1 2 】

図 1 6 B は、リハビリテーション器械から伸長するアーム 1 6 1 0 によって支持されたエルボー・サポート 1 6 0 4 を示す。任意選択で、サポート 1 6 0 4 の位置を示すために、アーム 1 6 1 0 は線形の伸長測定要素と2つの回転測定要素を備える。装置 1 0 0 が位置を計算できるように、本願で説明する他の実施形態もそのようなセンサを備えることができる。また、前述のように、患者によってサポート 1 6 0 4 に加えられる力の分析を補助するために、力センサを備えることもできる。

【 0 5 1 3 】

図 1 6 C は、リハビリテーション器械から伸長するジョイント・アーム 1 6 2 0 によって支持されたエルボー・サポート 1 6 0 4 を示す。

【 0 5 1 4 】

図 1 6 D は、アーム 1 0 0 2 から突出する（及び／又は取り付けられた）メンバー 1 6 3 0 によって支持されたエルボー・サポート 1 6 0 4 を示す。

【 0 5 1 5 】

任意選択で、伸長アームとメンバーは設定可能である。代替的に又は付加的に、アームはモーター及び／又は可変抵抗要素を含む。代替的に又は付加的に、アーム及び連結器は、位置、向き、変位、及び／又は力センサを含む。本発明の例示的な実施形態において、アームの様々な部分の実際の位置は、アームの1つ以上の部分が固定されて、長さが分かるという事実に基づいて決定できる。どのようなジョイントが提供されても、ジョイントの角度は決定される。

【 0 5 1 6 】

ドッキング・ステーションに組み込まれた、追加のエルボー・サポートの例が図 1 9 に示される。

【 0 5 1 7 】

〔 向きの変更 〕

本発明の一部の実施形態において、アーム 1 0 2 が、垂直でない中央静止位置を有する

10

20

30

40

50

ことが望ましい。図 17A は、そのベース 1704 とその運動機構 1706 との間において、複数の向きを取ることができるジョイント 1702 を備えるリハビリテーション器械 1700 を示す。

【0518】

代替として、上述のリハビリテーション器械の 1 つは、床以外の表面の上に、又は不揃いの長さを持つ脚の上に設置することができる。任意選択で、装置 1000 が壁面に、又は逆さまに設置されるときには、装置 1000 が設置される向きにかかわらずボール 1010 を支持できるように、例えばローラ 1012 などのローラがボール 1010 の上にも備えられる。設置は、例えばネジにより、又は接着剤を使用して実現する。

【0519】

向きが変わるリハビリテーション装置の 1 つの潜在的利点は、位置を変えながら患者をリハビリする能力である。例えば、一部の訓練（例えば到達訓練やバランス訓練）は、立っているときに有効に実行される。一部の訓練は、患者が寝たきりの場合、横になっている間に実行されなければならない。一部の訓練は座ったまま行われ、他の訓練はひざをつきながら実行される。

【0520】

別の潜在的利点は、同じシステムを使って、同じ装置で異なる体部位をリハビリテーションできることである。

【0521】

向きが変わるリハビリテーション装置の別の潜在的利点は、多くのアーム運動機構がそれらの可動域、軸の間のカップリング、及び / 又はその他の機械的考慮項目が制限されていることである。該装置の向きを変えることにより、運動機構をより最適な位置に置くことを可能にする。一部の向き可変装置において、たとえ該運動機構が動いても、制御される先端部 108 が同じ位置にとどまることは注目すべきである。このことは、例えば、訓練の変更の間に患者が車椅子にとどまることを可能にする。

【0522】

手動による向きの変更が示されているが、1 つ以上のモーターを使用して向きの変更を達成することができる。1 つ以上の角度センサを備えることによって、ジョイント 1702 の実際の回転を（1 又は 2 方向で）検出することができる。

【0523】

図 17B 及び図 17C は、2 つの向きを変える、代替の可変向きリハビリテーション器械 1710 を示す。図 17B において、角度をもった向きが示され、支持平板 1724 はベース 1712 に対して運動機構 1720 及びアーム 1722 の位置をあわせる。任意選択で、安定性のために 1 つ以上の伸長可能な脚 1714 を備える。任意選択で車椅子ガイド 1716（任意選択で伸長可能）を備える。任意選択で、ガイド 1716 は、その中に車輪を入れることのできる溝がつけられている。任意選択で、定位置に車輪をロックするために、車輪の両側にチャックが追加される。1 つ以上のピン又はブラケットが、車輪の片側又は両側から、例えば車軸に沿って、車輪に係合する任意選択のブラケット式ロック機構は図示されていない。そのような機構は、患者が自身で、例えば電気で作動することができる。この車椅子ロック機構は、本発明の他の実施形態においても用いることができる。

【0524】

本発明の例示的な実施形態において、平板 1724 は様々な角度に配置することができる。図 17B は、約 45 度の角度を示す。図 17C は、90 度の角度を示す。また、図 17C には、支持平板 1724 にロック可能な蝶番 1728 によって取り付けられた、第 2 の支持平板 1726 も図示される。図 17B では、平板 1726 はベース 1712 に対して平坦である。追加の可能なモードは 0 度の角度であり、このとき平板 1724 及び 1726 はベース 1712 の陥凹部 1734 の中に平坦に横になる。蝶番 1730 は、運動機構が上方に向くように、運動機構 1720 を回転させるために使用される。任意選択で、運動機構 1720 は回転可能なベース 1721 を介して蝶番 1730 に結合される。別の

10

20

30

40

50

例示的な配置は、回転可能なベース 1721 も陥凹部 1732 の中に横たわるように、平板 1724 が陥凹部 1732 の中に横たわるものである。これは、アーム 1722 が取り外されて、装置 1710 の全体が例えば車のトランク内に収納できる、輸送モードである。スラブ 1726 は、別のロック可能な蝶番（図示されず）によって、ベース 1712 に任意選択で取り付けられる。

【0525】

図 17D は、運動機構 1748 の位置が調整可能な、代替のリハビリテーション装置 1740 を示す。この実施形態において、レール 1744 はベース 1742 から延び、運動機構 1748 はレール 1744 に乗る移動体 1746 に連結される。任意選択で、機構 1748 の可動域をより有効に利用するために、運動機構 1748 は蝶番によって移動体 1746 に取り付けられる（例えば、機構 1748 を使うよりも、むしろ移動体 1746 を使用して、可動空間の中心に装置 1740 のアーム 1750 の中心を置くことを可能にして）。

10

【0526】

レール 1744 は任意選択で移動のために折り畳める。レール 1744 は、任意選択で、少なくともパワーを機構 1748 に伝送するために、作り付けのデータバス及びパワーバスを有する。代替として、フレキシブル・ケーブル（図示されず）が使用される。ベース 1742（本願の開示する他のベースと同様に）は任意選択で車輪を備えることができる。

【0527】

20

〔多肢用装置〕

本発明の例示的な実施形態において、例えば同期運動をリハビリするために、複数の体肢と一緒にトレーニングすることができる。本発明の例示的な実施形態において、装置 1000 において使用されえるような複数のモジュールが、この効果を達成するために様々な構成で取り付けられる。アタッチメントは、例えば、構造的であり（例えば、望ましくない相対運動を抑制するが、恐らくは調節可能である）、機械的であり（例えば、一方のモジュールから別のモジュールに運動を伝達する）、及び／又は制御されたものとなり得る（例えば、他のモジュールでの相互作用に応答した又は同期したあるモジュールでの相互作用を修正して）。

【0528】

30

図 18 は、本発明の例示的な実施形態による、腕と脚のためのリハビリテーション器械 1800 を示す。装置 1800 は、（例えば装置 1000 を使用して）腕を訓練するための第 1 の部分 1804 と、（例えば、やはり装置 1000 の機構を使用して）脚を訓練するための第 2 の部分 1802 とを含む。

【0529】

このタイプの装置の 1 つの例示的な使用は、片麻痺の脳卒中患者をリハビリすることである。別の例示的な使用は、例えば歩行に必要とされるような、同期運動をトレーニングすることである。

【0530】

場合によっては、2 つの隣り合わせたりハビリテーションが望ましい。図 19A は、4 つの機構モジュールを備えたりハビリテーション器械 1900 を示す。1 組のモジュール 1902 及び 1904 は右腕の運動を制御するために使用され、1 組の機構モジュール 1906 及び 1908 は、左腕の運動を制御するために使用される。2 組のモジュールは同期し、及び／又は、例えば、上述のように、指導のために使用することができる。

40

【0531】

任意選択で、各脚を訓練するために、1 つ以上のモジュールが追加される。図示の例では、例えば図 16A にあるような、1 つ以上のペダル 1910 が提供される。しかしながら、上述のように、より多くの自由度を持つ装置を使用することができる。任意選択で、例えば、2004 年 12 月 7 日に出願された米国仮特許出願第 60/633,428 号（本願と同一の出願日に、同一の出願人によって PCT 出願（表題「歩行リハビリテーションの方法及

50

び装置」、代理人事件番号414/04391)もされており、その開示内容は参照により本願に組み込まれる)において説明されるような歩行トレーニング機構が使用される。任意選択で、そのような機構は、足首に取り付けて、歩行をリハビリするように様々な(例えば2、3、4以上の)方向に足首(例えば足)を回転させ、及び/又は並行移動させることができるサポートを含む。任意選択で、1つ以上の機構モジュールが、座っていながらも、股関節部の運動をトレーニングするために備えられる。任意選択で、患者が上半身を訓練しながら歩行するために、トレッドミル又はトレーニングバイクが提供される。トレッドミルの運動は、任意選択でリハビリテーション訓練及び実際の患者の運動に同期される。任意選択で、歩行トレーニングは、完全な(又は部分的な)歩行のために、様々な体部位を別々に、そして一緒にトレーニングすることからなる。

10

【0532】

任意選択で、装置1900は通常の椅子ではなく、車椅子と一緒に使用される。

【0533】

[ドッキングシステム]

図19Bはドッキング・ステーション1920を示し、図19Cは車椅子1922を収容したドッキング・ステーション1920を示す。ドッキング・ステーションとは、そこに患者が搬送され、所定の位置にロックされ、そしてリハビリテーションを受ける構造体を意味する。機能的な観点から、リハビリテーション作業を始めるために、最小限の患者の操作だけを要することが一般に望ましい。従って、例えば、患者は車椅子に乗ったままであることができ、正しい相対位置決めを確実にするために、(例えば最初と訓練変更の際に)任意選択で患者の位置を調整する代わりに、任意選択で自発的に、リハビリテーション装置が動く。

20

【0534】

図示の実施形態において、2つの向き可変モジュール1924及び1926をトラック1928上に備える。任意選択で、モジュールは手で動かされる。代替として、モーター(図示されず)はモジュールの形態を変更し、及び/又は、トラック1928に沿ってモジュールを移動させる。トラック1928は任意選択でパワー、及び/又はデータをモジュールに提供する。また、向き不変モジュール又はその他のリハビリテーション装置を取り付けることもできる。

【0535】

トラック1930上に配置された、任意選択の車椅子固定機構1932が図示されている。任意選択で、位置は手動で変更される。代替として、位置はモーター(図示されず)を使って変更される。同様に、車椅子係合機構は手動式にも電動式にもすることができる。

30

【0536】

足ペダル1934が図示されているが、これを他の足トレーニング装置に置き換えることもできる。

【0537】

ジョイント1938に取り付けられた、任意選択のエルボー・サポート1936が図示されている。任意選択で、エルボー・サポート1936は、任意選択で人の重量を相殺することによって、患者に対して宙に浮遊している。任意選択で、該浮遊は面内であり、例えば床と平行な面内である。任意選択で、肘の位置は該サポートによって測定され、運動の特性の測定などの様々なフィードバックのために使用することができる。例えば、図16で説明するように、任意選択でテレスコープ機構及び/又は関節アーム機構の上にサポート1936が設置される。

40

【0538】

ディスプレイ1940は、例えば療法士及び/又は患者が使用するために、任意選択で提供される。更には、入力システム1942(例えばキーボードやジョイスティック)が提供されることもある。任意選択で、ドッキング・ステーション1920が患者を収容したときに、療法士がアクセスできるように、入力及び出力デバイス1940及び1942

50

を回転して別の配置にすることができる。

【0539】

ディスプレイ1940、入力1942、及び/又はジョイント1938は、任意選択で柱（任意選択でテレスコープ式の柱）に設置される。任意選択で、患者専用の（視覚及び/又は聴覚の）ディスプレイ1946を備える。

【0540】

移動ベッド用に、例えば各体肢用の4つの運動機構を備えた、類似のドッキング・ステーションが提供される。代替として、後述するように、寝たきりの患者のところまで装置を持ち込めるように、該装置は十分にポータブルに作られている。

【0541】

[可動性]

本発明の一部の実施形態の特徴は、可動式のリハビリテーション装置が提供されることである。可動性には多様なレベルがあり、ここで説明する通り、本発明の多様な実施形態はこれらのレベルを実現することができる。

【0542】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置の可動性は、病棟内では病棟間で装置を移動させるために使用される。

【0543】

図19Dは、本発明の例示的な実施形態によるベッド1951の近くに配置された可動式リハビリテーション装置1950を示す。可動式装置のこの実施形態において、運動機構1952はレール1958（例えば、ベース1960を持つ曲がりレール）上に設置される。車輪、任意選択でロック可能な及び/又は伸長可能な脚（図示されず）をベース1960の上に備えることもできる。機構1952の位置を調整するために、レール1958は任意選択で1つ以上のトラック1962（図示される細長い溝）をもつ。2つの異なるアタッチメント（腕用の1954、及び脚用の1956）が図示されている。任意選択で、装置1950を格納庫の中に移動させるために車輪が使用される。折り畳める装置は上述した、例えば図17Bである。

