

明 細 書

発明の名称： 筋肉電気刺激プログラム及び電気刺激装置

技術分野

[0001] 本開示は、ユーザに電気刺激を付与するための電気刺激装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 は、ユーザの両脚に電気刺激を付与する電極群を備える電気刺激装置を開示する。この電気刺激装置を用いて両脚に電気刺激を付与することで、筋肉の収縮と弛緩を伴う運動を促すことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 2 0 - 1 0 9 6 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 昨今、高齢者等の慢性的な運動不足が懸念される。運動不足の解消を図るうえで、屋内において利用できる電気刺激装置の継続使用を促すための工夫が望まれる。本願発明者は、このような工夫を講じるうえで、ユーザに付与できる体感の多様化を図ることが重要であるとの認識を得た。

[0005] 本開示の目的の 1 つは、電気刺激装置を用いてユーザに付与できる体感の多様化を図ることができる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示のプログラムは、電気刺激を筋肉に付与するためのプログラムであって、電極群に電圧信号を印加する信号印加部を備える電気刺激装置のコンピュータに、前記信号印加部を制御することによって、前記電圧信号として、複数のパルス波形群を繰り返し前記電極群に印加する機能を実行させ、前記複数のパルス波形群は、15 Hz ～ 25 Hz の周波数に対応する第 1 周期毎に間欠的に印加される第 1 パルス波形群と、前記第 1 周期における前記第 1 パルス波形群の印加期間外に印加される第 2 パルス波形群と、を含む筋肉

電気刺激プログラム。

- [0007] 本開示の電気刺激装置は、ユーザに電気刺激を付与する電極群と、前記電極群に電圧信号を印加する信号印加部と、前述の筋肉電気刺激プログラムを実行する制御部と、を備える。

発明の効果

- [0008] 本開示によれば、電気刺激装置を用いてユーザに付与できる体感の多様化を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]実施形態の電気刺激システムを示す構成図である。
[図2]実施形態の電気刺激装置を示す右側面図である。
[図3]図3（A）は、左脚用EMS波形群を電極群に印加した状態を示す説明図であり、図3（B）は、右脚用EMS波形群を電極群に印加した状態を示す説明図である。
[図4]実施形態の電気刺激装置の機能を示すブロック図である。
[図5]左脚用EMS波形群と右脚用EMS波形群とを示す波形図である。
[図6]第1パルス波形群と第2パルス波形群の波形図である。
[図7]パルス波形群の波形図である。
[図8]スキップモードで印加されるEMS波形群の波形図である。
[図9]ウォーキングモードの使用前後で行った筋疲労測定の結果を示すグラフである。
[図10]ウォーキングモードに関する試験期間の前後で行った腓腹筋筋力測定の結果を示すグラフである。
[図11]ウォーキングモードに関する試験期間の前後で行った歩行速度測定の結果を示すグラフである。
[図12]ウォーキングモードに関する試験期間の前後で行った2ステップテストの結果を示すグラフである。
[図13]実施形態のリモートコントローラの機能を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下、実施形態を説明する。同一の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。各図面では、説明の便宜のため、適宜、構成要素を省略、拡大、縮小する。図面は符号の向きに合わせて見るものとする。波形図の縦軸及び横軸は、理解の容易のために、適宜、拡大、縮小する。波形図の波形は、理解の容易のために、適宜、簡略化する。
- [0011] 図1を参照する。電気刺激装置10を用いた電気刺激システム12は、電気刺激装置10の他に、電気刺激装置10を操作するためのリモートコントローラ14（以下、リモコン14ともいう）とを備える。リモコン14の詳細は後述する。
- [0012] 図1、図2を参照する。図1は、電気刺激装置10の上面図でもある。電気刺激装置10は、ユーザの両脚に電気刺激を付与する電極群16と、電極群16を搭載する本体18とを備える。
- [0013] 本体18は、床Fに置いた状態で用いられる。本体18の上面部には、ユーザの左右の足を置くための一对の足置き部20L、20Rが設けられる。一对の足置き部20L、20Rは、左足LFを置くための左足置き部20Lと、右足RFを置くための右足置き部20Rとを含む。足置き部20L、20Rは、ユーザの足のつま先側部分を置くための前側部分22と、足のかかと側部分を置くための後側部分24とを備える。
- [0014] 本体18の上面部には、電気刺激装置10を操作するための複数の装置操作部26A、26Bが設けられる。装置操作部26A、26Bは、例えば、ユーザによる押し操作を受けるボタンである。本実施形態の装置操作部26A、26Bは、ユーザに付与される電気刺激の設定レベルを上げるための第1レベル操作部26Aと、設定レベルを下げるための第2レベル操作部26Bとを含む。
- [0015] 本体18の下面部には、前後方向に間隔を空けて複数の接地部30A～30Cが設けられる。複数の接地部30A～30Cは、本体18の前側に設けられる前側接地部30Aと、後側に設けられる後側接地部30Bと、前側接地部30Aと後側接地部30Bとの間に設けられる中間接地部30Cとを含む。

む。本体 18 は、中間接地部 30C を接地した状態のもと、左右方向軸周りの回転を伴い前後に揺動させることが可能である。

[0016] 電極群 16 は、ユーザの両脚に電気刺激を付与するための複数の電極 32L、32R を備える。複数の電極 32L、32R は、左右の脚に対応して個別に設けられる。複数の電極 32L、32R は、左脚 LL に対応する左側電極 32L と、右脚 RL に対応する右側電極 32R とを含む。複数の電極 32L、32R は、ユーザの対応する脚 LL、RL に当てた状態で用いられる。本実施形態の左側電極 32L と右側電極 32R のそれぞれは一对の足置き部 20L、20R のそれぞれを構成する。詳しくは、左側電極 32L は左足置き部 20L を構成し、右側電極 32R は右足置き部 20R を構成する。

[0017] 図 3 (A)、(B) を参照する。電極群 16 は、電極群 16 を構成する複数の電極 32L、32R を脚 LL、RL に当てた状態にあるとき、左脚 LF に電気刺激を付与する左脚用通電経路 34L と、右脚 RL に電気刺激を付与する右脚用通電経路 34R とを形成できる。本実施形態の電極群 16 は、左脚用通電経路 34L と右脚用通電経路 34R とを含む両脚用通電経路 36 を形成できる。左脚用通電経路 34L は、左脚 LL の少なくとも一部を含んでいる。左脚用通電経路 34L は、本実施形態では、左脚 LF の足裏、下腿、上腿を含んでいる。右脚用通電経路 34R は、右脚 RL の少なくとも一部を含んでいる。右脚用通電経路 34R は、本実施形態では、右脚 RL の足裏、下腿、上腿を含んでいる。両脚用通電経路 36 は、左脚用通電経路 34L、右脚用通電経路 34R の他に股間を含んでいる。

