明　細　書

発明の名称 ： 筋肉電気刺激装置

技術分野

[0001]　本発明は、筋肉電気刺激装置に関する。

背景技術

[0002]　従来、筋繊維に電流を流すと筋収縮を起こすことが広く知られている。特に医療・スポーツの分野にて、筋肉増強を目的とした活用がなされている。具体的には、人体に張り付けた電極を介して通電し、電気信号に基づいて筋肉を緊張及び弛緩させる筋肉刺激方法が用いられている。そして、筋肉を収縮させる電気信号として、特に低周波信号が有効とされている。当該電気信号の周波数が高くなるにつれ、筋肉の収縮が行われなくなるためである。

[0003]　しかしながら、電気信号を低周波とした場合には、人の皮膚表面での電気抵抗等の影響により痛みが生じやすい。一方、電気信号を高周波とした場合には、上記電気抵抗等の影響を受けにくく、痛みが生じにくいという性質がある。

[0004]　そして、電気信号を利用して筋肉に刺激を与える筋肉刺激装置として、特許文献１には、電源を内蔵した本体部と、本体部から延設された一対の電極とを備え、一対の電極を人体に張り付けることにより、電気パルスを人体に流して筋刺激を与えるように構成されたものが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：実用新案登録第３１５８３０３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]　しかしながら、特許文献１に開示の構成では、電気パルスによって使用者が皮膚に痛みを感じることがあり、当該筋肉刺激装置を使用したときの体感に改善の余地がある。一方、使用者の痛みを軽減するために、電気パルスの

電圧を小さくしたり、単純に周波数を高めたりするだけでは、筋肉を効率的に刺激することができない。

[0007] 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、使用したときの体感が向上されるとともに、筋肉を効率的に刺激することができる筋肉電気刺激装置を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様は、電気刺激を筋肉に与える筋肉電気刺激装置であって、

上記電気刺激は、矩形波パルス信号が出力停止時間を挟んで複数出力されるパルス群出力期間と、上記出力停止時間よりも長く矩形波パルス信号の出力が中断されるパルス群出力中断期間とからなるバースト波が繰り返し出力されてなり、

上記繰り返される複数のバースト波には、正極性の上記矩形波パルス信号と、負極性の上記矩形波パルス信号とが含まれていることを特徴とする筋肉電気刺激装置にある。

発明の効果

[0009] 上記筋肉電気刺激装置では、電気刺激を形成するバースト波は、パルス群出力期間において矩形波パルス信号が出力停止時間を挟んで複数出力される。そのため、パルス群出力期間において当該矩形波パルス信号が複数に分断された状態となっている。これにより、パルス群出力期間において当該矩形波パルス信号を分断なく連続して出力する場合と比べて、矩形波パルス信号の合計出力時間は同じとしつつ、矩形波パルス信号の一つ一つのパルス幅を小さくすることができる。その結果、上記筋肉電気刺激装置から出力されて筋肉又は筋肉に繋がる神経に流れる電気刺激は維持しつつ、使用者の痛みを軽減することができるため、当該筋肉電気刺激装置の使用における体感を向上させることができる。

[0010] また、上記バースト波におけるパルス群出力期間と同じ期間、パルスを連続出力するパルス出力期間を有するバースト波の場合と比べると、上記バースト波では、パルス群出力期間が出力停止時間を挟んで複数の矩形波パルス

信号が出力されて構成されているが、パルスが出力される期間としては両者とも同じとなる。そのため、出力停止時間を挟んだパルス群出力期間を有するバースト波においても、出力停止時間を挟まないパルス出力期間を有するバースト波に近い体感が得られることとなる。

[0011] また、パルス群出力期間において矩形波パルス信号は、出力停止時間を挟んで複数出力されているため、パルス群出力期間の継続時間は、複数の矩形波パルス信号のパルス幅とすべての出力停止時間とを合わせたものとなっている。そのため、かかるパルス群出力期間の継続時間中、矩形波パルス信号を出力し続ける場合に比べて、パルス群出力期間の継続時間は同じとしつつ、出力停止時間の分だけ実際のパルス信号出力時間が短くなることから、消費電力を低減することができる。そのため、低容量の電源によっても駆動させることができるため、装置の小型化に寄与する。