【0544】

図19Eは、ベッド1951に連結された、本発明の例示的な実施形態による代替の可動式リハビリテーション装置1964を示す。1つ以上の取り付け機構1972が装置1964をベッド1951にロックする。任意選択で車輪を備える。装置1952は、例えば上方からのリハビリテーションに使用することができる。本発明の例示的な実施形態において、装置1964は、その最上部1966に運動機構1952が装着されるフレーム1970を備える。任意選択で、装置1952はフレームに沿って可動である。ボール・グリップ・アタッチメント1968が図示されている。

【0545】

可動性は他の周辺環境（例えば、自宅や、小さな診療所）においても有用となり得る。また、上述のように、稼動式リハビリテーション装置は訪問治療をするセラピストによって持ち込まれる。

【0546】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーションは水中（またはスチームバス中）で、すなわち水による患者の支持、及び/又は、熱及び/又はマッサージの提供によって、行われる。図19Fは、本発明の例示的な実施形態によるバスタブ1976の中での可動式リハビリテーション装置1972の使用を例示する。車輪付きのベース1978が図示されるが、固定ベースを含む他のタイプのベースを使用することができる。図示の実施形態において、伸長接続を持つ2つの腕アタッチメント1974が使用され、患者は座っていても、横になっていてもよい。

【0547】

また、リハビリテーションは、例えばプールの天井に取り付けた装置1972によって、スイミングプールで行うこともできる。

10

20

30

40

50

【 0 5 4 8 】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置は水の外に保持されるが、アタッチメントは防水性を備える。任意選択で、装置自身が防水性を備えるか、少なくともは防沫性を備える。任意選択で、感電の危険を防止するために、リハビリテーション装置は電池式である。代替として、電動モーターの代わりに空気圧式又は水圧／油圧式モーターが使用される。任意選択で、リハビリテーション装置への動力供給に低電圧（例えば 24、12、5 ボルト以下）が使用される。任意選択で、ブレーキを備え、モーターをもたない装置が使用される。

【 0 5 4 9 】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置の可動性がアウトドア（例えば人の庭（例えば草の上）や自然の中で）でのリハビリテーションに利用される。ある例では、リハビリテーション装置はバーベキューなどのレクリエーション活動のために使用される。装置は、患者を誘導、診断、（例えばハンバーグステーキを裏返す）トレーニングすることを支援する。任意選択で、柔らかい地面の上をより軽快に移動するために大型の車輪を備える。別の例では、ゴルフや釣りなどのアウトドア活動をリハビリするためにリハビリテーション装置が使用される。任意選択で、使用される運動機構の可動範囲をそのような活動に適合させるために、該活動に対して特別なアタッチメントが提供される。釣りの例では、リハビリテーション装置は、例えば、釣竿を持つこと、肩の可動域をもたらしながら毛針を投げること、そして魚の引き（力が変化する）に逆らうことを支援する。例示的なアタッチメントは、釣り竿へのアタッチメント及び該竿の先端（例えば魚をシミュレーションする）へのアタッチメントである。

【 0 5 5 0 】

本発明の例示的な実施形態において、水平調節機構が凹凸のある表面に対して提供される。例えば、図 17 A のものに類似するこの機構は、水平面を検出する傾斜センサを含み、該運動機構を適切な配置に調整する。

【 0 5 5 1 】

本発明の例示的な実施形態において、先端部及び／又は傾斜検出機構が備えられる。任意選択で、先端部が検出されると（例えば、リハビリテーション・ユニットのベースの加速度）、該ユニットは警報信号を発生する。任意選択で、患者へのダメージを防ぐために、患者に装着される任意のアタッチメントが開放される。任意選択で、先端部が検出されると、ベースがその 1 部分を折り畳み、装置を患者から離れさせることを可能とするように、ベースは折り畳める部分をもつ。

【 0 5 5 2 】

本発明の例示的な実施形態において、無菌環境の外で使用するための可動式リハビリテーション・システムは、清掃が容易で、及び／又は、水こぼしや、埃や、ある程度の気象条件に容易に耐えるように作られている。任意選択で、電子器械及び運動機構は密封される。任意選択で、凹凸をより少なくするために、ジョイントは柔軟なゴムによって覆われている。任意選択で、拭き取り容易プラスチック被覆が装置上に提供される。

【 0 5 5 3 】

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション・システムは車椅子上に（例えばその側方に、又は後方に）又は、自動車内に（例えば、運転手の近くのシートの中に）装着される。任意選択で、装置はライトバンの後ろに収納することができ、ライトバンは、（恐らくは、車椅子で、恐らくはリフトを使用して）人が中に入って訓練することのできる可動式リハビリテーション・ユニットとして使用されるように構成される。

【 0 5 5 4 】

〔 モジュール方式 〕

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置は任意選択でモジュール設計を特徴とする。そのようなモジュール設計は次のやり方の 1 つ以上を具体化する。

【 0 5 5 5 】

（ a ）該装置は、モジュールに分解することが可能である。このことは、例えば、欠陥

10

20

30

40

50

モジュールを交換することによる維持を可能にする。代替的に又は付加的に、素人によって再び迅速により組み立てられる部品に分解可能であることが、装置の可動性を強化する。本発明の例示的な実施形態において、該装置の分解や組立てに、特殊な工具は一切必要とされない。任意選択で、単純なスクリュードライバ又は回転スパナが使用される。任意選択で、装置は１時間以内に分解し／折り畳み、又は元に戻すことができる。任意選択で、所要時間は、例えば、３０分未満、２０分未満、又は１０分、５分、２分未満である。

【０５５６】

(b) 該装置自身が１つのモジュールである。例えば図１９で見られるように、同じ運動機構モジュールを複数の異なるリハビリテーション構成のために使用することができる。任意選択で、図１７に例示するようなユニットは、図１９Ｂのドッキング・ステーションのための取付可能／分離可能モジュールとして使用される。

10

【０５５７】

(c) モジュール式アタッチメント。例えば図１６から１９で図示されるように、同じ基本装置に様々なタイプのアタッチメントを追加することによって、使い方を 변경することができる。特定の例では、該装置は部品（例えば、アーム１０２）を適当するサイズの部品と交換することによって、様々な患者（例えば、脳性麻痺を持つ子供）のサイズに適合する。

【０５５８】

本発明の一部の実施形態において、ハンド・アタッチメントは機械的及び電氣的なクイック接続を含む。機械的クイック接続は、片側にバネ仕掛けの針を、そして反対側に表面パッドをもつ電氣的なクイック接続をロックしながら、穴に適合するピンを含む。同じコネクタセットを、複数のアタッチメントに対して使用することができる。

20

【０５５９】

(d) モジュール式ソフトウェア。任意選択で、リハビリテーション装置によって使用されるモジュール式ソフトウェアとして提供される。例えば、異なるアタッチメントに対する別々のモジュール、複数セットの訓練を含むモジュール、異なる運動モードに対する別々のモジュール、及び／又は該装置の異なる使用に対する別々のモジュール（例えば、グループ、自宅、診療所）、などである。

【０５６０】

30

〔日常生活〕

上述のように、本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション装置は、例えば、ドアを開けること、テーブルで食事をする、本を読むこと、服を着ること、歯を磨くこと、顔を洗うこと、といった日常活動を患者が実現するように、具体的にリハビリテーションをすることに役立てるために使われる。

【０５６１】

図１９Ｇは、本発明の例示的な実施形態による、日常活動のための利用に適合し、かつ構成された、リハビリテーション装置１９８０を示す。リハビリテーション・モジュール１９５２は、様々な食器を載せたテーブル１９８６セットの上に逆さまに装着されている。エルボーレスト１９８４を任意選択で備える。この実施形態のテーブル１９８６には、機構１９５２を支持するフレーム１９８８が取り付けられる。代替として、フレーム１９８８は、既存のテーブル又は他の家庭の要素を取り囲むのに十分に広い。

40

【０５６２】

使用において、患者の手は装置１９８０の可動な先端部１９８２にストラップで縛られ、フォークを拾い上げるといった日常活動を通して、利用者は試み、又は誘導される。任意選択で、フォースフィードバックを持つ手袋が、個々の指を選択的にリハビリするために使用される。そのような手袋は当該技術分野で知られている。

【０５６３】

本発明の例示的な実施形態において、患者が日常生活に関する活動を行うための現在の能力をテストしながら、及び／又は患者の能力を監視しながら、患者が該活動を行うため

50

の1つ以上のトレーニングをするために装置1980が使用される。該テスト及び/又は監視は保険会社によって、必要な補償又は補助を決定するために使用される。急激な能力の上昇によって不正行為を検出するために、該テストは一定期間にわたって繰り返される。

【0564】

リハビリテーションの非常に重要な目標が生活の質であることが注目される。任意選択で様々な日常活動を行う能力をトレーニング及びテストすることによって、この問題は取り組まれ、決定される。

【0565】

本発明の例示的な実施形態において、日常活動のトレーニングに対して個別のアタッチメントが提供される。ある例では、傾斜センサを備える流出指摘コップが提供される。別の例では、ペンの位置を検出する能力をもつホワイトボードが壁に書くリハビリテーション訓練で使用される。検出された位置及び/又は圧力は、任意選択で患者の手を握り、支持し、及び/又は誘導する、リハビリテーション装置に報告される。

【0566】

本発明の例示的な実施形態において、1つ以上のパッチ（例えば、位置センサや圧力センサなどのセンサを有するステッカー）を提供し、該パッチを日常生活用品（ハンマーや壁など）に貼り付けることによって、日常生活用品がアタッチメントに変わる。該リハビリテーション装置は、例えば、該リハビリテーション装置が日常用品の相対位置及び/又は向きを決定できるように、該パッチ上の位置センサや該パッチを撮影するカメラと通信する無線ユニットなどの位置決定手段を任意選択で備える場合によっては、リハビリテーション及び/又は診断は、本願で説明する方法を使用して、しかし機械的指示や運動感覚のフィードバック無しに、実行される。任意選択で、リハビリテーションされている体肢に振動パッチ（リハビリテーション装置の制御下にある）を貼り付けることによって、振動又はその他のフィードバックが患者に提供される。

【0567】

2004年4月29日に出願された米国仮特許出願第60/566,079号（また本願と同一の出願人による同日のPCT出願（表題「微細運動制御リハビリテーション」、代理人事件番号414/04401）としても出願され、両出願の開示内容は参照により本願に組み込まれるものである）微細運動制御、又は微細及び粗大運動制御の連係のリハビリテーションに有用な様々な構造を説明している。

【0568】

図19Hは、本発明の例示的な実施形態による、日常生活活動のトレーニングを支援するための装置1990を示す。装置1990は、テーブル全体を提供するのではなく、ベース1994に接続される2つの設定可能な点1992及び1993を含む。1対の調整可能なアーム（例えば、グースネック・アーム1996）を使用して、その空間位置を調整することができる。使用において、例えばお茶をつぐために、設定点1992及び1993は状況を模擬するように配置される。例示的な訓練において、患者はコップを点1992から点1993へ（例えば、図示されないリハビリテーション装置に援助されて）移動するように求められる。その時に軌道が評価される。設定点1993は、その上に物品を置くことのできる、平面として図示されている。他の構造やアタッチメント（フックなど）も使用できる。任意選択で、設定点1992及び1993（より多く備えることもできる）は、例えば近接センサ（人又はリハビリテーション・ロボットを検出する）、接触センサ、及び/又は圧力センサなどのセンサを備える。該設定点は、フィードバック（例えば光、音、又は振動）を提供することでもできる。

【0569】

例えば位置センサ又はカメラを使用して、点1992及び1993の相対位置を決定することができる。代替として、該先端部108で点1992及び1993に順に接触することにより、先端部108を使用して、それらの位置をリハビリテーション装置に登録することができる。設定点が実際に利用者の部位（例えば、指など）によって触れられている

ときの、先端部 108 及び設定点の予測される相対位置を計算するために、任意選択で腕の模型がリハビリテーション装置に搭載される。

【0570】

[小型チャック]

本発明の例示的な実施形態において、関節アームのジョイントは、選択的な及び / 又は方向性の抵抗を提供するように構成される。

【0571】

図 20 は、ロッド 2004 及びロッド 2002 との間にある、そのようなジョイントの横断面図である。チャック 2006 は、ロッド 2004 のラッパ形の先端部 2008 にぴったり収まり、ロッド 2002 に取り付けられたボール 2012 と係合する。チャック 2006 をロッド 2004 の方に待避させると、ボール 2012 の周囲を締め付けて、その抵抗を増大させる。

10

【0572】

任意選択で、ジョイント 2000 に印加されている力の方向を決定できるように、1つ以上のひずみセンサ及び / 又は光センサがチャック 2006 とボール 2012 との間に備えられる。任意選択で、1つ以上の電氣的に作動するブレーキ要素（例えば、抵抗の度合いを選択的に調節できる圧電素子）を備える。これを待避チャック機構に代えて、又は追加して備えることができる。

【0573】

[釣り合いが取れたジンバル装置]

20

図 21 は、ボールジョイントを使用しない、代替のリハビリテーション装置 2100 を示す。任意選択で伸長可能なアーム 2102 は、軸 2106 の周りで、任意選択の釣り合い錘 2110 によって任意選択で釣り合わせられる。釣り合い錘 2110 は、アーム 2102 の伸長を制御するためのモーター又は可変ブレーキを備えることもできる。