[0018] 図 4 を参照する。本明細書のブロック図に示す各ブロックは、ハードウェア的には、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 等をはじめとする電子部品、回路、機械装置等で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現される。ここでは、これらの連携によって実現される機能ブロックを描く。これらの機能ブロックは、ハードウェア、ソフトウェアの組み合わせによっていろいろな態様で実現できることは、当業者に理解されるところで

ある。

- [0019] 電気刺激装置 10 は、前述した電極群 16 と、装置操作部 26A、26B との他に、装置電源 40 と、電極群 16 に電圧信号を印加する信号印加部 42 と、電気刺激装置 10 を制御する装置制御部 44（制御装置）と、を備える。
- [0020] 装置電源 40 は、本体 18 に収納される。本実施形態の装置電源 40 は、マンガン電池等の一次電池である。装置電源 40 は、この他にも、リチウムイオン電池等の充電可能な二次電池でもよい。装置電源 40 は、信号印加部 42、装置制御部 44 等に電力を供給する。
- [0021] 信号印加部 42 は、パルス幅変調回路等を用いて構成される。
- [0022] 装置制御部 44 は、電気刺激装置 10 のコンピュータとして機能する。装置制御部 44 は、電気刺激装置 10 に関する種々の情報を記憶する装置記憶部 46 を備える。装置制御部 44 は、装置記憶部 46 に記憶されたプログラムを実行することによって、装置制御部 44 の機能（後述する動作制御部 48、電流制御部 98 等）を実現する処理を実行する。
- [0023] 装置制御部 44 は、信号印加部 42 を制御することによって、電気刺激を付与する電気刺激動作を実行する動作制御部 48 を備える。電気刺激動作は、信号印加部 42 によって、電圧信号として、電気刺激を付与するための EMS（Electrical Muscle Stimulation）波形群を電極群 16 に印加することによって実行される。以下に説明する動作制御部 48 の機能は、電気刺激を筋肉に付与するための筋肉電気刺激プログラムを実行することで発揮される。
- [0024] 図 5 を参照する。図 5 の縦軸は電圧レベルを示す。EMS 波形群は、左脚 LL に電気刺激を付与する左脚用 EMS 波形群 50L と、右脚 RL に電気刺激を付与する右脚用 EMS 波形群 50R とを含む。以下、左脚用 EMS 波形群 50L、右脚用 EMS 波形群 50R に共通する構成を説明するときはこれらを総称した「EMS 波形群 50」という用語を用いて説明する。EMS 波形群 50 は、一歩分の歩行動作に相当する電気刺激を付与するためのもので

ある。

- [0025] 装置記憶部46は、EMS波形群50に関するパラメータ（後述する期間Ta1、Ta2、Tb、周期Tf、周期Tg、パルス出力時間Ti1等）を格納する波形情報を記憶している。波形情報は、テーブル等の形式で記憶される。動作制御部48は、装置記憶部46に記憶された波形情報を読み出し、その読み出した波形情報に基づいて信号印加部42を制御することで、種々の波形を持つEMS波形群50L、50Rを生成可能である。
- [0026] 動作制御部48は、信号印加部42を用いて、左脚用EMS波形群50Lと右脚用EMS波形群50Rとを交互に電極群16に印加する交互刺激モードを実行可能である。交互刺激モードを実行することで、左脚用EMS波形群50Lを持つ刺激電流と右脚用EMS波形群50Rを持つ刺激電流とが電極群16から交互に出力される。
- [0027] 図3（A）は、左脚用EMS波形群50Lを持つ刺激電流を電極群16から出力している状態を示し、図3（B）は、右脚用EMS波形群50Rを持つ刺激電流を電極群16から出力している状態を示す。図3（A）、図3（B）では、刺激電流の通電方向に矢印Daを付す。
- [0028] 電極群16によって両脚用通電経路36を形成する場合、動作制御部48は、印加するEMS波形群50L、50Rに応じて印加先の電極32L、32Rの極性を異ならせることで、左脚LLと右脚RLの何れかにのみ知覚できるレベルの電気刺激を付与可能である。以下、詳述する。
- [0029] 電気刺激の強度は、EMS波形群50L、50Rを持つ刺激電流の入力箇所において最も強くなり、そこから離れるにつれて急激に弱くなる。よって、左脚LLに電気刺激を付与する場合、刺激電流の入力箇所が左側電極32Lとなるようにする必要がある。このため、動作制御部48は、印加先となる左側電極32Lを正極性、右側電極32Rを負極性とするように左脚用EMS波形群50Lを印加する。これにより、両脚用通電経路36において左側電極32Lから右側電極32Rに向かって左脚用EMS波形群50Lを持つ刺激電流が通電される（図3（A）参照）。この結果、左側電極32Lに

近い左脚ＬＬに知覚できるレベルの電気刺激を付与でき、右脚ＲＬには知覚できるレベルの電気刺激を付与せずに済む。本実施形態では、左側電極３２Ｌは左足置き部２０Ｌを構成していることから、左側電極３２Ｌの当たる左脚ＬＬの足裏に知覚できるレベルの電気刺激が付与される。

[0030] 右脚ＲＬに電気刺激を付与する場合、刺激電流の入力箇所が右側電極３２Ｒとなるようにする必要がある。このため、動作制御部４８は、印加先となる右側電極３２Ｒを正極性、左側電極３２Ｌを負極性とするように右脚用ＥＭＳ波形群５０Ｒを印加する。これにより、両脚用通電経路３６において右側電極３２Ｒから左側電極３２Ｌに向かって右脚用ＥＭＳ波形群５０Ｒを持つ刺激電流が通電される（図３（Ｂ）参照）。この結果、右側電極３２Ｒに近い右脚ＲＬに知覚できるレベルの電気刺激を付与でき、左脚ＬＬには知覚できるレベルの電気刺激を付与せずに済む。本実施形態では、右側電極３２Ｒは右足置き部２０Ｒを構成していることから、右側電極３２Ｒの当たる右脚ＲＬの足裏に知覚できるレベルの電気刺激が付与される。

[0031] 本実施形態の動作制御部４８は、刺激付与期間Ｔａ１において、左脚用ＥＭＳ波形群５０Ｌと右脚用ＥＭＳ波形群５０Ｒとのそれぞれを印加する。本実施形態の刺激付与期間Ｔａ１は、連続する複数のブロック期間Ｔｂからなる。図では、連続する三つのブロック期間Ｔｂからなる刺激付与期間Ｔａ１を示す。動作制御部４８は、印加電圧をゼロとする刺激休止期間Ｔａ２を挟んで、左脚用ＥＭＳ波形群５０Ｌと右脚用ＥＭＳ波形群５０Ｒとを交互に印加する。

[0032] 刺激付与期間Ｔａ１と刺激休止期間Ｔａ２の時間長を変えることで歩行ペースを調整できる。例えば、刺激付与期間Ｔａ１及び刺激休止期間Ｔａ２の時間長を長くするほど、ゆっくりした歩行ペースの歩行動作を再現できる。これに対して、これらの時間長を短くするほど、速やかな歩行ペースの歩行動作を再現できる。なお、左脚用ＥＭＳ波形群５０Ｌと右脚用ＥＭＳ波形群５０Ｒとを交互に印加するうえで、それらの刺激付与期間Ｔａ１の間において刺激休止期間Ｔａ２を挟むことは必須ではない。