[0012] また、電気刺激を形成するバースト波は、パルス群出力期間とパルス群出力中断期間とからなり、パルス群出力中断期間の継続時間は、パルス群出力期間における出力停止時間よりも長くなっている。バースト波にこのようなパルス群出力中断期間が備えられているため、パルス群出力期間を変更することなく、パルス群出力中断期間の継続時間を所定の長さに変更するだけで、バースト波の周波数を容易に所望の値に設定することができる。これにより、筋肉を収縮・弛緩させるのに適した周波数を有するバースト波からなる電気刺激を出力するように制御することが容易となり、かつ効率的に筋肉を刺激することができる。

[0013] そして、上記繰り返される複数のバースト波には、正極性の上記矩形波パルス信号と、負極性の上記矩形波パルス信号とが含まれている。すなわち、一つのバースト波において、正極性の矩形波パルス信号及び負極性の矩形波パルス信号の両方が含まれていてもよい。また、複数のバースト波において、第１のバースト波に正極性の矩形波パルス信号が含まれており、第１のバースト波と異なる第２のバースト波に負極性の矩形波パルス信号が含まれていてもよい。いずれの場合にも、電荷の偏りを低減できるため、使用者の痛

みを軽減することができる。その結果、当該筋肉電気刺激装置の使用における体感と使いやすさを向上することができる。

[0014] 以上のごとく、本発明によれば、使用したときの体感が向上されるとともに、効率的に筋肉を刺激することができる筋肉電気刺激装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施例１における、筋肉電気刺激装置の正面図。

[図2]実施例１における、筋肉電気刺激装置の背面図。

[図3]実施例１における、筋肉電気刺激装置の側面図。

[図4]図１における、IV-IV線位置断面一部拡大図。

[図5]実施例１における、筋肉電気刺激装置の使用態様を説明する模式図。

[図6]実施例１における、筋肉電気刺激装置の構成を示すブロック図。

[図7]実施例１における、筋肉電気刺激装置に記憶された基本波形を示す図。

[図8]実施例１における、筋肉電気刺激装置から出力されるバースト波を示す図。

[図9]実施例１における、筋肉電気刺激装置から出力される電圧変化を示す図。

[図10]実施例１における、筋肉電気刺激装置のメイン動作を説明するフロー図。

[図11]実施例１における、筋肉電気刺激装置の第１の割り込み処理を説明するフロー図。

[図12]実施例１における、筋肉電気刺激装置の第２の割り込み処理を説明するフロー図。

[図13]実施例１における、筋肉電気刺激装置の第３の割り込み処理を説明するフロー図。

[図14]変形例２における、筋肉電気刺激装置の正面図。

[図15]変形例２における、筋肉電気刺激装置の背面図。

[図16]変形例３における、筋肉電気刺激装置の構成を示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0016] 上記筋肉電気刺激装置は、バースト波からなる電気刺激を出力する。そして、筋肉電気刺激装置から出力される当該電気刺激は、筋肉又は筋肉に繋がる神経に流れることにより、当該筋肉を刺激する。

[0017] 上記正極性の矩形波パルス信号及び上記負極性の矩形波パルス信号は、同一の上記パルス群出力期間に含まれていることとすることとできる。この場合には、一つのバースト波内において、電荷の偏りを解消しやすいため、使用者の痛みを一層軽減することができる。その結果、当該筋肉電気刺激装置の使用における体感と使いやすさをより一層向上することができる。

[0018] 上記繰り返し出力される上記バースト波には、第１のバースト波と、該第１のバースト波における第１の上記パルス群出力期間に出力される上記複数の矩形波パルス信号の極性と逆相の極性を有する上記複数の矩形波パルス信号が出力される第２の上記パルス群出力期間を含む第２のバースト波と、が含まれていることとすることができる。この場合には、第１のバースト波に電荷の偏りが生じた際に、当該電荷の偏りを、第２のバースト波において確実に解消することができる。そのため、繰り返し出力されるバースト波全体において、電荷の偏りを低減することができ、使用者の痛みを軽減することができる。その結果、当該筋肉電気刺激装置の使用における体感と使いやすさをより一層向上することができる。さらに、上記第２のパルス群出力期間は、上記第１のパルス群出力期間に出力される複数の矩形波パルス信号の極性を逆相にする（電位を反転させる）だけでよいため、各バースト波における個々の矩形波パルス信号の極性を個別に制御する場合に比べて、制御負荷を軽減することができる。このことは、バースト波内に複数のパルス群がある場合も同様である。