【0574】

軸 2106 の周りでアーム 2102 を回転させるために、モーター 2108 が任意選択で提供される。アーム 2102 及び軸 2106 に垂直な軸の周りで回転を可能にするために、第 2 の蝶番 2112 が提供される。任意選択で、蝶番 2112 に対してアーム 2102 を釣り合わせるために、モーター 2108 は錘をもつ。任意選択で、上述のプレート 1020 及びスロット 1030 として機能させるために、装置 2100 のベース部 2104 にスロット 2114 が提供される。類似の構造配列を使用することもできる。任意選択で、スロット 2114 を支持するために回転可能なプレート 2116 が提供される。ジョイント 2112 の周りの回転のために、モーター（図示されず）が任意選択で提供される。任意選択で、車軸 2106 の軸にジョイント 2112 の軸を交差させるように、関節 2112 の位置が上げられる。

30

【0575】

[代替のジンバル装置]

図 22A は、本発明の例示的な実施形態による運動機構として使用される、代替のジンバル装置 2200 を示す。後述する図 22B は、モーター及び / 又はブレーキをもつ装置 2200 配置形態を示す。

40

【0576】

装置 2200 は、任意選択で取り外し可能な Z 軸要素 2204 と、それに取り付けられた任意選択で交換可能なハンドル 2206 を有するジンバル部 2202 とをもつ。例えば図 15 に示すようなモジュラーコネクタ 2208 を使用することができる。任意選択で、解除ピン 2210 は、例えば交換又は保管のために、Z 軸要素 2204 を選択的に取り外すために使用される。

【0577】

ジンバル部 2202 は、第 1 の蝶番 2214 を含むフレーム 2212 を任意選択で含む。任意選択で、ガイドフレーム 2216 は、第 1 の固定軸を与える蝶番 2214 に取り付けられ、また、伸長（又はカム従動子若しくはピン）2218（後述する）を案内するガ

50

イド通路を含む。

【0578】

第2の固定軸が、やはりフレーム2212上の蝶番2220によって与えられる。本発明の例示的な実施形態において、伸長要素2218を含むフレーム2222に、ハンドル2204が任意選択で堅く取り付けられる。従って、ハンドル2204の球回転運動は固定軸の周りの2つの蝶番の回転に変換される。任意選択で、伸長要素2218は釣り合わせ錘（図示されず）をもつ。

【0579】

図22Bは、2つのブレーキ機構2232と2つの力制御機構2230を装着した、実施例で採用された配置形態の装置2200を示す。実際の装置は抵抗と力制御のうち1つだけを備えた構成をとることができる点は、高く評価され得る。力制御機構2230については、後ほど詳述する。

【0580】

ブレーキ機構2232に戻って、本発明の例示的な実施形態において、摩擦要素（図示されず）によってディスク（又はディスクの一部）2240が選択的に抑制される、ディスクブレーキ機構が使用される。モーター2250は、該摩擦要素によってディスク上に印加される圧力を選択的に設定する。他の摩擦機構を提供することもできる。本発明の例示的な実施形態において、モーター2250をディスク2240に連結するために以下の機構が使用される。カップリング2248は、モーター2250の回転運動をロッド2247の軸方向の運動に変換する。任意選択で、モーター2250へパワーが伝わらないようにロッド2247はパネ仕掛けとなっており、該ピンはディスク2240上の摩擦が（個々の実施によって）最大/最小となるロック/アンロック位置に移動する。レスト2246は、従って、ロッド2247によって選択的に持ち上げられ、又は押し下げられる。摩擦要素は、図示されていないが、回転要素の回転を摩擦要素のディスク2240に接近/離隔する方向への運動に変換する回転要素に連結される。任意選択で、要素2242はネジである。要素2242は、レスト2246と係合するためレスト2246が動いたときに要素2242を回転させる横断レバー2244を含む。回転可能な要素2242は任意選択でパネ仕掛けである。

【0581】

例えば公知のブレーキ（例えば、電動式、油圧/水圧式、磁気式、及び/又は機械式ブレーキ）など、他のブレーキ機構を使用することができる。

【0582】

本発明の代替の実施形態において、単一の一方向性ブレーキを提供することによって、様々な軸方向の運動間のカップリングが減少する。本発明の例示的な実施形態において、ブレーキは、ピン2218に選択的に押しつけられる球状部からなる。

【0583】

また、図22Bには、様々な任意選択のセンサが図示されている。センサ2234は、蝶番2220の軸に連結され、ハンドル2204がその限界まで回転した場合に報告する。センサ2236は、ハンドルが基準位置（又は定位置）にある場合に、報告する。センサ2238（例えば、回転ポテンシオメータやエンコーダ）は、蝶番2220の回転角を報告する。類似のセンサを蝶番2214に対して使用することができる。

【0584】

本発明の一部の実施形態において、モーター停止による安全の提供、プログラム制御可能な抵抗の提供（該装置の自動運動のないシステムにおいても）、及び/又は釣り合わせ（例えば、外力を相殺する必要がある場合に摩擦を与えることによって）のうち1つ以上の目的で該ブレーキ機構が使用される。任意選択で、ハンドル2204の運動が固定軸の1つに沿っているかどうかによって依存しない均一なブレーキ動作を提供するために、2つのモジュール2232における該ブレーキ作用が結合される。

【0585】

[カンチレバー式ジンバル機構]

10

20

30

40

50

図 2 3 は、本発明の例示的な実施形態による、カンチレバー式ジンバル機構 2 3 0 0 を示す。フレーム 2 3 0 2 は、（例えば、選択可能な伸長、及びハンドルの軸方向の運動への抵抗のための）駆動系 2 3 0 4 に任意選択で装着可能なハンドル（図示されず）に連結される（図 2 5 で説明するように、剛直に又はそうではなく）。フレーム 2 3 0 2 はフレーム 2 3 0 6 に回転可能に連結される。本発明の例示的な実施形態において、フレーム 2 3 0 2 と 2 3 0 6 との間の相対的な回転がモーター 2 3 1 6 によって提供される。本発明の例示的な実施形態において、モーター 2 3 1 6 は、ウォームギア 2 3 1 4 及びピニオン 2 3 1 2 を使用して該フレームに連結される。他の接続方法を与えることもできる。該ウォームギアは、モーターを逆転させるような該ハンドルの運動を抑制するのに十分に小さなリード角をもつ。恐らくは、ウォームギアはより安く、より静かで、及び／又は、精密モーター及び／又はギアボックスを使用する場合と比べてより低コストなモーターの使用を可能にする。

10

【 0 5 8 6 】

同様の機構（ピニオン 2 3 0 8 とウォームギア 2 3 1 0 のみが図示されている）を使用して、フレーム 2 3 0 6 は任意選択でベースブラケット 2 3 0 7 に連結される。

【 0 5 8 7 】

任意選択で、前の実施形態において説明したように、ブレーキが提供される。

【 0 5 8 8 】**[力制御機構]**

図 2 4 A は、本発明の例示的な実施形態による、力及び装置制御機構 2 4 0 0 を示す。図示されるように、機構 2 4 0 0 は駆動部とフォースフィードバック部からなる。これらの部分の一方又は両方は、一部の実施形態においては含まれない。

20

【 0 5 8 9 】

最初に駆動部について、蝶番 2 2 2 0 又は 2 2 1 4 の軸（図示されず）は、例えば軸上に形成されるギア部を経て、ピニオン 2 4 0 4 の内ピニオン部 2 4 0 2 に結合される。任意選択で、他の装着方法、例えば直接装着が用いられる。ピニオン 2 4 0 4 は、軸 2 4 0 7 を作動するウォームギア 2 4 0 6 によって回転させられる。本発明の例示的な実施形態において、パワーは、ベルト 2 4 1 2 によって接続される 1 対のプーリー 2 4 0 8 及び 2 4 1 0 を経由して、モーター 2 4 1 4 によって供給される。他の伝動機構を用いることもできる。

30

【 0 5 9 0 】

フォースフィードバック部については、本発明の例示的な実施形態において、ピニオンを逆転できないようにするために、ウォームギア 2 4 0 6 は十分に小さなリード角をもつ。その代わりに、モーター 2 4 1 4 によって印加される力を相殺する（例えばハンドルからの）力は、ウォームギア 2 4 0 6 を軸 2 4 0 7 の軸方向に動かす。任意選択で、この力を相殺するために、粘性ブレーキ機構と弾性抵抗機構の一方または両方が備えられる。セッティングの様々な組み合わせが提供され、例えば、その結果は図 3 B に示されるものとなる。

【 0 5 9 1 】

ウォームギア 2 4 0 6 の軸方向の運動の結果、2つのレバー 2 4 2 2 のうちの1つが変位する（図は鏡像機構を示す）。粘性クッションは、レバー 2 4 2 2 の運動に抵抗するクッション 2 4 4 0 によって任意選択で提供される。クッション 2 4 4 0 は、例えば手動で又はリハビリテーション装置によって、任意選択で調整可能である。線形電位計又はその他の位置センサは、ウォームギア 2 4 0 6 のオフセットを検出するために、任意選択で使用される。

40

【 0 5 9 2 】

本発明の例示的な実施形態において、バネ 2 4 2 0 はレバー 2 4 2 2 の運動に抵抗する。任意選択で、モーター 2 4 2 4 によって、バネ 2 4 2 0 に選択的に予荷重を与えることができる。図示された実施形態において、1対のプーリー 2 4 2 6 と 2 4 3 0 及びベルト 2 4 2 8 は、ネジ切りシャフト 2 4 3 2 の回転を引き起こす。本発明の例示的な実施形態

50

において、ナット 2 4 3 4 (または他の機構) はネジに通され、ネジの回転をバネ 2 4 2 0 の予荷重に変換する。任意選択で、シャフト 2 4 3 2 は、その両端で逆方向にねじが切られる。例えば、非対称な抵抗力が要求される場合や、重力を相殺して釣り合わせるために、2 つのバネ 2 4 2 0 のそれぞれに別々の予荷重を付与できることは高く評価されるべきである。任意選択で、予荷重の手動調整がナット 2 4 3 8 によって提供される (恐らくは、初期の調整や設定にも使用される)。

【 0 5 9 3 】

任意選択で、ピン 2 4 3 6 は、ウォームギア 2 4 0 6 の軸方向の可動範囲を制限する。予荷重がゼロより大きければ、この力が打ち負かされるまでウォームギア 2 4 0 6 の軸方向の運動が起こらないことに注目すべきである。これは図 3 B における F_{min} に対応する。任意選択で、身体に向かう運動よりも、(身体から離れて) 伸ばす運動に対してより大きな抵抗があるように、該力機構は設定される。

10

【 0 5 9 4 】

更に、例えばバネ 2 4 2 0 の軸 2 4 0 7 上への配置といった、他の機械構造も提供される。別の例では、モーター 2 4 2 4 及びそれに結合した予荷重設定機構を、2 つのレバー 2 4 2 2 を結合する 1 つのバネに置き換えることができる。

【 0 5 9 5 】

この構造は、例えば様々な操作モードを提供することができる。

【 0 5 9 6 】

A) ユーザ受動モード。このモードでは、モーター 2 4 1 4 がウォームギア 2 4 0 6 を駆動し、ウォームギア 2 4 0 6 は、ハンドルに接続されたピニオンギア 2 4 0 4 を回転させる。

20

【 0 5 9 7 】

b) フリー・ユーザ・モード。このモードでは、利用者は、利用者が決める任意の方向にハンドルを動かし、システムは利用者に追従する。この実施形態において、利用者の運動をモーターから切り離すために、メカニカル・ダイオードとして機構 2 4 0 0 が使用される。利用者がロボット・アームに力を及ぼすと、上述の様にウォームギア 2 4 0 6 は軸方向に動く。この直線運動を測定して、制御装置へのインプットとして利用することができる。利用者が感じる力の総量は、概ねバネ 2 4 2 0 の予荷重によって決まる。予荷重は設定可能であるか、この場合のように、電動予荷重モーターによって制御することができる。

30

【 0 5 9 8 】

フリー・ユーザ・モードにおいて、制御装置は線形電位計からの入力を受けて、モーター 2 4 2 4 に同じ方向に動くよう指示する。これによって、所定の力が、利用者の望む運動に対抗するように利用者に向けられる。

【 0 5 9 9 】

c) 制限モード (力場)。バネ - モーター連携動作の付加的な使用法は、対抗する力は最低であるが、軌道からの任意の逸脱が結果としてより大きなバネの変位、延いては (例えば、図 3 A に示されるような) 該逸脱に対抗する力を招く軌道を作り出すことである。任意選択で、このモードは特定の速度に対して活性化し、その結果、等運動性運動を提供する。

40

【 0 6 0 0 】

d) 主導モード。利用者は一定の方向に運動を開始し、これがウォームギア 2 4 0 6 の変位として検知される。その後、この運動はリハビリテーション装置によって最後まで遂行されることができる。任意選択で、開始された運動が所定の方向に向いている場合に限り、該訓練は完遂される。

【 0 6 0 1 】

e) 補助モード。運動の進行している時に、運動の方向にハンドルを押す (例えば、正のフィードバック) ように、バネ 2 4 2 0 に予荷重が与えられる。これは連続力の場合もあれば、パルスで提供される場合もある。

50

【0602】

f) 静的。任意選択で、力機構は、実質的にハンドルを動かすことなく、空間中の点に力を加えることを患者に要求するために使用される。該力は、直ちに測定し、及び/又は制御することができる。ばね機構が、摩擦機構又はモーターを用いた直接的な口ポット運動よりもリアルで小さい、力に応答した運動を一般に提供できることは注目されるべきである。