- [0033] 図6を参照する。図6は、図5の一つのブロック期間 T_b におけるEMS波形群50の一部を示す。EMS波形群50は、電極群16に繰り返し印加される複数のパルス波形群52によって構成される。EMS波形群50は、繰り返し印加される複数のパルス波形群52を含むことになる。
- [0034] 図7を参照する。図7は、図6のパルス波形群52の一部を示す。パルス波形群52の印加期間 T_c は、パルス列54を継続的に印加するパルス継続期間 T_{d1} と、パルス列54の印加を休止するパルス休止期間 T_{d2} とからなる。パルス列54は、所定のパルス周期 T_e 毎に印加される所定のパルス数を持つ同極性の複数のパルス信号56からなる。パルス信号56のパルス電圧（電圧レベル）は、装置操作部26A、26Bに対する入力操作によって設定された大きさとなる。
- [0035] パルス継続期間 T_{d1} 及びパルス周期 T_e は非常に短い期間が設定される。パルス継続期間 T_{d1} に出力されたパルス列54は、一つの電気刺激として認識される。パルス休止期間 T_{d2} の時間長は、電気刺激によるユーザの痛みを軽減するため、パルス継続期間 T_{d1} の時間長よりも長くなる。図7では、パルス継続期間 T_{d1} が2.1ms、パルス休止期間 T_{d2} が14.7ms、パルス周期 T_e が700 μ sであり、パルス数が3である例を示す。
- [0036] 図6を参照する。複数のパルス波形群52は、第1周期 T_f 毎に間欠的に印加される第1パルス波形群52Aと、第1周期 T_f における第1パルス波形群52Aの印加期間 T_c 外に印加される第2パルス波形群52Bとを含む。ここでの第1パルス波形群52Aの印加期間 T_c 外とは、第1周期 T_f から第1パルス波形群の印加期間 T_c を除いた期間 T_h をいう。図6では、第1周期 T_f 内に一つの第1パルス波形群52Aと二つの第2パルス波形群52Bとが含まれる例を示す。第1パルス波形群52Aと第2パルス波形群52Bとで印加期間 T_c 、パルス継続期間 T_{d1} 、パルス休止期間 T_{d2} 、パルス周期 T_e は共通の時間長となる。
- [0037] 本実施形態のパルス波形群52は、同一の第1周期 T_f 内において第1周

期 T_f より短い第2周期 T_g 毎に繰り返し印加される。第1周期 T_f における一つの第2周期 T_g の部分が第1パルス波形群52Aの印加期間 T_c となり、第1周期における残りの第2周期 T_g の部分が第2パルス波形群52Bの印加期間 T_c となる。第2周期 T_g は、第1周期 T_f 内における第2パルス波形群52Bの数を N としたとき、第1周期 T_f を $N + 1$ で等分割した時間長となる。

[0038] 第1パルス波形群52Aは、主に、筋肉に対して不完全強縮を促すために用いられる。この目的との関係から、第1周期 T_f は、筋肉に対して不完全強縮を促すことのできる $15\text{ Hz} \sim 25\text{ Hz}$ の周波数に対応して $40\text{ ms} \sim 66\text{ ms}$ の範囲に設定される。図6では、第1周期 T_f は 50.00 ms であり、第2周期 T_g は、 $16.66\text{ ms} (= 50.00 / (2 + 1))$ である例を示す。第1周期 T_f に対応する周波数は、好ましくは、 $18\text{ Hz} \sim 23\text{ Hz}$ であり、より好ましくは $19\text{ Hz} \sim 21\text{ Hz}$ である。

[0039] 第1パルス波形群52Aのみを第1周期 T_f 毎に印加した場合、ユーザには断続的に波打つような電気刺激が付与される。このような断続的な電気刺激を脚に付与した場合、地面を踏み続ける体感を再現できなくなる。この対策として、動作制御部48は、連続する第1パルス波形群52Aの間に第2パルス波形群52Bを印加している。これにより、第1パルス波形群52Aのみを第1周期 T_f 毎に印加する場合と比べ、ユーザに連続的な電気刺激を付与できる。このようなパルス波形群52を脚に付与した場合、地面を踏み続ける体感を再現することが可能となる。

[0040] 以上の第1パルス波形群52Aのパルス波形と第2パルス波形群52Bのパルス波形を変えることで、ユーザに付与できる体感を様々に変えることができる。ここでの「パルス波形」とは、パルス列54におけるパルス信号56の波形をいう。

[0041] 例えば、第1パルス波形群52Aの各パルス信号56のパルス出力時間 T_{i1} (図7参照) を第2パルス波形群52Bの各パルス信号56のパルス出力時間 T_{i1} よりも長くすることで、第1パルス波形群52Aによって付与

される体感を強くできる。これは、第2パルス波形群52Bのパルス信号56のデューティ比（パルス周期 T_e に対するパルス出力時間 T_{i1} の比）よりも第1パルス波形群52Aのパルス信号56のデューティ比を大きくすることと同義である。15Hz～25Hzの周波数の第1パルス波形群52Aによる体感を強くすることで、より筋肉に不完全強縮を促し易くなる。よって、ユーザに連続的な電気刺激を受ける体感を付与しつつも、筋肉の疲労を促し易くなる。このようなパルス波形群52を脚に付与した場合、地面を踏み続ける体感を付与しつつ、筋肉の疲労を促し易くなることになる。このような効果との関係で、刺激付与期間 T_a1 が複数のブロック期間 T_b を含む場合、少なくとも一つのブロック期間 T_b において、このパルス出力時間 T_{i1} に関する条件を満たしていればよい。

[0042] これに対して、第2パルス波形群52Bのパルス出力時間 T_{i1} に対して第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} を短くするほど、第1パルス波形群52Aによって付与される体感を弱くできる。第2パルス波形群52Bと第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} が同じとなる場合、25Hz超の周波数毎にパルス波形群52を印加している状態となる。15Hz～25Hzの周波数の第1パルス波形群52Aによる体感を弱くすることで、筋肉への疲労を軽減できる。よって、ユーザに連続的な電気刺激を受ける体感を付与しつつ、筋肉の疲労を適度に抑えることができる。このようなパルス波形群52を脚に付与した場合、地面を踏み続ける体感を付与しつつ、筋肉の疲労を適度に抑えることができることになる。

[0043] ここまで説明した効果は、第1パルス波形群52Aのパルス信号56のパルス電圧（電圧レベル）を第2パルス波形群52Bのパルス信号56のパルス電圧よりも高くした場合も同様に得られる。また、ここまで説明した効果を得るうえで、第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} を第2パルス波形群52Bのパルス出力時間 T_{i1} よりも長くし、かつ、第1パルス波形群52Aのパルス電圧を第2パルス波形群52Bのパルス電圧より高くしてもよい。