[0019] 上記パルス群出力中断期間の継続時間は、上記パルス群出力期間の継続時間よりも長いこととすることができる。この場合には、パルス群出力中断期間によって、バースト波において、繰り返し出力されるパルス群出力期間の間隔が十分確保されることとなるため、使用者に、パルス群出力期間におけ

る複数の矩形波パルス信号を一つの電気刺激として認識させやすくなる。その結果、高周波の矩形波パルス信号から低周波のバースト波を容易に出力させることができ、筋肉を刺激するのに適した電気刺激を出力することができる。

[0020] 上記パルス群出力期間の継続時間は同一であるとともに上記パルス群出力中断期間の継続時間が異なることにより互いに異なる周波数を有する複数のバースト波が予め記憶されたバースト波パターン記憶部と、該バースト波パターン記憶部に記憶された上記複数のバースト波からいずれかを選択することにより、上記電気刺激におけるバースト波の周波数を設定する周波数設定部とを有することとすることができる。この場合には、バースト波パターン記憶部に予め所定の周波数のバースト波が複数記憶されているため、バースト波の周波数を変更する際には、周波数設定部がバースト波パターン記憶部に記憶されたバースト波から所定のものを選択するだけでよく、バースト波の周波数の変更が容易となる。これにより、筋肉を効率的に刺激するのに適した筋肉電気刺激装置となる。

[0021] 上記バースト波の周波数を選択する周波数選択部と、該周波数選択部により選択された周波数に基づいて上記パルス群出力中断期間の継続時間を算出する中断期間継続時間算出部と、該中断期間継続時間算出部によって算出された上記継続時間に基づいて上記パルス群出力中断期間の継続時間を設定する中断期間継続時間設定部と、を有することとすることができる。この場合には、周波数選択部によってバースト波の周波数を所望の周波数に設定することができるため、使用者の好み（収縮の強度・収縮と弛緩の間隔）に基づいて、バースト波の周波数を適宜設定することにより、使用者ごとに、一層効率的に筋肉を刺激することができる筋肉電気刺激装置となる。なお、周波数選択部における周波数の選択は、自動または使用者による手動で行うことができる。

[0022] 上記バースト波における上記矩形波パルス信号のパルス幅及び上記出力停止時間が一定であることとすることができる。この場合には、バースト波の

周波数に基づいて、筋肉に付与される電気刺激を変更しやすくなる。そのため、バースト波の周波数による電気刺激の調整が容易となり、筋肉を効果的に刺激するのに適した電気刺激を出力することが容易となる。

[0023] 本体部と、上記電気刺激を出力する複数の電極部と、該電極部に電力を供給する電源部と、該電源部における電力給電を制御する制御部と、該制御部の制御態様を変更可能に構成された操作部と、からなり、上記電源部が上記本体部に内蔵されていることとすることができる。この場合には、電極部に供給される電力を外部に用意する必要がないため、電源の確保が困難な屋外や、外出先などでも容易に使用することができる。また、電源と接続するためのコード等が不要になるため、使い勝手が向上するとともに、携帯性にも優れる。

[0024] 上記電極部は、上記本体部から延設されたシート状の基材に、複数の電極と、該電極と上記電源部とを上記制御部を介して電気的に接続するリード部とが形成されてなることとすることができる。この場合には、本体部から延設されたシート状の基材に、電極部が形成されていることとなり、本体部と電極部とを一体化できる。そのため、本体部と電極部とを接続するためのコード等が不要となり、使い勝手が向上するとともに、携帯性にも優れる。

[0025] 上記電極部は、３個以上の電極を有することとすることができる。上述の如く、パルス群出力期間において、複数の矩形波パルスが出力停止時間を挟んでいることにより消費電力が低減されているため、３個以上の電極を備えた構成においても、電力不足になりにくく、充分な電気刺激を付与可能にすることができる。これにより、広い範囲の筋肉に電気刺激を付与することができるため、筋肉を効率的に刺激することができる。

[0026] 上記電源部には、交換可能な電池が備えられていることとすることができる、この場合には、電池を交換するだけで電力の補充をすることができるため、電池容量以上に長時間使用することが容易となる。これにより、過度に大容量の電源を内蔵させる必要がないため、装置を小型化することができる。