【0603】

バネ - モーター連携動作の潜在的利点は、運動の速度及び範囲の制限を提供できることである。別の潜在的利点は、緩やかな(例えば、弾力的な)停止を、緊急停止においても、提供できることである。別の潜在的利点は、粘性減衰が動的な感覚を提供できることである。

10

【0604】

図24Bは、2つの機構2400を図22Bの装置に取り付けた場合の、本発明の例示的な実施形態による、フリーハンド・モードにおける、該装置の動作のフローチャート2460である。同様の過程を3軸の力制御の実施に用いることができる。

【0605】

フローチャート2460は、どのように利用者が加えた力の大きさと方向が測定され、そしてハンドルの運動の誘導に利用されるかを説明するものである。処理2462から2476は、 に対してのみ説明しているが、全ての軸(例えば)に対して実行される。

【0606】

2462において、 オフセット量の測定値が取得される。

20

【0607】

2464において、任意選択のフィルタリング(例えば、信号を滑らかにし、及び/又はノイズを除去するローパスフィルタ)がかけられる。

【0608】

2466において、調整操作(例えば、較正值に整合させ、パラメータを制御する)が任意選択で行われる。

【0609】

2468において、閾値より小さい信号を0に変換するノイズゲートが任意選択で使用される。

30

【0610】

2470において、位置の変化の大きさ及び/又は方向が、任意選択で抽出される。

【0611】

2472において、位置コマンドが利得係数を用いて任意選択で生成される。

【0612】

2474において、該位置コマンドが、少なくとも(例えば摩擦、及び/又は騒音レベルに打ち勝つための)最低限の値となるように、任意選択で固定される。

【0613】

2476において、絶対位置コマンドが任意選択で生成される。

【0614】

2478において、 軸及び 軸の速度が計算される。任意選択で、さらに加速度も計算される。

40

【0615】

2480において、修正の合成ベクトルが計算される。任意選択で、該合成ベクトルは、ベクトル結合というよりも、むしろ 及び の最大値であり、これはシステムを安定させ及び/又は機構上の問題を防ぐことに役立つことがある。

【0616】

2482において、1より小さい利得が任意選択で適用され、恐らく安定性を増大させる。

【0617】

50

2 4 8 4 において、速度ベクトルの角度が任意選択で計算される。

【 0 6 1 8 】

2 4 8 6 において、 及び の速度成分が計算されている。

【 0 6 1 9 】

2 4 8 8 において、動力源（例えばモーター）のためのコマンドが生成される。

【 0 6 2 0 】

[結合力制御機構]

図 2 5 は、1 つのばね機構を用いて 及び 軸を結合する、代替の力制御機構 2 5 0 0 を示す。ハンドル 2 5 0 2 は、図示されない軸を用いて動かされる。ある例では、機構 2 5 0 0 は、図 2 3（外部の 及び 軸が図示される）で説明する本実施形態の内部機構を備える。

10

【 0 6 2 1 】

軸 2 5 0 4（及び、図示されない対応する直交軸）は、力制御の作動時にハンドル 2 5 0 2 がその周りを少しだけ回転する内部の 及び 軸を備える。底部 2 5 0 6 はプレート 2 5 0 8 に接触する。該少量の回転によって、プレート 2 5 0 8 は部分 2 5 0 6（他の形状を与えることもできるが、部分 2 5 0 6 は任意選択で丸い外周をもつ）に押し下げられる。この押し下げは、1 つ以上のバネ（例えば 4 つのバネ）2 5 1 0 による抵抗を受ける。バネの予荷重は、モーター 2 5 2 2 を用いて設定される。モーター 2 5 2 2 は、プーリー 2 5 2 0 及び 2 5 1 6 とベルト 2 5 1 8 からなる駆動系を用いてねじ 2 5 1 4 を回転させることができ、これによりベース 2 5 1 2 を持ち上げて、バネ 2 5 1 0 を圧縮する。代替的に又は付加的に、手動の予荷重付与が実行される。

20

【 0 6 2 2 】

任意選択で、プレート 2 5 0 8 の直線運動を確保するため、プッシング 2 5 2 4 又はその他の既知の手段が使用される。バネ 2 5 1 0 の十分な予荷重によって任意の運動を阻止するように、キャップ 2 5 0 8 とベース 2 5 1 2 との相対運動に機械的な停止が提供される。

【 0 6 2 3 】

部分 2 5 0 6 の端部の丸み付けは、回転角と変位との間の線形関係を保証するように計算されてもよい。

【 0 6 2 4 】

30

内部回転の軸が外部回転の軸と一致することがあるが、これは必要なものではない。例えば、軸は同一平面上になくてもよく、及び / 又は、軸は平行でなくともよい。

【 0 6 2 5 】

例えば、バネ変位を測定する線形電位計、及び / 又は、 及び 回転を測定する回転電位計など、様々な測定手段が提供される。測定した値は図 2 4 B のフローチャートで利用されることがある。

【 0 6 2 6 】

任意選択で、バネ 2 5 1 0 を使用して、z 方向のしなやかさも提供される。ある例では、ハンドル 2 5 0 2 が押し下げられる時に、バネ 2 5 1 0 は抵抗力を提供する。軸 2 5 0 4 の蝶番は、該蝶番の z 軸方向の運動が可能となるように、スロット内に任意選択で配置される。

40

【 0 6 2 7 】

[z 軸運動機構]

図 2 6 A 及び 2 6 B は、本発明の例示的な実施形態による、z 軸運動及び力応答機構 2 6 0 0 を示す。該機構は、中心部 2 6 0 4、先端部 2 6 0 8、及び底部 2 6 0 6 の 3 つの部分からなるテレスコーピング・ロッドを備える。外部モーター（例えば、図 2 3 の 2 3 0 4）はカップリング 2 6 0 2 に結合しており、そのため、ロッド 2 6 0 9 を回転する。外部のモーターの使用は、Z 軸機構をより低コストに製造可能にし、他の Z 軸機構と交換可能にするモジュール性に任意選択で役立つ。カップリング 2 6 1 0（例えばナット）は、回転運動を中心部 2 6 0 4 の軸方向の運動に変換する。部分 2 6 0 4、2 6 0 6、及び

50

2608の伸長は、一組の直動軸受、部分2608のための2614、及び部分2606のための2612によって任意選択で案内される。直動軸受はそれぞれ溝2613及び2611の中にある。

【0628】

本発明の例示的な実施形態において、連結したラックとピニオンとタイミング・ベルトの機構は、次のように部分2606と2608の伸張を同期させるために使用される。溝2611と2613のそれぞれはラック（該溝によって定義される）を備え、部分2604は2つのピニオン2616及び2618を両端に1つずつ備える。部分2604が伸張すると、ラック2611はピニオン2616を回転させる。ピニオン2616と2618（同軸上に結合した同じ有効径のベルトプーリー上にある）を連結するタイミング・ベルト2620は、ピニオン2618に同期した回転を起こす。ピニオン2618は、次いでラック2613を動かして、部分2608の伸長をもたらす。

10

【0629】

本発明の例示的な実施形態において、テレスコープ機構は、z軸機構を小型にし、携帯性に役立つことを可能にする。また、それは運動機構の回転中心の近くでの運動も可能にする。本発明の例示的な実施形態において、テレスコープ機構は、z軸方向の長さを2：1又は3：1近くまでの伸長範囲を可能にする。付加的なテレスコープ部が、より大きな伸張比に対して提供される。

【0630】

z軸機構の上部について、交換可能なハンドル2630が図示されている。ハンドル2630の軸方向の運動は、線形計測電位計2638の運動によって任意選択で示される。任意選択で、ハンドル2630は、クイック接続機構を用いて取り付けられる。

20

【0631】

本発明の例示的な実施形態において、例えば、図24において上述したようなロジックを用いて、バネ2632はハンドル2630の軸方向の運動に弾力のある抵抗を提供する。

【0632】

図26Bに関して、バネ2632は渦巻きバネであり、その抵抗力はその有効長を変更することによって（例えば、バネ2632のバネ板長を決定するスライドストップ2636を動かすことによって）変えることができる。このスライドストップは、例えば、ハウジング2634を回転することによって、任意選択で手動で動く。代替として、内部のモーターが備えられることがある。ばね板長のこの変更は、概して予荷重の変更に相当する。最小の力の設定は、実際にバネ2636に予荷重を与えることによって（例えば、そのバネの軸方向の動きによって）、又は軸方向の動きに抵抗するために別のバネに与えることによって、提供されるだろう。予荷重は、バネ2632自身を回転させて、その結果バネを緊張させることによって達成されるかもしれない。

30

【0633】

力制御機構の可動域は、実施により、例えば3cm、5cm、10cm、15cm、20cm、又はその中間か、それより小さいか、あるいはそれより大きな範囲が可能である。

40

【0634】

本発明の一部の実施形態において、ギア減速比の利用が、より低パワー、及び/又はより低コストのモーターの使用を可能にすることに注目すべきである。

【0635】

z軸方向の力が、柔軟な又は湾曲したカップリングを用いて伝達できることに注目すべきである。従って、例えば、該z軸要素は、遠方の部分だけが伸びる90度のL字継手も可能である。代替的に又は付加的に、雁首形状の機構が、z軸要素に対して空間形状を定義するために使用される。

【0636】

[ゲーム]

50

多様なゲームが説明されている。本発明の例示的な実施形態では、次のゲームタイプの1種類以上が提供される：ロールプレイングゲーム（アドベンチャー及びD & Dゲーム）、動的ゲーム（シューティングゲーム）、ボード・ゲーム及びシミュレーション・ゲーム（例えばサッカーやテニス）。

【0637】

例えば、人間の対戦者相手又は機械の対戦者相手に、1対1で、ゲームが行われる。

【0638】

本発明の例示的な実施形態において、装置100は、例えばジョイスティックに取って代わる入力装置として役立つ。代替的に又は付加的に、装置100はVR入力装置として、例えば体肢位置を読み込むため使用される。代替的に又は付加的に、特殊な入力モードが定義される。例えばアーム102の空間位置は、スクリーン上の、又はゲームの世界での仮想位置に、又はその速度及び/又は加速度にマッピングされることができる。様々な制御に対してジェスチャーを定義することができる。例えば、「発射」、「上昇」と「着陸」コマンドはそれぞれ結び付いたジェスチャーをもつことができる。

【0639】

本発明の例示的な実施形態において、例えば、麻痺やCP（脳性麻痺）の子供たちが体部位を等閑にするのを避けることを促すため、子供用ゲームが提供される。装置100は、また、麻痺をもつ子供が落伍者になるのを防ぐための社会的の眼としても使用できる。

【0640】

本発明の例示的な実施形態において、例えば、必要なROMを制限する、患者の運動を強化する、ゲーム・スピードを変更する、及び注意して見る必要のある視野を変更する、などによりゲームは患者の能力に適合される。

【0641】

本発明の例示的な実施形態において、ゲームは患者のモチベーション・レベルに適合するように選ばれる。例えば低モチベーションの患者には簡単なゲームが選ばれる。

【0642】

[安全性]

本発明の例示的な実施形態において、患者に怪我をさせないために1つ以上の安全機能が提供される。例えば、以下の安全機構の1つ以上が使用される。

【0643】

A) デッドマンズスイッチ。

患者が、このスイッチを放す（又は、適当なボタンに触れる）と、装置100の運動が止められ、及び/又は、すべての力と抵抗がゼロにされる。他の「避難港」の構成を代わりに定めることもできる。

【0644】

b) 剪断ピン。先端部1008（または他のアタッチメント）をアーム1002に取り付けるためにピンが使用されてもよい。力が一定の閾値を超えると、ピンが裂けて、アタッチメントがアームから解放される。様々な引き裂き閾値をもつピンを、多様な状況に対して選択することができる。任意選択で、フィードバックのためにピンにはワイヤを取り付けることができる。任意選択で、該ピンは（任意選択で電流によって設定される引力の度合いで）磁氣的に引き付けられる2つの材料からなる。

【0645】

c) ロック。アーム1002は、患者がもたれかけられるように、初期のロッキング条件を持つことがある。

【0646】

d) 音声起動。患者が叫ぶことでシステムを停止させられるようにするため、音声起動及び/又は停止が提供されることがある。

【0647】

e) 分析。任意選択で、患者が加えた実際の運動、及び/又は力は、閾値が接近しているかどうか、又は患者が過度のストレスを受けているかどうかを評価するために分析され

10

20

30

40

50

る。

【0648】

f) 弾力性。バネを有する力制御機構が、急停止が突然患者を止めることを防ぐ。代わりに、バネが多少のしなやかさと、よりゆるやかな停止を可能にする。

【0649】

g) 測定された力。力機構が閾値を超える力、及び/又は空間の逸脱を判断すると、運動を停止し、任意選択で力の印加方向と逆に動かすことができる。

【0650】

[バランストレーニング]

本発明の例示的な実施形態において、リハビリテーション・モジュールがバランストレーニングのために使用される。ある例では、シートが先端部1008に取り付けられ、患者はシートに座っている。スロットを有する回転しないプレート1020は、シートの横揺れを可能にする方向と、難しさを決める抵抗レベルを設定する。任意選択で、ハンドル・バーを備える。代替的に又は付加的に、足のためにフットレスト及び/又はペダルを備える。代替として、腕用の1つ以上のリハビリテーション・モジュールを備える。この様に、様々な日常及びスポーツ活動をシミュレーションすることができ、またそのトレーニングをすることができる。任意選択で、バーチャル・リアリティー・タイプのディスプレイ又はテレビ・ディスプレイが、現実感を強化するために提供される。そのようなバーチャル・リアリティー・ディスプレイは、例えばフィードバックを表示するために、指示を表示するために、あるいは活動をより興味深いものにするために、本発明の他の実施形態において提供されることがある。