[0044] 図5を参照する。複数のブロック期間 T_b のそれぞれは、ブロック期間 T_b において印加されるパルス波形群52のパルス波形又はブロック期間 T_b の時間長の少なくとも一方において異なっている。例えば、後続するブロック期間 T_b になるにつれて、第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} を徐々に大きくした場合、ユーザに付与される電気刺激の強さを徐々に大きくすることができる。これに対して、後続するブロック期間 T_b になるにつれて、第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} を徐々に小さくした場合、ユーザに付与される電気刺激の強さを徐々に小さくできる。また、各ブロック期間 T_b の時間長を増減させることで、各ブロック期間 T_b に応じた体感の長さも増減させることができる。これにより、以下に説明するように、ユーザに付与される電気刺激の強弱を段階的に変化させることができ、ユーザに付与される体感の多様化を実現できる。いずれのブロック期間 T_b においても、各パルス波形群52の第1周期 T_f 、第2周期 T_g は共通の時間長となる。

[0045] 次に、以上の交互刺激モードを用いた種々の動作モードを説明する。動作制御部48は、予め定められたスタート条件を満たしたとき、以下の動作モードの実行を開始する。スタート条件は、例えば、電気刺激装置10及びリモコン14に対する所定の入力操作を受けることである。動作制御部48は、以下に説明する少なくとも動作モードを個別に実行してもよいし、それぞれの動作モードをシーケンスで実行してもよい。

[0046] [表1]

モード	時間長 (ms)	第1ブロック期間				第2ブロック期間				第3ブロック期間				第4ブロック期間				第5ブロック期間				両足付着時間 T_{act} (ms)	刺激終了時間 T_{end} (ms)
		第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)	第1パルス 出力時間 (ms)	第2パルス 出力時間 (ms)		
ゆっくり歩きモード	400	500	200	200	200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	500	500
歩きモード	150	500	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	500	500
早歩きモード	100	500	200	200	200	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	500	500
第1足踏みモード	90	500	200	200	200	90	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	500	500
第2足踏みモード	80	500	200	200	200	80	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	500	500
第3足踏みモード	70	500	200	200	200	70	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	500	500
ランニングモード	100	500	200	200	200	100	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	500	500
ジョギングモード	200	500	200	200	200	150	200	200	200	150	200	200	200	150	200	200	200	150	200	200	200	500	500
ランニングモード	150	500	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	500	500

[0047] 表1は、交互刺激モードを用いた様々な動作モードの時間テーブルを示す。表1の T_{i2} は、パルス周期 T_e におけるパルスオフ期間である（図7も参照）。歩きモードは、通常の歩行動作を再現するモードである。ここでは、歩きモードとして、ゆっくり歩きモードと、歩きモードと、早歩きモード

とを示す。各歩きモードでは、刺激付与期間 T_{a1} 及び刺激休止期間 T_{a2} の長さを変えることで、体感として付与される歩行ペースを変えている。例えば、ゆっくり歩きモード、歩きモード、早歩きモードの順で刺激付与期間 T_{a1} 及び刺激休止期間 T_{a2} の合計時間が徐々に短くなっている。これは、ゆっくり歩きモード、歩きモード、早歩きモードの順で体感として付与される歩行ペースが速くなっていることを示す。また、各歩きモードでは、第1ブロック期間 T_b 、第2ブロック期間 T_b の順で、第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} を小さくして、段階的に電気刺激を弱めている。これは、歩行動作において接地面積の増加に伴い足に付与される刺激が弱くなる動作を再現している。

[0048] 足踏みモードは、足踏みを再現するモードである。ここでは、足踏みモードとして、第1足踏みモード、第2足踏みモード、第3足踏みモードを示す。各足踏みモードでは、リズムカルに軽い足取りで足踏みしている体感を付与するため、歩きモードよりも刺激付与期間 T_{a1} が短くなっている。各足踏みモードでは、刺激付与期間 T_{a1} 及び刺激休止期間 T_{a2} の合計時間を変えることで、体感として付与される足踏みペースを変えている。例えば、第1足踏みモード、第2足踏みモード、第3足踏みモードの順で、刺激付与期間 T_{a1} 及び刺激休止期間 T_{a2} の合計時間が徐々に短くなっている。これは、第1足踏みモード、第2足踏みモード、第3足踏みモードの順で、体感として付与される足踏みペースが速くなっていることを示す。

[0049] 上りモードは、階段を上がるときの歩行動作を再現するモードである。上りモードは、刺激付与期間 T_{a1} が三つのブロック期間 T_b からなる。上りモードでは、第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} に関して、第1ブロック期間 T_b 、第2ブロック期間 T_b 、第3ブロック期間 T_b の順で大きくしている。これは、上りモードにおいて、体感として付与される電気刺激が徐々に強くなっていることを意味する。これは、階段を上がるときに、片足が着地した時点では両足に体重がかかるために片足にかかる刺激が弱く、残りの足を地面に対して蹴り上げるときに、全体重が片足にかかるため

に刺激が強くなっている状態を再現している。

[0050] 下りモードは、階段を下がるときの歩行動作を再現するモードである。下りモードは、刺激付与期間 T_{a1} が三つのブロック期間 T_b からなる。下りモードでは、第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} に関して、第1ブロック期間 T_b 、第2ブロック期間 T_b 、第3ブロック期間 T_b の順で小さくしている。これは、下りモードにおいて、体感として付与される電気刺激が徐々に弱くなっていることを意味する。これは、階段を下がるときに、片足が着地した時点では体重がのった状態で勢いよく着地するため刺激が強く、少し経過すると足全体に荷重が分散するので刺激が弱くなることを再現している。

[0051] 牛歩モードは、ゆっくり力強い歩行動作を再現するモードである。牛歩モードの刺激付与期間 T_{a1} は五つのブロック期間 T_b からなる。牛歩モードでは、第1パルス波形群52Aのパルス出力時間 T_{i1} に関して、第1ブロック期間 T_b ～第4ブロック期間 T_b にかけて徐々に大きくし、第5ブロック期間 T_b において小さくしている。また、牛歩モードでは、歩きモードよりも刺激付与期間 T_{a1} を長くしている。これは、牛歩モードにおいて、体感として付与される電気刺激がゆっくり徐々に大きくなった後に、一気に弱くなっていることを意味する。これは、徐々に地面を踏み込む力を強くしつつ、最後は足をゆっくり地面から離す動作を再現している。

[0052] [表2]