【0651】

2004年12月7日に出願された米国仮特許出願第60/633,442号(本願と同一の出願日に、同一の出願人によってPCT出願(表題「リハビリテーション訓練及びトレーニングのための方法及び器械」、代理人事件番号414/04388)もされており、その開示内容は参照により本願に組み込まれる)は、例えばそのような椅子を使った、バランスのトレーニングを説明している。任意選択で、完全な身体系は、バランスに関係する複数の体部位(例えば胴、腕、及び/又は脚)を同時にトレーニングするために使用される。

【0652】

本発明の例示的な実施形態において、装置100を使用して、立っている間のバランスがトレーニングされる。例えば、先端部108が様々な空間位置(ある位置は腕を伸張することだけを必要とし、ある位置は胴を屈曲すること必要とする)にあるときに、患者はアーム102への到達訓練を行う。

【0653】

[多様式療法と協調性トレーニング]

本発明の例示的な実施形態において、装置100を使用して、運動以外のモードでリハビリテーションを提供することができる。ある例では、(視覚及び/又は視覚の)ディスプレイは、視覚及び/又は聴覚リハビリテーションを行うために使用される。従って、1つの装置は複数のリハビリテーション様式(例えば、自宅で)に使用され、患者と療法士のための1つの接点として役立てることができる。複数の療法士がいれば、様々な療法の間を調整し、及び/又は一般的な経過、モチベーション、及び/又は認知レベルなどの一般的なパラメータを追跡することに装置を役立てることができる。本発明の例示的な実施形態において、例えば荷重釣り合わせのため、及び/又は興味のために、幾つかあるモダリティのうちの1つによる訓練を選択的に適用する。

【0654】

本発明の例示的な実施形態において、モダリティ間の協調をリハビリするために装置100が使用され、及び/又は他のモダリティのリハビリテーションに役立てるために1つのモダリティのリハビリテーションが使用される。1つの例は、視覚と手の協調であり、ここでは患者はスクリーン上の標的を見せられて、先端部108を動かして、それを鉗で留めるといった目的のものである。別の例はタイミングであって、患者が一定のタイミング

でコマンドを与える必要があるというものであり、おそらくは聴覚のモダリティによる。患者が空間運動に関する徐々に複雑さを増す口頭の指示が与えられるという、空間計画 (spatial planning) である。

【 0 6 5 5 】

本発明の例示的な実施形態において、次第により複雑となる視覚的指示、運動性行為、およびフィードバック (視覚的な、又はそうでない) が患者に提供される。同様に、次第により複雑となる聴覚的な、運動感覚的な、触覚的な、及び臭覚的 (香りを放つアタッチメントを用いて) なフィードバック及び/又は指示が提供される。

【 0 6 5 6 】

特有の例では、言語認識が運動と協調してリハビリテーションされる。例えば時間内に、又は口頭の指示に応答して、運動を遂行するのに十分な速さで言語を理解することが求められる。利用者は、彼の運動と一致する言語発言を提供すること求められることがある。言語認識モジュールを備えることもできる。

【 0 6 5 7 】

別の例では、視覚リハビリテーションの経過につれて視覚的な刺激がより複雑にされる。例えば、光とともに開始すること、次に位置にある光、次に点滅する速度、次に読まなければならない文章、これら全てが運動を促進し、又はフィードバックとして役立つ (例えば次第に複雑になる運動課題としては: 腕を動かすこと、ある方向に移動すること、特定の領域へ移動すること)。

【 0 6 5 8 】

装置 1 0 0 の一部の実施形態の特有の利点は、機械的なフィードバックと支援が患者に提供されることである。一部の実施形態において、本願で説明する運動リハビリテーションの一部の方法 (従って、特別な有用性を提供するだろう) は、例えば、モチベーションの評価、遠隔リハビリテーション、集団活動、及び利用者の活動のコンピュータによる (例えば、集団参加のための) 支援といった、非運動リハビリテーションのために使用される。

【 0 6 5 9 】

[その他の装置]

ロボット及び位置決め装置 (例えば、六脚 (hexapods) など) のための様々なデザインが知られている。本願に記載される様々な説明が、本発明の例示的な実施形態に従って、そのようなロボットや位置決め装置に適合し得ることは高く評価されるべきである。代替的に又は付加的に、そのようなロボットや装置に対して、ここで説明した様々な方法を、全て本発明の例示的な実施形態に従って実行するためのソフトウェアを提供することが可能である。

【 0 6 6 0 】

2 0 0 4 年 8 月 2 5 日に出願された米国仮特許出願第 60/604,615 号 (その開示内容は参照により本願に組み込まれる) は、脳可塑性の効果を考慮することを説明している。本願で説明する方法は、例えば使用するフィードバック又は装置モードのタイプを決定するための入力として、E E G 又は f M R I を使用することができる。

【 0 6 6 1 】

2 0 0 4 年 4 月 2 9 日に出願された米国仮特許出願第 60/566,078 号 (また本願と同一の出願人による同日の P C T 出願 (表題「神経筋刺激」“Neuromuscular Stimulation”、代理人事件番号 414/04400) としても出願され、両出願の開示内容は参照により本願に組み込まれる) は、体肢を運動させながら、又はそうでなければ体肢の運動を支援しながら、麻痺のある体肢を刺激することを説明している。例えば、健全な体肢の E M G 測定は、麻痺のある体肢の刺激及び/又は支援された運動について決定するための本願の教示の一部として任意選択で使用される。

【 0 6 6 2 】

本願で説明するリハビリテーション装置は、自宅だけではなく、老人ホーム、病院、およびリハビリテーション・センターなどのケア・センターでも任意選択で使用可能である

10

20

30

40

50

ことに注目すべきである。

【0663】

上述のリハビリテーション方法が、ステップの省略又は追加、ステップの順番及び使用する装置のタイプの変更、を含めて、様々に変えられることは高く評価されるであろう。さらに、方法及び装置の双方の多様性を説明した。一部の実施形態においては、主に方法を説明したが、該方法の実施に適合した器械も本発明の範囲に含まれる。多様な特徴を様々な方法で組み合わせることができることは、高く評価されるべきである。特に、上述した個々の実施形態における特徴の全てが、必ずしも本発明の全ての類似の実施形態の中で必要なわけではない。さらに、上述の特徴の組み合わせも、本発明の一部の実施形態の範囲に含まれる。また、本発明の範囲には、複数組の装置、1つ以上の切断ピン、1つ以上のアタッチメント及び/又はソフトウェアを含むキットが含まれる。また、アーム位置の制御やフィードバックの提供といった、ここで説明したステップを実行し、及び/又はガイドするために使用されるハードウェア、ソフトウェア及び、該ソフトウェアを含んでいるコンピュータに読取可能な媒体も、本発明の範囲に含まれる。項目の見出しは、ナビゲーションに役立てるために提供されており、必ずしも該項目の内容を制限するものではない。特許請求の範囲において用いられる用語“comprises”(「-からなる」、「-を備える」、「-を含む」)、“includes”(「-を含む」)、“have”(「-を有する」、「-をもつ」)、及びこれらの同根語は、“including but not limited to”(「-を含むが、これに限定されるものではない」)を意味する。該装置が男性及び女性の双方に適していることにも注目されるべきである。

【0664】

本発明が、これまで説明されてきたものによって限定されないこと、当業者によって高く評価されるであろう。むしろ、本発明の範囲は、特許請求の範囲によってのみ限定される。

【図面の簡単な説明】

【0665】

【図1】本発明の例示的な実施形態による、関節アーム式リハビリテーション装置を模式的に示すものである。

【図2】本発明の例示的な実施形態による、遠隔リハビリテーション・システムの略ブロック図である。

【図3A】本発明の例示的な実施形態による、リハビリテーション装置によって生成される力場を説明する図である。

【図3B】抵抗力の例示的なプロファイルを示す図である。

【図4A】本発明の例示的な実施形態による、リハビリテーション装置の使用方法のフローチャートである。

【図4B】本発明の例示的な実施形態による、リハビリテーション装置の長期使用のフローチャートである。

【図5】本発明の例示的な実施形態による、体肢位置感知機能を有するシステムを示す図である。

【図6】本発明の例示的な実施形態による、肘保持アタッチメントを示す図である。

【図7 - 8】本発明の例示的な実施形態による、両手リハビリテーション装置を示す図である。

【図9A - B】図9Aと9Bは本発明の例示的な実施形態による身体の中の複数のポイントの制御された運動のために装置を説明する。

【図10】本発明の例示的な実施形態による、ボール式リハビリテーション装置を示す図である。

【図11】本発明の例示的な実施形態による、図10のリハビリテーション装置の釣り合わせを示す。

【図12】本発明の例示的な実施形態による、プレート式リハビリテーション装置の駆動系を説明する図である。

【図 1 3 A】本発明の例示的な実施形態による、プレート駆動システムのカップリング装置を説明する図である。

【図 1 3 B】本発明の例示的な実施形態による、柔軟なスロットを有するプレートを説明する図である。

【図 1 4 A】本発明の例示的な実施形態による、2 プレート式リハビリテーション装置を説明する図である。

【図 1 4 B - C】本発明の例示的な実施形態による、ガイドプレートを説明する図である。

【図 1 5 A】本発明の例示的な実施形態による、手の 1 度以上の運動に制御、及び / 又はフィードバックを提供するリストアタッチメントを示す。

10

【図 1 5 B - F】本発明の例示的な実施形態による、多様なアタッチメントを示す図である。

【図 1 6 A - D】本発明の例示的な実施形態による、エルボー・サポートの様々な方法を説明する図である。

【図 1 7 A】本発明の例示的な実施形態による、向きを変更したリハビリテーション装置を説明する図である。

【図 1 7 B - C】本発明の例示的な実施形態による、向きを変更した代替のリハビリテーション装置を示す図である。

【図 1 7 D】本発明の例示的な実施形態による、向きを変更した代替のリハビリテーション装置を示す図である。

20

【図 1 8】本発明の例示的な実施形態による、腕および脚に対するリハビリテーション装置を示す図である。

【図 1 9 A】本発明の例示的な実施形態による、身体の両側に対するリハビリテーション装置を示す図である。

【図 1 9 B】本発明の例示的な実施形態による、ドッキング・ステーションを示す図である。

【図 1 9 C】使用中の図 1 9 B のドッキング・ステーションを示す図である。

【図 1 9 D】本発明の例示的な実施形態による、ベッドの近くに置かれた可動式リハビリテーション装置を示す図である。

【図 1 9 E】本発明の例示的な実施形態による、ベッドに連結した代替の可動式リハビリテーション装置を示す図である。

30

【図 1 9 F】本発明の例示的な実施形態による、浴槽中での可動式リハビリテーション装置の使用を説明する図である。

【図 1 9 G】本発明の例示的な実施形態による、日常活動用に構成されたりハビリテーション装置を示す図である。

【図 1 9 H】本発明の例示的な実施形態による、日常生活の活動のトレーニングを補助するための装置を示す図である。

【図 2 0】本発明の例示的な実施形態による、チャック機構を示す図である。

【図 2 1】本発明の例示的な実施形態による、代替の、非ボール式の、釣り合わせの取れた、リハビリテーション装置を示す図である。

40

【図 2 2 A】本発明の例示的な実施形態による、別の代替の非ボール式リハビリテーション装置機構を示す図である。

【図 2 2 B】力に図 2 2 A の装置に付属する制御機構とブレーキを示す図である。

【図 2 3】本発明の例示的な実施形態による、カンチレバー式リハビリテーション装置機構を示す図である。

【図 2 4 A】本発明の例示的な実施形態による、図 2 2 B で使用される、力制御機構の側横断面図である。

【図 2 4 B】本発明の例示的な実施形態による、図 2 4 A の機構の動作のフローチャートである。

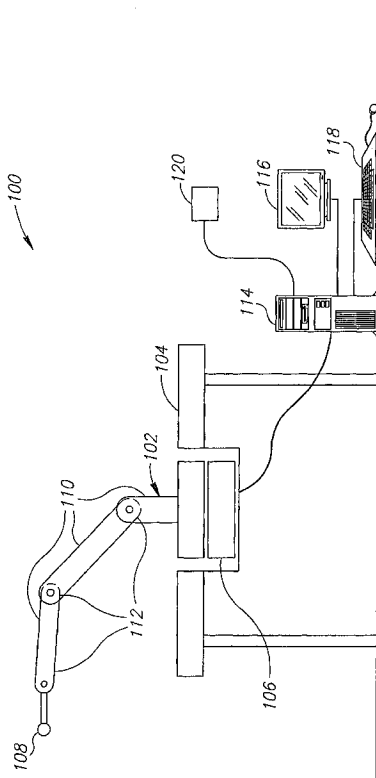
【図 2 5】本発明の代替の実施形態による、力制御機構を示す図である。

50

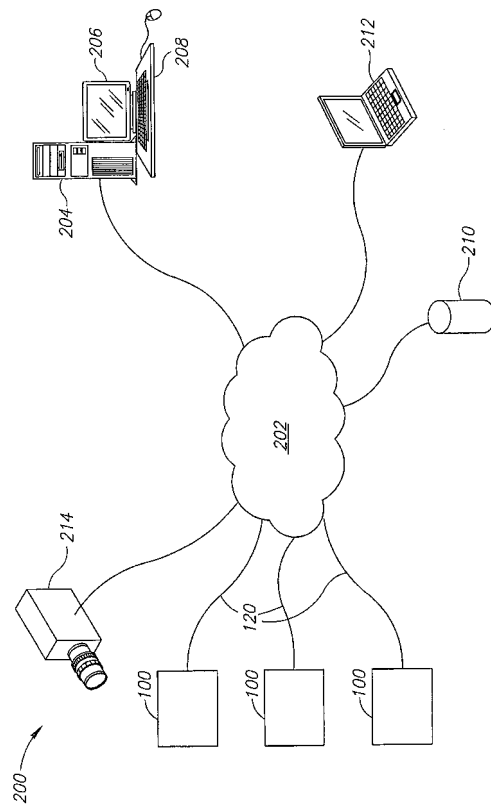
【図 2 6 A】本発明の例示的な実施形態による、Z 軸伸長機構を示す図である。

【図 2 6 B】本発明の例示的な実施形態による、図 2 6 A の一部に例示されたアタッチメントのための力制御機構を示す図である。

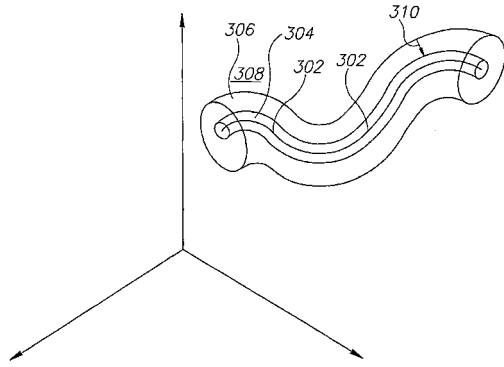
【図 1】



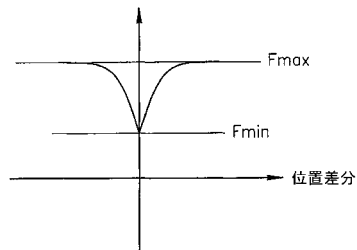
【図 2】



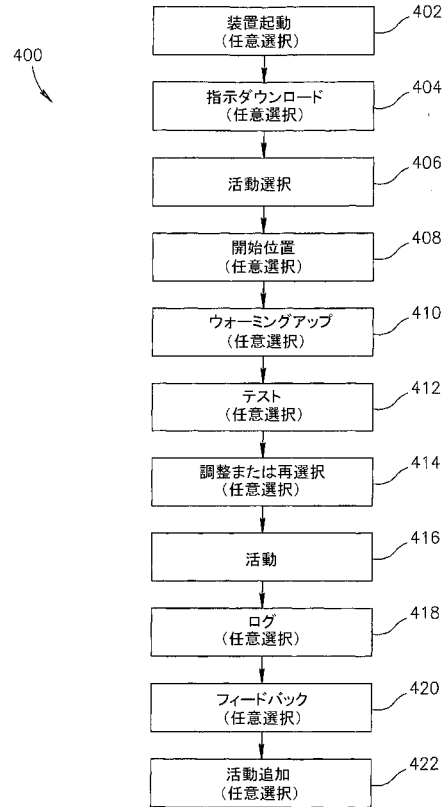
【図 3 A】



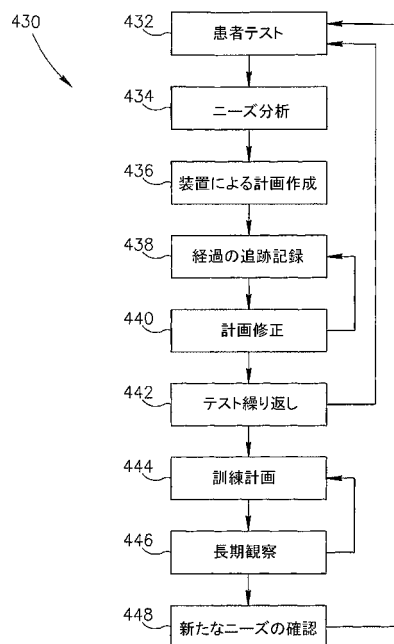
【図 3 B】



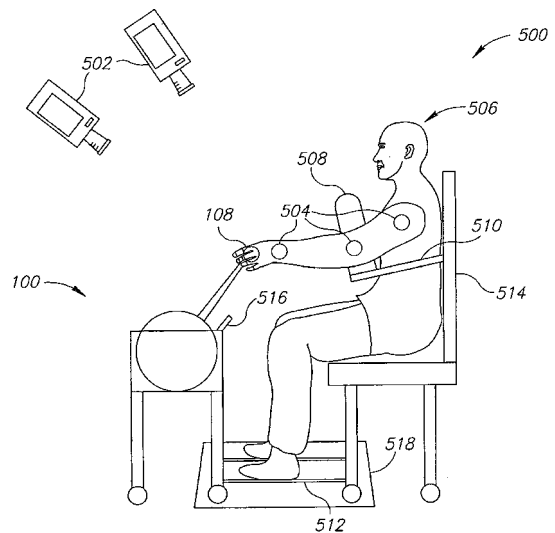
【図 4 A】



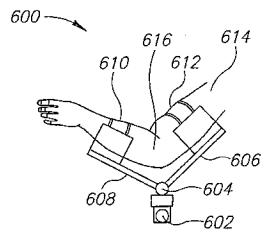
【図 4 B】



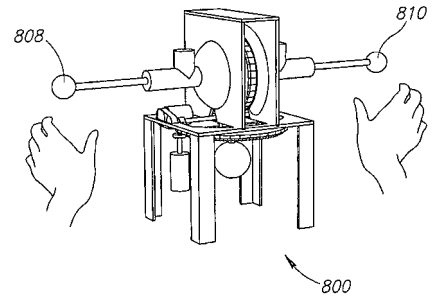
【図 5】



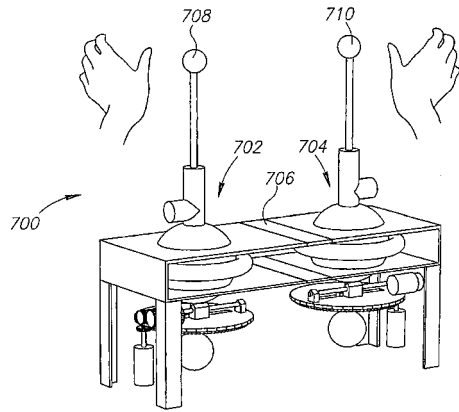
【図 6】



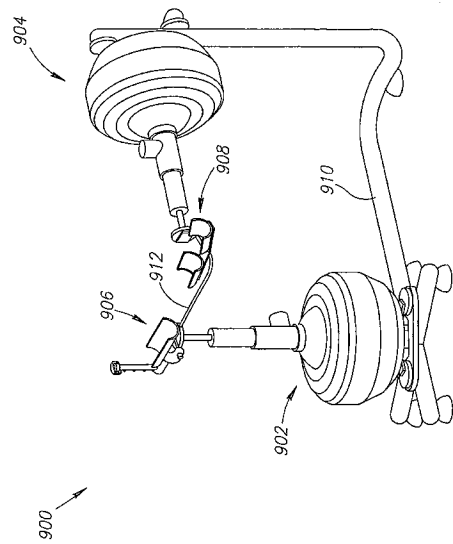
【図 8】



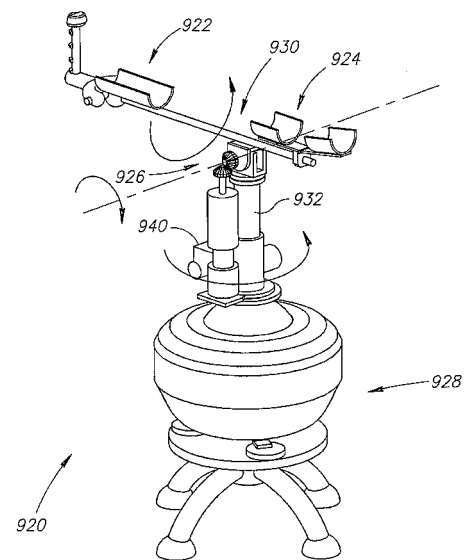
【図 7】



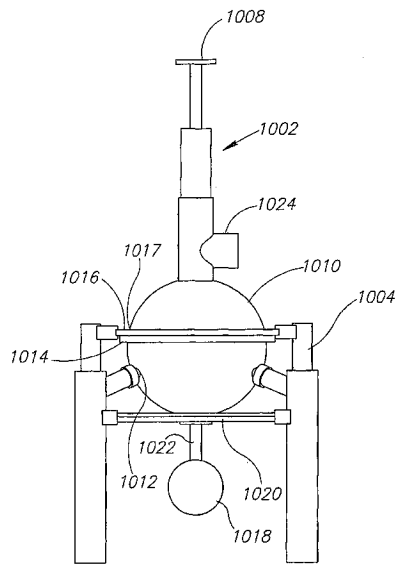
【図 9 A】



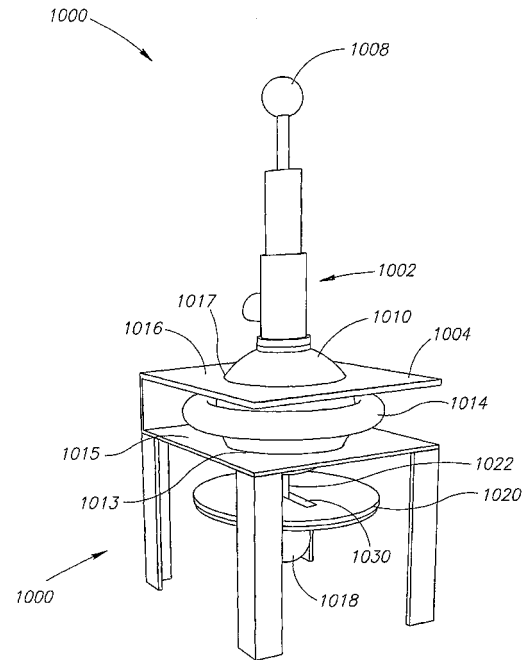
【図 9 B】



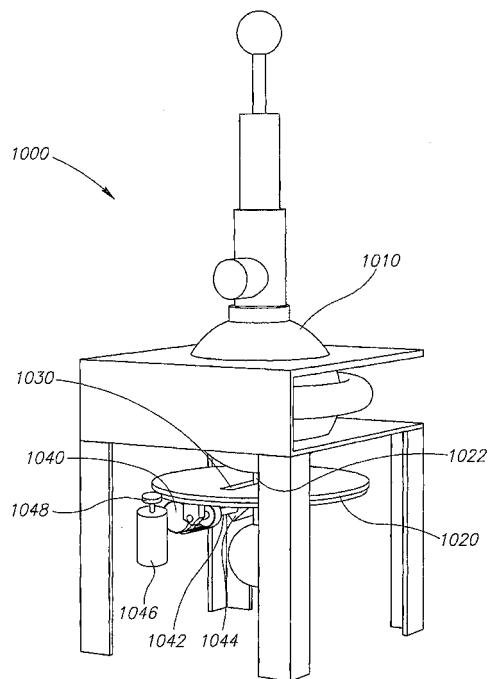
【図 10】



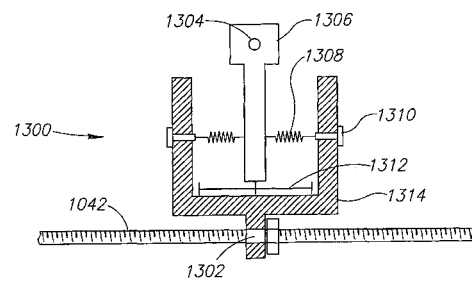
【図 11】



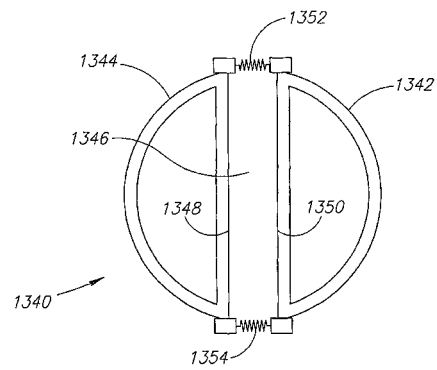
【図 12】



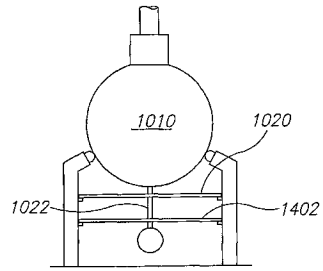
【図 13 A】



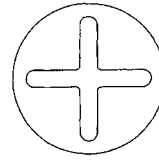
【図 13 B】



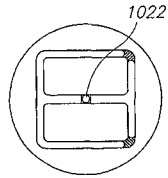
【図 14 A】



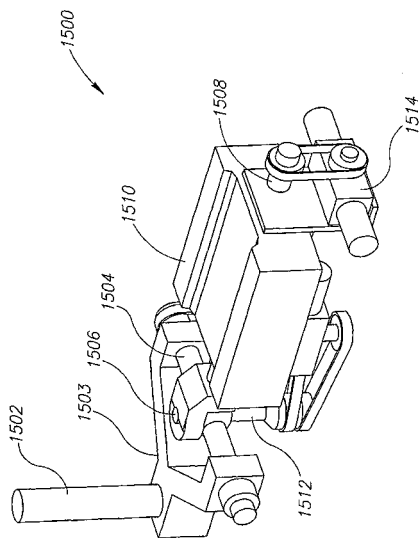
【図 14 C】



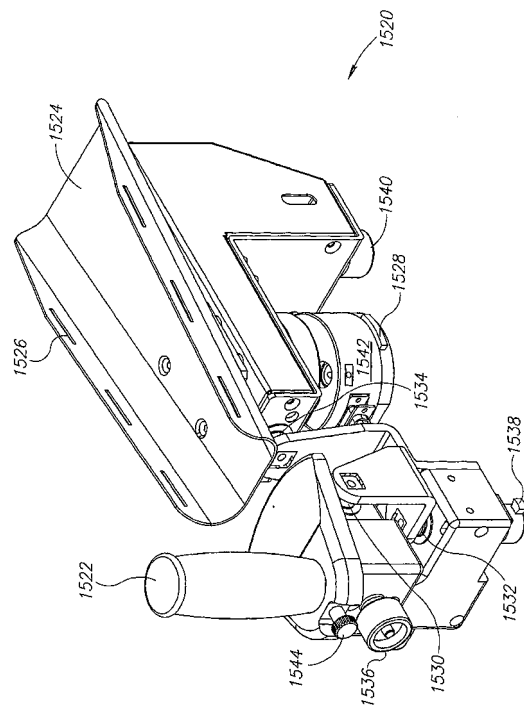
【図 14 B】



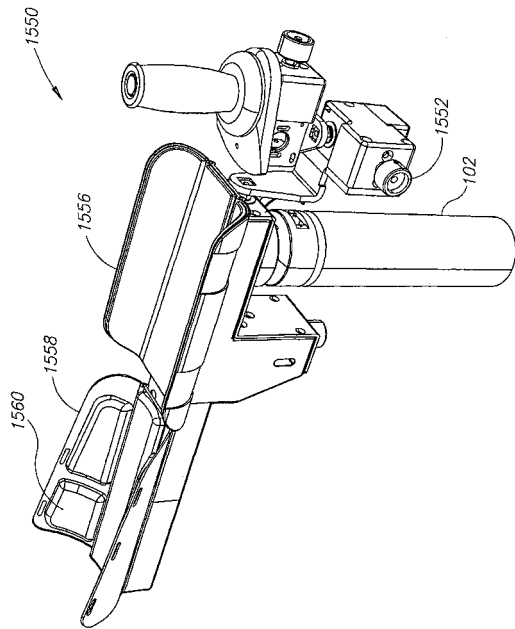
【図 15 A】



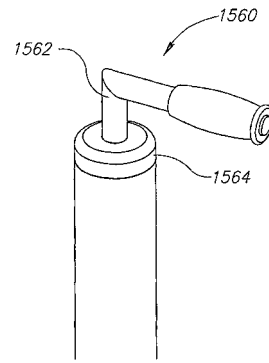
【図 15 B】



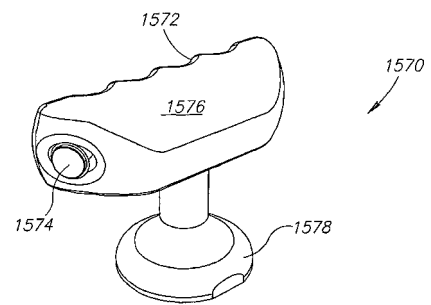
【図 15 C】