時間	第1ブロック期間										第2ブロック期間										第3ブロック期間										刺激付与期間 Ta1 (ms)	刺激休止期間 Ta2 (ms)
	時間長 (ms)	第1パルス 波形群				第2パルス 波形群				時間長 (ms)	第1パルス 波形群				第2パルス 波形群				時間長 (ms)	第1パルス 波形群				第2パルス 波形群								
		Ti1 (μs)	Ti2 (μs)	Ti1 (μs)	Ti2 (μs)	Ti1 (μs)	Ti2 (μs)	Ti1 (μs)	Ti2 (μs)		Ti1 (μs)	Ti2 (μs)	Ti1 (μs)	Ti2 (μs)	Ti1 (μs)	Ti2 (μs)	Ti1 (μs)	Ti2 (μs)														
スキップ1歩目(第1EMS波形群)	150	600	100	200	500	100	500	200	200	500	150	200	500	100	600	400	300															
スキップ2歩目(第2EMS波形群)	150	600	100	200	500	100	500	200	200	500	150	200	500	100	600	400	50															

[0053] 図8も参照する。スキップモードは、スキップ動作を再現するモードである。ステップモードでは、断続的な複数の左脚用EMS波形群50Lと、断続的な複数の右脚用EMS波形群50Rとを交互に電極群16に印加する。左右両脚用の複数のEMS波形群50L、50Rは、一歩目の歩行動作に相当する第1EMS波形群50Aと、一歩目の歩行動作と同じ足による二歩目の歩行動作に相当する第2EMS波形群50Bとを含む。表2は、スキップ

モードで印加される第1 EMS 波形群50Aと第2 EMS 波形群50Bの時間テーブルを示す。第1 EMS 波形群50Aと第2 EMS 波形群50Bの間には、印加電圧をゼロとする刺激休止期間Ta2が挟まれる。これにより、同じ脚に対して断続的な電気刺激が繰り返し付与され、同じ脚により連続的に跳ねる動作を両脚で繰り返すスキップ動作を再現することができる。

[0054] 以上の工夫点による効果を説明する。

[0055] 複数のパルス波形群52は、15Hz～25Hzの周波数に対応する第1周期Tf毎に間欠的に印加される第1パルス波形群52Aと、第1周期Tfにおける第1パルス波形群52Aの印加期間外に印加される第2パルス波形群52Bとを含む。よって、第1パルス波形群52Aと第2パルス波形群52Bのパルス波形を変えることで、前述の通り、ユーザに付与できる体感を容易に異ならせることができる。ひいては、ユーザに付与できる体感の多様化を図ることができる。

[0056] 15Hz～25Hzの第1パルス波形群52Aのパルス信号は、第2パルス波形群52Bのパルス信号56より大きいパルス出力時間Ti1又はパルス電圧を持つ。これにより、15Hz～25Hzの第1パルス波形群52Aのみを印加する場合と比べ、ユーザに与える負荷を適度に小さくすることができる。これは、以下に説明するように、本願発明者が行った実験的な検討によって得られた知見である。よって、ユーザにとって飽き難い体感を付与することで、電気刺激装置10の継続使用を促しつつも、ユーザに適度な疲労感を与えることができるようになる。ひいては、15Hz～25Hzの周波数の第1パルス波形群52Aのみを出力する場合と比べ、筋肉量の維持に適した体感を付与することができる。

[0057] 電気刺激装置10は、信号印加部42を制御することで、左脚用EMS波形群50Lと右脚用EMS波形群50Rとを交互に電極群16に印加する動作制御部48を備える。これにより、電極群16から左脚用EMS波形群50Lと右脚用EMS波形群50Rとが交互に出力されることで、ユーザに歩いているかのような今までにない体感を付与することができる。つまり、ユ

ーザにとって飽き難い体感を付与することができる。ひいては、電気刺激装置 10 の継続使用を促し易くなる。

[0058] 次に、以上の交互刺激モードによる効果を確認するために行った試験を説明する。

[0059] 計 12 名の被験者を対象として、前述の電気刺激装置 10 を用いて、次に説明するウォーキングモードを単発的に利用してもらうこととした。被験者の内訳は、男性 6 名、女性 6 名であり、年齢は 68.58 ± 3.53 歳の範囲である。電気刺激装置 10 の電圧レベル（パルス電圧）は、被験者が耐え得る最大レベルに設定してもらった。

[0060] ウォーキングモードとは、足踏みモード（3 分）→休止モード（30 秒）→牛歩モード（3 分）→歩きモード（3 分）→休止モード（30 秒）→上りモード（3 分）→下りモード（3 分）→スキップモード（3 分）→休止モード（1 分）の順で実行する計 20 分のモードをいう。ここでの足踏みモードは、前述の第 1 足踏みモード（1 分）→第 2 足踏みモード（1 分）→第 3 足踏みモード（1 分）の順で実行した。休止モードは、EMS 波形群の印加を休止するモードである。

[0061] これに併せて、同様の被験者を対象として、前述の電気刺激装置 10 を用いて、次に説明するトレーニングモードを利用してもらうこととした。このトレーニングモードは、不完全強縮を促すのに適した周波数（= 20 Hz）のパルス波形群を計 23 分出力するモードである。

[0062] 電気刺激装置 10 を用いた被験者の筋疲労を評価するため、次に説明する筋疲労測定を行うこととした。筋疲労測定では、簡易筋力測定器（アニマ社製 ミュータス F-1）を用いて被験者の筋力を測定した。この筋疲労測定では、電気刺激装置 10 の使用直前の筋力と、電気刺激装置 10 の使用直後の筋力とを測定した。電気刺激装置 10 の使用直後の筋力に関しては、ウォーキングモードの使用直後の筋力と、トレーニングモードの使用直後の筋力とを個別に測定した。

[0063] 図 9 を参照する。ここでは、電気刺激装置 10 の使用直前の筋力を 100

として、その使用前の筋力に対する使用直後の筋力の割合を示す。ウォーキングモードを使用した場合、ウォーキングモードの使用前と比較して、平均して筋力が10%程度低下するという結果を得た。また、ウォーキングモードを使用した場合、トレーニングモードを使用する場合と比べ、筋力の低下する度合いが小さくなることを把握できる。これは、ウォーキングモードを使用した場合、筋肥大を目的とするトレーニングモードを使用する場合と比べ、運動の負荷が軽く、筋肉量の維持に適したモードであることの裏付けとなる。

- [0064] 次に、計6名の被験者を対象として、前述の電気刺激装置10を用いて、前述したウォーキングモードを継続的に利用してもらうこととした。被験者の内訳は、男性3名、女性3名であり、年齢は 69.83 ± 2.71 歳の範囲である。電気刺激装置10の電圧レベル（パルス電圧）は、被験者が耐え得る最大レベルに設定してもらった。被験者には、合計4週間を試験期間として、その試験期間の間、毎日1回計20分、ウォーキングモードを利用してもらうこととした。
- [0065] 被験者の腓腹筋筋力を評価するため、次に説明する腓腹筋筋力測定を行うこととした。腓腹筋筋力測定では、簡易筋力測定器（アニマ社製 ミュータスF-1）を用いて被験者の筋力を測定した。この筋疲労測定では、試験期間直前の筋力と、試験期間直後の筋力とを測定した。
- [0066] また、被験者の歩行速度を評価するため、次に説明する歩行速度測定を行うこととした。歩行速度測定では、普通歩行速度で5mの歩行に要する時間と、最大歩行速度で5mの歩行に要する時間とをストップウォッチを用いて測定した。普通歩行速度とは、被験者が普段に歩いている歩行速度であり、最大歩行速度とは、被験者が走らない程度にできるだけ速く歩く速度をいう。
- [0067] また、被験者の2ステップの歩幅を評価するため、次に説明する2ステップテストを行うこととした。2ステップテストでは、被験者に2歩分歩いてもらったときの歩幅をメジャーを用いて測定した。

- [0068] 図10を参照する。ここでは、試験期間直前の筋力を100として、その試験期間直前の筋力に対する試験期間直後の筋力の割合を示す。ウォーキングモードを継続的に使用した場合、試験期間直前と比較して、平均して筋力が4.7%増加するという結果を得た。
- [0069] 図11を参照する。ウォーキングモードを継続的に使用した場合、試験期間直前と比較して、平均して、普通歩行速度で約0.31秒速度が上がった。また、試験期間直前と比較して、平均して、最大歩行速度で0.19秒速度が上がり、有意差($p < 0.05$)があった。
- [0070] 図12を参照する。ウォーキングモードを継続的に使用した場合、試験期間直前と比較して、平均して、約11.16cm歩幅が増え、有意差($p < 0.05$)があった。いずれの試験結果についても、ウォーキングモードを利用することで、ユーザに与える運動の負荷を適度に小さくできることの裏付けとなる。
- [0071] 次に、電気刺激システム12の他の工夫点を説明する。
- [0072] 複数のユーザが個別の電気刺激装置10を同時に使用する場面を想定する。これは、例えば、ジム、老人ホーム、リハビリ室等で実現し得る。この場合、あるユーザのリモコン14によって、他のユーザの電気刺激装置10を誤って操作する恐れがある。
- [0073] この対策として、予め設定したバージョンのコマンドデータを電気刺激装置10が受信したときだけ、そのコマンドデータに基づいて電気刺激装置10を動作させる方針が考えられる。この場合、リモコン14において、複数種類のバージョンの中から出力すべきコマンドデータのバージョンを設定する必要がある。同様に、電気刺激装置10において、複数種類のバージョンの中から受信すべきコマンドデータのバージョンを設定する必要もある。よって、リモコン14と電気刺激装置10の双方で利用するバージョンを設定する手間が必要となる。
- [0074] また、コマンドデータのバージョンは、通常、リモコン14や電気刺激装置10に備え付けたスライドスイッチのスライドや、複数のボタンの同時押

し等の切り替え操作によって切り替えられる。このような切り替え操作によって切り替えることができるバージョン数は、せいぜい２、３種類程度である。よって、より多くのユーザが電気刺激装置１０を同時に使用する場面での使用に適したものではない。

[0075] 以下、このような複数のユーザが電気刺激装置１０を同時に使用する場面における誤操作の発生を防止するための工夫点を説明する。

[0076] 図１３を参照する。リモコン１４は、リモコン電源８０と、ユーザによる入力操作を受ける複数のリモコン操作部８２Ａ～８２Ｅと、リモコン１４を制御するリモコン制御部８４と、赤外線等を用いて送信信号を送信可能な送信部８６と、リモコン記憶部８８と、を備える。

[0077] リモコン電源８０は、リモコン１４の筐体に収納される。リモコン電源８０は、一次電池、二次電池等である。リモコン電源８０は、リモコン制御部８４、送信部８６等に電力を供給する。

[0078] 複数のリモコン操作部８２Ａ～８２Ｅは、電源をオンオフするための電源操作部８２Ａと、モードを選択するためのメニュー操作部８２Ｂと、設定レベルを変更するためのレベル操作部８２Ｃ、８２Ｄと、電気刺激装置１０の動作を一時停止又は再生するための切替操作部８２Ｅと、を含む。レベル操作部８２Ｃ、８２Ｄは、設定レベルを上げるための第１レベル操作部８２Ｃと、設定レベルを下げるための第２レベル操作部８２Ｄとを含む。

[0079] リモコン記憶部８８は、リモコン１４に固有の識別情報を記憶する。識別情報は、シリアルコード等である。識別情報は、例えば、リモコン１４に組み込まれた乱数生成器によって生成された乱数によって構成される。乱数生成器は、所定のビット数（例えば、１６ビット）の乱数を生成する。この他にも、識別情報は、リモコン操作部に対する入力操作を通じてリモコン記憶部８８に書き込まれてもよい。

[0080] リモコン制御部８４は、リモコン操作部８２Ａ～８２Ｅに対する入力操作に応じたコマンドデータを生成する。コマンドデータは、電気刺激装置１０の動作を指示するためのものである。リモコン制御部８４は、生成したコマ

ンドデータを含む送信信号を送信部 86 を通して電気刺激装置 10 に送信する。

[0081] 図 4 を参照する。電気刺激装置 10 は、リモコン 14 の送信部 86 から送信された送信信号を受信する受信部 92 を備える。受信部 92 は、本体 18 に設けられた受信窓 94（図 1 参照）を透過した送信信号を受信する。

[0082] 電気刺激装置 10 の装置制御部 44 は、電気刺激装置 10 との間でペアリングされるリモコン 14 の識別情報を装置記憶部 46 に登録する登録部 96 を備える。登録部 96 は、所定の登録処理開始条件を満たすと、リモコン 14 を登録する登録処理（ペアリング処理）を実行する。登録処理開始条件は、電気刺激装置 10 の装置操作部 26A、26B 及びリモコン 14 のリモコン操作部 82A～82E に対して所定の入力操作をすることである。リモコン 14 に対する入力操作は、例えば、リモコン 14 の電源操作部 82A 及びメニュー操作部 82B を同時押しすること、つまり、複数のリモコン操作部 82A～82E を同時に入力操作することである。これにより、リモコン 14 の使用中に登録処理を誤って実行する事態を防止できる。また、電気刺激装置 10 に対する入力操作は、例えば、電気刺激装置 10 のレベル操作部 26A を押すことである。

[0083] リモコン 14 に対して登録処理のための入力操作をすると、リモコン 14 のリモコン制御部 84 は、登録処理のための処理コードを生成のうえ送信部 86 から送信する。処理コードには、リモコン 14 のリモコン記憶部 88 に記憶されているリモコン 14 に固有の識別情報が付加される。電気刺激装置 10 に対する登録処理のための入力操作をした状態のもと、電気刺激装置 10 の受信部 92 によってリモコン 14 から送信される処理コードを受信した場合、登録部 96 は、処理コードに付加されている識別情報をリモコン 14 に固有の識別情報として装置記憶部 46 に登録する。これにより、登録処理が終了する。