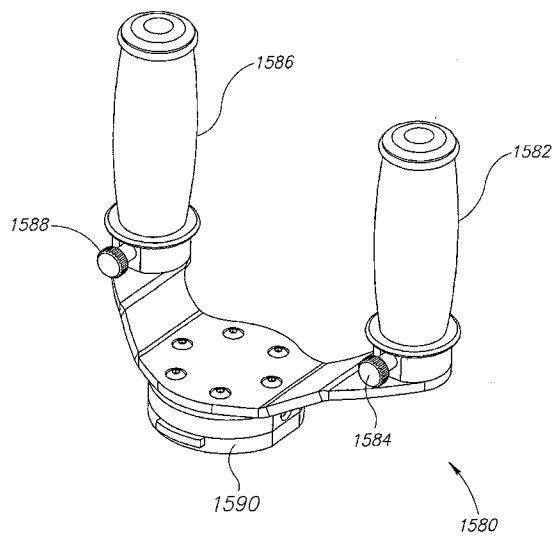
【図 15 D】



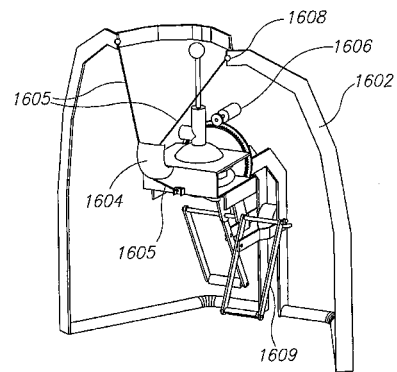
【図 15 E】



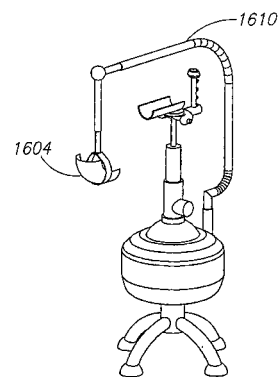
【図 15 F】



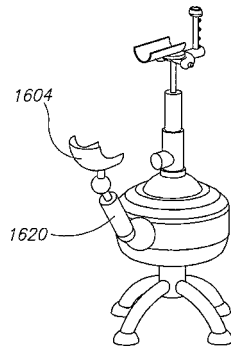
【図 16 A】



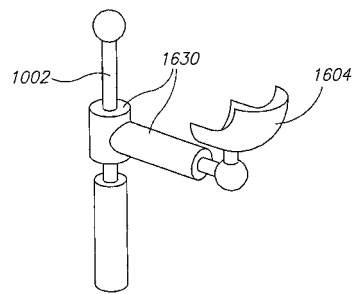
【図 16 B】



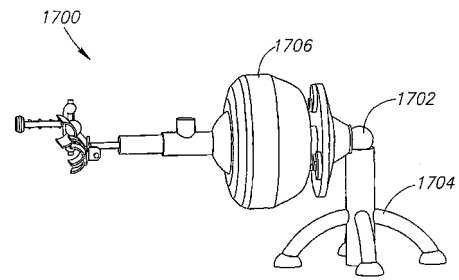
【図 16 C】



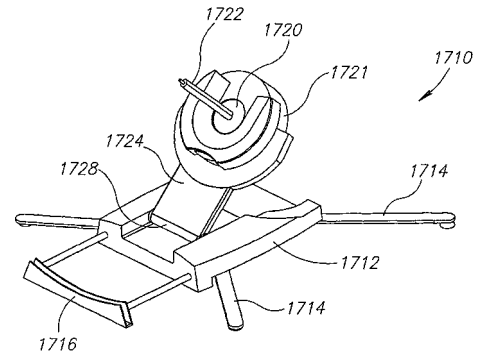
【図 16 D】



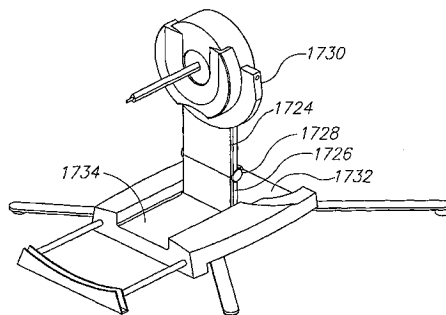
【図 17 A】



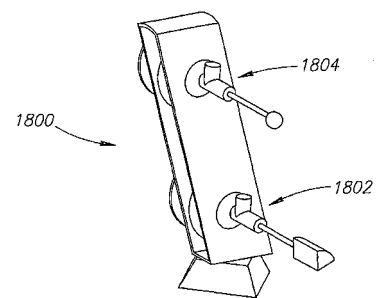
【図 17 B】



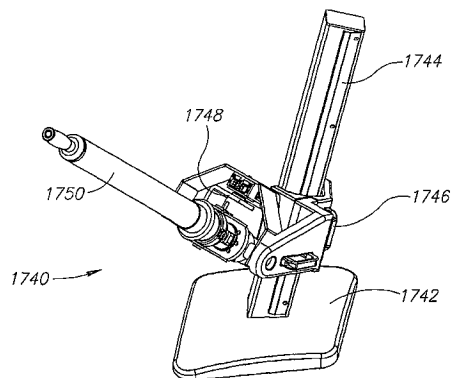
【図 17 C】



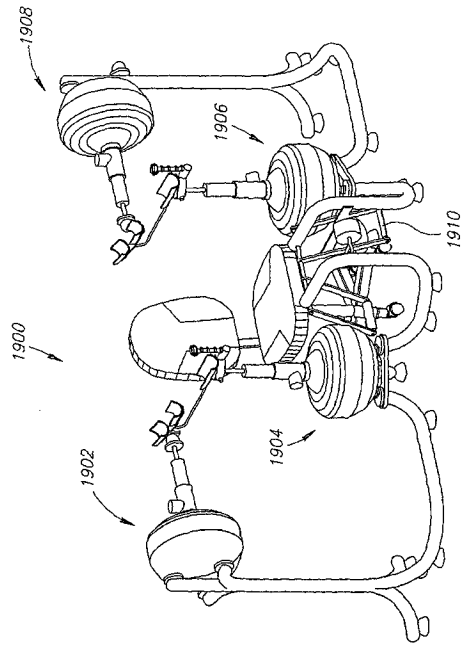
【図 18】



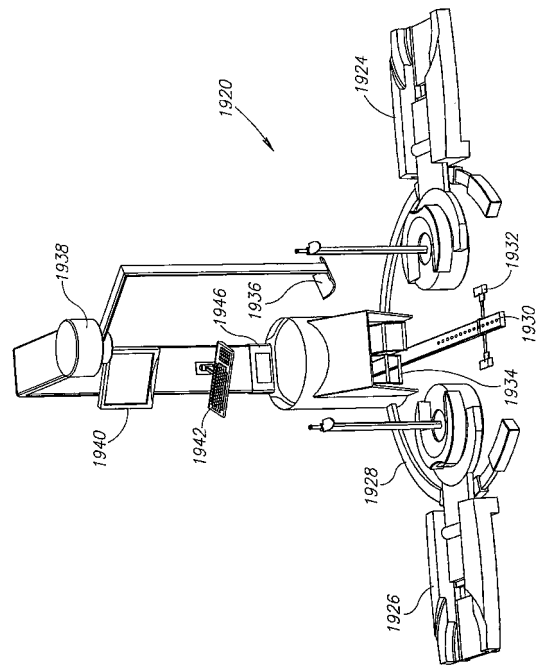
【図 17 D】



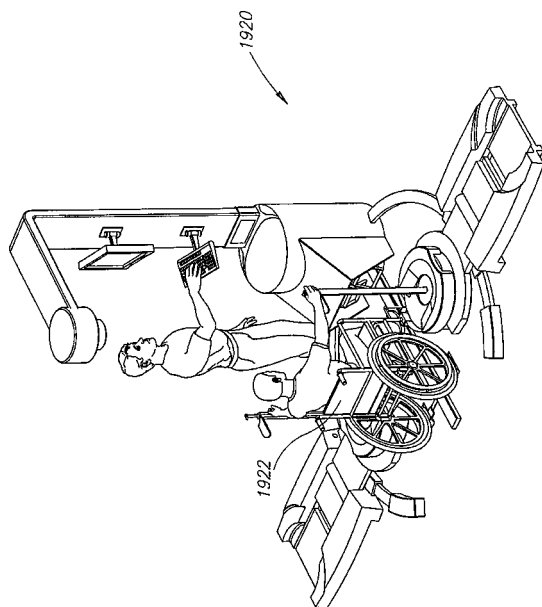
【図 19 A】



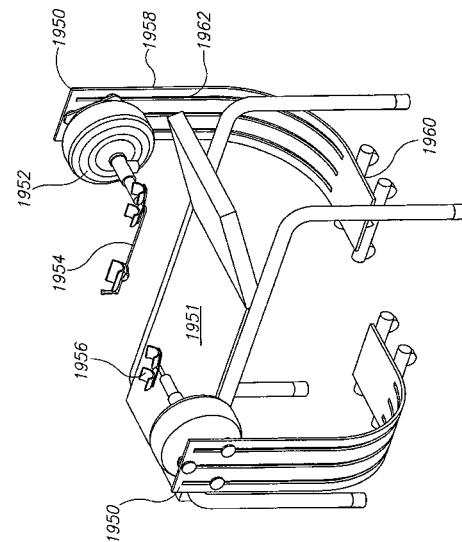
【図 19 B】



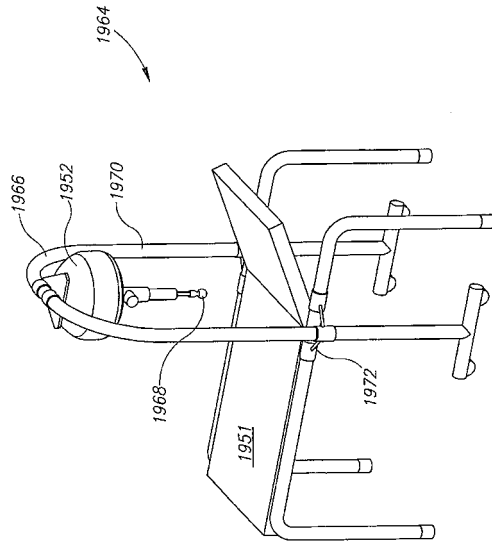
【図 19 C】



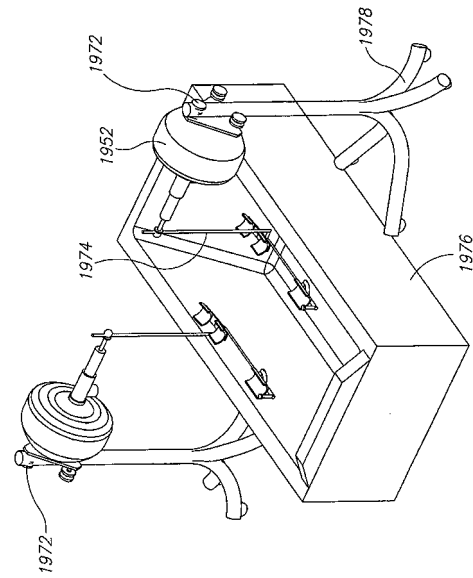
【図 19 D】



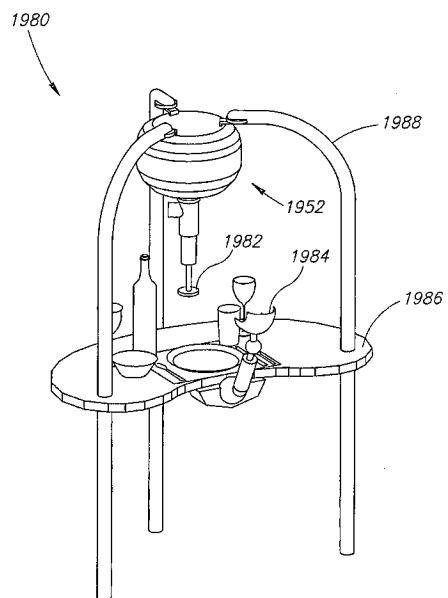
【図 19 E】



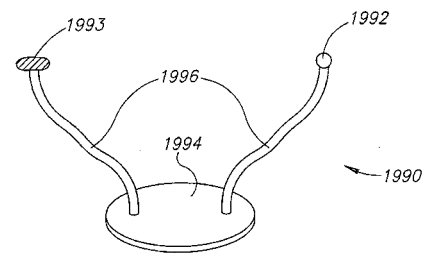
【図 19 F】



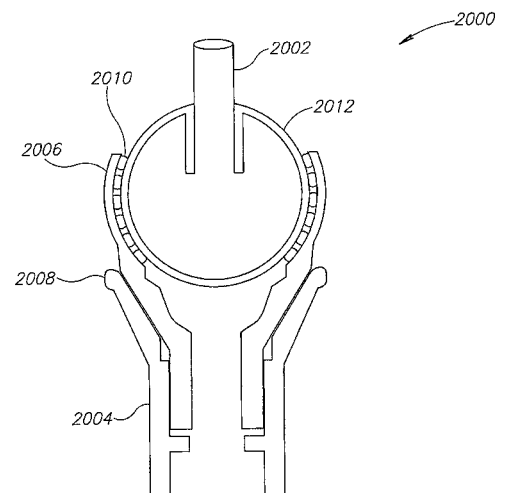
【図 19 G】



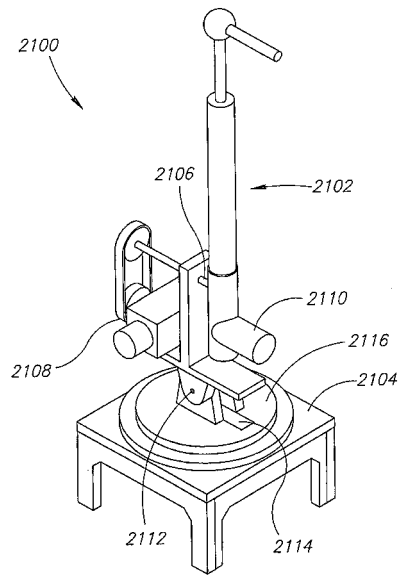
【図 19 H】



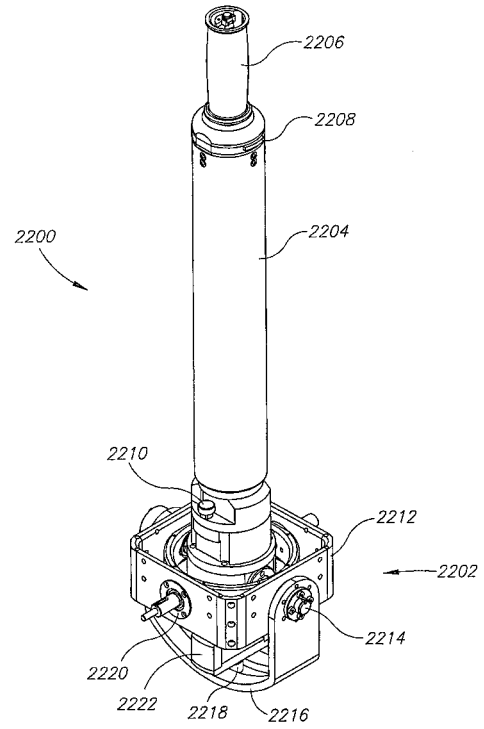
【図 20】



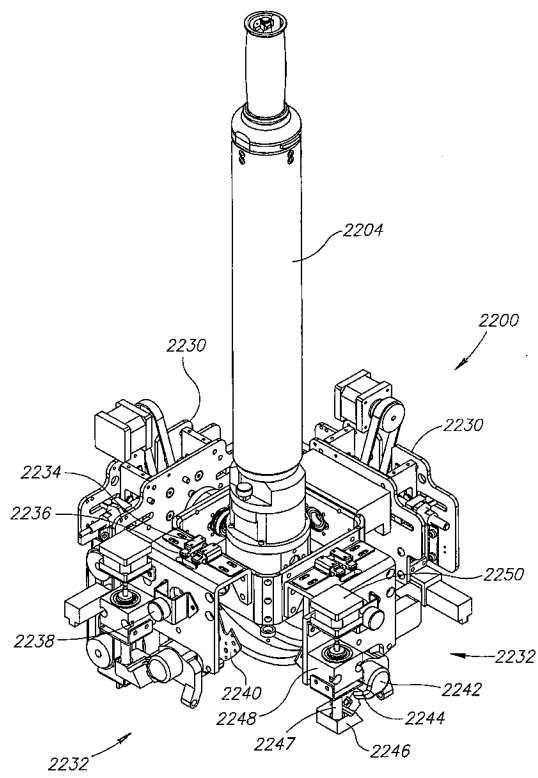
【図 2 1】



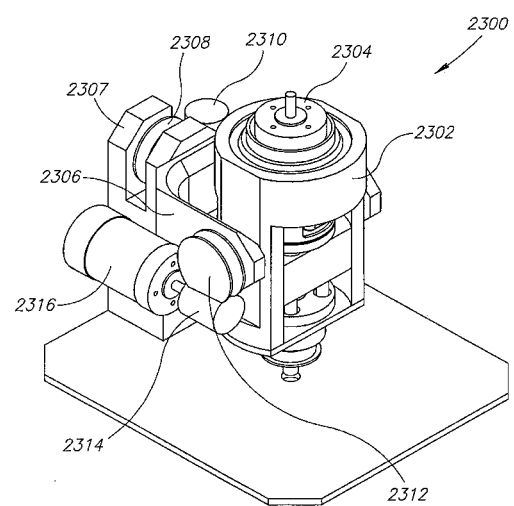
【図 2 2 A】



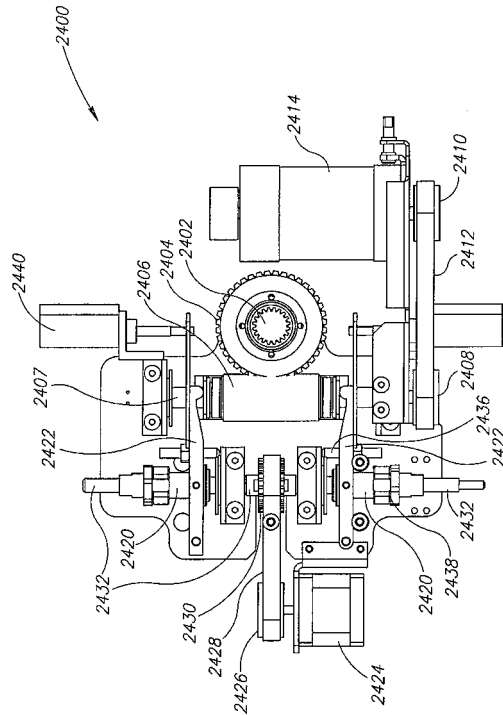
【図 2 2 B】