[0084] リモコン 14 のリモコン制御部 84 は、コマンドデータを含む送信信号を送信するとき、リモコン記憶部 88 に記憶される識別情報をコマンドデータ

に付加する。コマンドデータは所定のフォーマットに従って定められ、そのフォーマット内の所定の位置に識別情報は格納される。電気刺激装置 10 の動作制御部 48 は、装置記憶部 46 において登録済みのリモコン 14 に対応する識別情報が付加されたコマンドデータを受信したときのみ、そのコマンドデータに応じた動作を実行する。これにより、複数のユーザが電気刺激装置 10 を同時に使用する場面においても、電気刺激装置 10 に登録されたりリモコン 14 から送信されるコマンドデータを受信したときのみ、そのコマンドデータに応じた動作を実行できる。ひいては、複数のユーザが電気刺激装置 10 を同時に使用する場面において、他のユーザの電気刺激装置を誤操作する事態の発生を防止できる。

[0085] なお、電気刺激装置 10 に所定の動作をリピートさせるためのリピートコマンドを送信する場合を考える。この場合、リモコン 14 のリモコン制御部 84 は、リモコン記憶部 88 に記憶される識別情報を付加したリピートコマンドを送信してもよい。この他に、所定の動作をリピートするうえでは、リピートコマンドを用いないこととしてもよい。この場合、リピートしようとする動作に対応するコマンドに識別情報を付加して、その識別情報を付加したコマンドを繰り返し送信してもよい。

[0086] 次に、電気刺激装置 10 の他の工夫点を説明する。

[0087] 装置電源 40 として商用電源を用いる場合、電力を常時供給することが可能であるため、電気刺激装置 10 の受信部 92 を常時受信できる状態に維持することが一般である。これに対して、装置電源 40 として電池を用いる場合、電気刺激装置 10 の受信部 92 を常時受信できる状態に維持すると、電気刺激装置 10 の未使用時に電池を大きく消費させてしまう。これに伴い、電気刺激装置 10 の実使用可能時間を短くしてしまうという問題がある。

[0088] 以下、これを踏まえた、電気刺激装置 10 における電力の消費を抑えるための工夫点を説明する。

[0089] 電気刺激装置 10 の装置制御部 44 は、受信部 92 に供給される電流を制御する電流制御部 98 を備える。電流制御部 98 は、受信部 92 を受信可能

な待ち受け状態に間欠的に維持する間欠受信モードと、受信部 9 2 を受信可能な待ち受け状態に常時維持する常時受信モードとを受信部 9 2 に実行させることができる。電流制御部 9 8 は、受信部 9 2 に所定の設定値の電流を間欠的に供給することで間欠受信モードを受信部 9 2 に実行させることができる。また、電流制御部 9 8 は、受信部 9 2 に所定の設定値の電流を常時供給することで常時受信モードを受信部 9 2 に実行させることができる。

[0090] 電流制御部 9 8 は、間欠受信モードにあるとき、所定の間欠周期（例えば、200ms）毎に所定の受信期間（例えば、2ms）の間だけ、受信部 9 2 に設定値の電流を間欠的に供給する。電流制御部 9 8 は、間欠受信モードにあるとき、受信期間外において、受信部 9 2 に供給される電流の大きさを設定値よりも小さい制限値以下に制限することで、電力の消費を抑える。

[0091] 電流制御部 9 8 は、間欠受信モードにおいて、受信部 9 2 によって送信信号を受信したとき、受信部 9 2 によって受信できる受信期間を延長する。電流制御部 9 8 は、この延長した受信期間において、リモコン 1 4 から所定のコマンドを含む送信信号を受信したとき、間欠受信モードから常時受信モードに移行する。この所定のコマンドとは、例えば、電気刺激装置 1 0 の装置電源 4 0 をオンにするためのパワーオンコマンドである。これに対して、電流制御部 9 8 は、この延長した受信期間において、それ以外の送信信号を受信したとき、受信部 9 2 に供給される電流を制限値以下に制限し、間欠受信モードを継続する。

[0092] 電流制御部 9 8 は、常時受信モードにあるとき、所定の終了条件（例えば、送信信号の受信を終了してから所定時間が経過すること）を満たした場合、常時受信モードから間欠受信モードに移行する。

[0093] 以上のように、電流制御部 9 8 は、間欠受信モードを実行することで、受信部 9 2 を常時受信モードに維持する場合と比べ、受信部 9 2 による電力の消費を抑えることができる。

[0094] なお、リモコン 1 4 の送信部 8 6 は、パワーオンコマンドを含む送信信号を送信するとき、所定の送信期間と送信インターバル期間が交互に現れるよ

うに、所定の繰り返し数（例えば、6）の分だけ送信信号を繰り返し送信する。電流制御部98は、パワーオンコマンドを含む送信信号を連続受信した場合、二回目以降の送信信号を無視してもよい。ここでの連続受信とは、前回に受信した送信信号と新たに受信した送信信号との間のインターバル期間が、前述の送信インターバル期間 $\pm\alpha$ であるときをいう。

[0095] 各構成要素の他の変形形態を説明する。

[0096] 電極群16は、少なくとも左脚用通電経路34L及び右脚用通電経路34Rを形成することで、ユーザの両脚LL、RLに電気刺激を付与することができればよく、その具体例は特に限定されない。電極群16の右側電極32R及び左側電極32Lは、例えば、足置き部20L、20Rを有する本体18とは別体のベルト等の取付具に設けられていてもよい。この他にも、左脚LL用の取付具と本体18とに個別に左側電極32Lを設け、右脚RL用の取付具と本体18とに個別に右側電極32Rを設けてもよい。

[0097] 電極群16は、左脚用通電経路34Lと右脚用通電経路34Rを含む両脚用通電経路36を形成できる例を説明した。この他にも、電極群16は、個別に分離した左脚用通電経路34Lと右脚用通電経路34Rを形成してもよい。これは、複数の左側電極32Lによって左脚用通電経路34Lを形成し、複数の右側電極32Rによって右脚用通電経路34Rを形成する場合を想定している。詳しくは、前述した左右の取付具と本体18とに左側電極32L、右側電極32Rを設ける場合である。

[0098] このような分離した左脚用通電経路34Lと右脚用通電経路34Rを形成する場合、動作制御部48は、左脚LLと右脚RLの何れかにのみ知覚できるレベルの電気刺激を付与するため、印加するEMS波形群50L、50Rに応じて、印加先の電極32L、32Rの組み合わせを異ならせてもよい。詳しくは、動作制御部48は、左脚用EMS波形群50Lを印加するとき、左脚用通電経路34Lを形成する複数の左側電極32Lのみを印加先とすればよい。これにより、左脚用通電経路34Lにのみ左脚用EMS波形群50Lを持つ刺激電流が通電され、左脚LLにのみ知覚できるレベルの電気刺激

が付与される。また、動作制御部48は、右脚用EMS波形群50Rを印加するとき、右脚用通電経路34Rを形成する複数の右側電極32Rのみを印加先とすればよい。これにより、右脚用通電経路34Rにのみ右脚用EMS波形群50Rを持つ刺激電流が通電され、右脚RLにのみ知覚できるレベルの電気刺激が付与される。つまり、動作制御部48は、印加するEMS波形群50L、50Rに応じて、印加先の電極32L、32Rの極性及び印加先の電極32L、32Rの組み合わせの何れかを異ならせることで、左脚LLと右脚RLの何れかにのみ知覚できるレベルの電気刺激を付与可能であるといえる。

[0099] EMS波形群50L、50Rの具体的な波形は実施形態の内容に限定されない。例えば、EMS波形群50L、50Rは、第1パルス波形群52A及び第2パルス波形群52Bの一方のみによって構成されてもよい。また、第2パルス波形群52Bは、第1周期 T_f における第1パルス波形群52Aの印加期間 T_c 外（期間 T_h ）に印加されていればよく、第2周期 T_g 毎に出力されることは必須とはならない。例えば、第1パルス波形群52Aの印加期間 T_c と第2パルス波形群52Bの印加期間 T_c との間に休止期間を挟んでもよい。

[0100] EMS波形群50に設けられるブロック期間 T_b の数は特に限定されない。ブロック期間 T_b は単数でもよいし、6つ以上でもよい。

[0101] ここまで、EMS波形群50によって電気刺激を付与する付与対象は脚となる例を説明したが、その具体例は特に限定されない。例えば、電気刺激の付与対象は、脚の他にも、身体の腹部、両腕等でもよい。いずれにしても、電気刺激の付与対象は、身体の一部であればよい。この場合、電極群16は、電気刺激の付与対象（身体の一部）に通電経路を形成できればよく、その具体例は実施形態に限定されない。

[0102] 電気刺激装置10は、リモコン14と組み合わせて用いることを必須とするものではない。電気刺激装置10は、装置操作部26A、26Bに対する入力操作のみによって操作可能でもよいということである。これを実現する

うえで、装置操作部 26 A、26 B に対する操作時間、又は、入力操作の対象となる装置操作部 26 A、26 B の組み合わせ等を変えることによって、リモコン 14 のリモコン操作部 82 A～82 E と同様の入力操作を実現してもよい。例えば、装置操作部 26 A に対して所定の閾値時間以上に亘って押し操作（以下、長押し操作という）することによって、リモコン 14 の電源操作部 82 A と同様の入力操作を実現してもよい。この他にも、例えば、装置操作部 26 B に対して長押し操作することによって、リモコン 14 のメニュー操作部 82 B と同様の入力操作を実現してもよい。この他にも、例えば、複数の装置操作部 26 A、26 B を同時に押し操作することによって、リモコン 14 の切替操作部 82 E と同様の入力操作を実現してもよい。なお、装置操作部 26 A、26 B を所定の閾値時間未満に亘って押し操作（短押し操作）した場合、リモコン 14 のレベル操作部 82 C、82 D と同様の入力操作を実現することになる。

[0103] 装置制御部 44 の各ブロックに対応するモジュールを含むプログラムは、DVD 等の記録媒体に格納され、装置制御部 44 にインストールされてもよい。この他にも、ストレージに格納されたプログラムを、プロセッサ（CPU 等）によって読み出したうえで実行することで、各ブロックの機能を発揮してもよい。

[0104] 以上の実施形態及び変形形態は例示である。これらを抽象化した技術的思想は、実施形態及び変形形態の内容に限定的に解釈されるべきではない。実施形態及び変形形態の内容は、構成要素の変更、追加、削除等の多くの設計変更が可能である。前述の実施形態では、このような設計変更が可能な内容に関して、「実施形態」との表記を付して強調している。しかしながら、そのような表記のない内容でも設計変更が許容される。図面の断面に付したハッチングは、ハッチングを付した対象の材質を限定するものではない。実施形態及び変形形態において言及している数値（例えば、第 1 周期 T_f に対応する周波数）には、誤差を考慮すると同一とみなすことができるものも当然に含まれる。

[0105] 以上の構成要素に関する任意の組み合わせも本開示の態様として有効である。また、装置、コンピュータプログラム、コンピュータプログラムを格納した記録媒体等の間で、本開示の表現を変換したものも、本開示の態様として有効である。

産業上の利用可能性

[0106] 本開示は、ユーザに電気刺激を付与するための電気刺激装置に関する。

符号の説明

[0107] 10…電気刺激装置、16…電極群、42…信号印加部、50、50L、50R…EMS波形群、52A…第1パルス波形群、52B…第2パルス波形群、56…パルス信号。

請求の範囲

- [請求項1] 電気刺激を筋肉に付与するためのプログラムであって、
電極群に電圧信号を印加する信号印加部を備える電気刺激装置のコンピュータに、
前記信号印加部を制御することによって、前記電圧信号として、複数のパルス波形群を繰り返し前記電極群に印加する機能を、
実行させ、
前記複数のパルス波形群は、
15 Hz～25 Hzの周波数に対応する第1周期毎に間欠的に印加される第1パルス波形群と、
前記第1周期における前記第1パルス波形群の印加期間外に印加される第2パルス波形群と、を含む筋肉電気刺激プログラム。
- [請求項2] 前記第1パルス波形群のパルス出力時間は、前記第2パルス波形群のパルス出力時間よりも長い請求項1に記載の筋肉電気刺激プログラム。
- [請求項3] 前記第1パルス波形群のパルス電圧は、前記第2パルス波形群のパルス電圧よりも高い請求項1に記載の筋肉電気刺激プログラム。
- [請求項4] 前記第1パルス波形群のパルス出力時間は、前記第2パルス波形群のパルス出力時間よりも長く、
前記第1パルス波形群のパルス電圧は、前記第2パルス波形群のパルス電圧よりも高い請求項1に記載の筋肉電気刺激プログラム。
- [請求項5] 前記パルス波形群は、同一の前記第1周期内において前記第1周期よりも短い第2周期毎に繰り返し印加され、
前記第1周期における一つの前記第2周期の部分が前記第1パルス波形群の印加期間となる請求項1から4のいずれか1項に記載の筋肉電気刺激プログラム。
- [請求項6] 前記電極群に印加する機能は、前記信号印加部を制御することによって、連続する複数のブロック期間のそれぞれにおいて、前記複数の

パルス波形群を繰り返し前記電極群に印加し、

前記複数のブロック期間のそれぞれは、前記パルス波形群のパルス波形又は前記ブロック期間の時間長の少なくとも一方において異なる請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の筋肉電気刺激プログラム。

[請求項7]

前記電極群に印加する機能は、前記信号印加部を制御することによって、前記電圧信号として、左脚に電気刺激を付与する左脚用 EMS (Electric Muscle Stimulation) 波形群と、右脚に電気刺激を付与する右脚用 EMS 波形群とを交互に前記電極群に印加し、

前記 EMS 波形群は、前記複数のパルス波形群の繰り返しである請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の筋肉電気刺激プログラム。

[請求項8]

ユーザに電気刺激を付与する電極群と、

前記電極群に電圧信号を印加する信号印加部と、

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の筋肉電気刺激プログラムを実行する制御部と、を備える電気刺激装置。