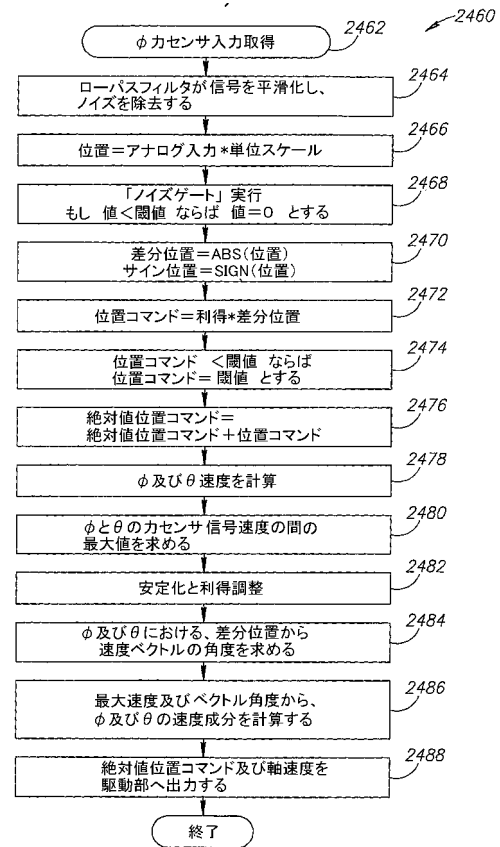
【図 2 3】



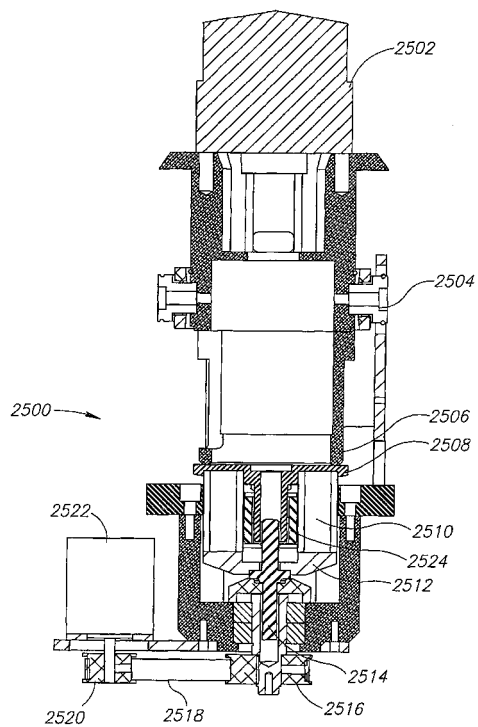
【図 24 A】



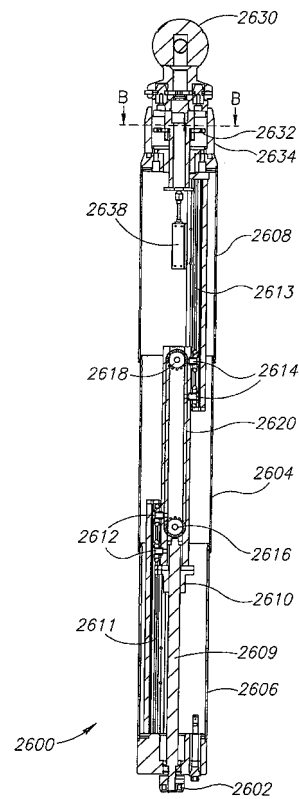
【図 24 B】



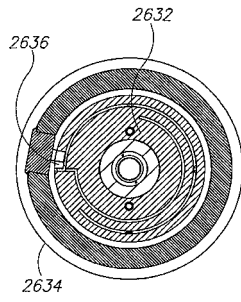
【図 25】



【図 26 A】



【図 26 B】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 3 B 21/005

- (31)優先権主張番号 60/566,078
(32)優先日 平成16年4月29日(2004.4.29)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/604,615
(32)優先日 平成16年8月25日(2004.8.25)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/633,428
(32)優先日 平成16年12月7日(2004.12.7)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/633,442
(32)優先日 平成16年12月7日(2004.12.7)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 60/633,429
(32)優先日 平成16年12月7日(2004.12.7)
(33)優先権主張国 米国(US)
- (72)発明者 エイナフ・ハイム
イスラエル国 テル・アヴィヴ アイエル - 6 5 1 4 9 シュラッシュ ストリート 2 8
(72)発明者 ロウツ・ベニー
イスラエル国 リション レツィオン アイエル - 7 5 8 0 1 ヘンリー バーグソン ストリート 1 2
(72)発明者 シャバノフ・ドロフ
イスラエル国 ズル イガル アイエル - 4 4 8 6 2 ハドカリム プールバード 3 4
(72)発明者 カツィー・エラン
イスラエル国 ロシュ ハ'アイン アイエル - 4 8 5 8 0 アムノン ベタマル ストリート 1 2
(72)発明者 ビンヤミニ・ガド
イスラエル国 モシェヴ ハゴル アイエル - 4 5 8 7 0

審査官 望月 寛

- (56)参考文献 特開平05-007608(JP,A)
特開2000-279463(JP,A)
特開平08-322189(JP,A)
特開2003-093451(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61H 1/02
A63B 21/005
A63B 23/04
A63B 23/12
A63B 24/00