[0027] 上記電池はコイン電池又はボタン電池であることとすることができる。この場合には、電池が小型となるため、筋肉電気刺激装置の小型化に寄与する。そして、筋肉電気刺激装置の小型化に伴って軽量化を図ることができるため、電極が使用者の体から剥離、脱落しにくくなり、使い勝手が向上するとともに、携帯性も向上する。さらに、当該電池は薄型でもあるため、筋肉電気刺激装置の薄型化にも寄与する。そして、筋肉電気刺激装置が薄型となることにより、使用者は、筋肉電気刺激装置を取り付けたまま、その上から衣服を着用することが可能となる。そのため、通勤中や通学中、家事や仕事等の作業中、その他様々な状況で使用することができる。また、コイン電池又はボタン電池は、他の乾電池等に比べて、高い作動電圧で安定した放電特性を有するため、比較的長時間にわたって筋肉電気刺激装置を安定して動作させることができる。

[0028] 上記電池の公称電圧が、３．０～５．０Ｖであることとすることができる。この場合には、装置内に備えられる電子部品の多くがかかる電圧範囲に駆動電圧が規定されていることから、これらの電子部品の駆動のために降圧回路や昇圧回路を別途備える必要がない。これにより、小型化に寄与できる。なお、電極から出力される電気刺激は通常、電池の公称電圧よりも大きい電圧を要するものであり、出力用の昇圧装置が備えられることを否定するものではない。

実施例

[0029] （実施例１）

実施例に係る筋肉電気刺激装置につき、図１～図１３を用いて説明する。

本例の筋肉電気刺激装置１は、電気刺激を筋肉に与えるように構成されている。

そして、当該電気刺激は、図９に示すように、パルス群出力期間Ｐとパルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５からなるバースト波（Ｂ１～Ｂ５）が繰り返し出力されてなる。

パルス群出力期間Ｐには、矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５が、出力停止時間

Ｎ１～Ｎ５を挟んで複数出力される。

パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５は、出力停止時間Ｎ１～Ｎ５よりも長くパルス信号の出力が停止される。

そして、繰り返される複数のバースト波（Ｂ１～Ｂ５）には、正極性の矩形波パルス信号Ｓ１、Ｓ３、Ｓ５と、負極性の矩形波パルス信号Ｓ２、Ｓ４とが含まれている。

[0030] 以下、筋肉電気刺激装置１について詳述する。

本例の筋肉電気刺激装置１は、図５に示すように、人２の腹部３に取り付けて使用される。そして、本例では、人２の背丈の長手方向を身長方向Ｙというものとする。また、人２の正面に面して、身長方向Ｙに平行でへそ３ａを通る人２の中心軸２ａよりも人２の右手５ａ側を右方向Ｘ１といい、中心軸２ａよりも人２の左手５ｂ側を左方向Ｘ２というものとする。そして、右方向Ｘ１と左方向Ｘ２とを合わせて左右方向Ｘという。

[0031] 図１に示すように、筋肉電気刺激装置１の中央には、本体部１０が設けられている。図１及び図３に示すように、本体部１０は、略円盤状をなしている。図４に示すように、本体部１０は、後述の電源部２０及び制御部４０を収納するケース１１と、ケース１１に取り付けられて筋肉電気刺激装置１の外殻を形成する外殻形成体１２と、からなる。ケース１１はＡＢＳ製である。外殻形成体１２はシリコン製である。ケース１１は凹状をなす第１ケース１１１と、第１ケース１１１に取り付けられて、第１ケース１１１との間に制御部４０を収納する収納部１３を形成する第２ケース１１２とからなる。第２ケース１１２の外縁に沿って、立設されたリブ１１２ａが、第１ケース１１１の外縁部１１１ａの内側に嵌合して第１ケース１１１に第２ケース１１２が接合されている。

[0032] 第１ケース１１１には、図１に示すように、後述する操作部５０の一部を形成する第１カンチレバー５１ａ及び第２カンチレバー５１ｂが形成されている。第１カンチレバー５１ａ及び第２カンチレバー５１ｂは、第１ケース１１１の壁の一部をくり抜いて片持ち梁の状態に形成されている。第１カン

チレバー５１ａと第２カンチレバー５１ｂとは、身長方向Ｙの上側から下側に向かって、この順で配列している。

[0033] 図４に示すように、外殻形成体１２が第１ケース１１１における第２ケース１１２と反対側に取り付けられている。そして、図１に示すように、外殻形成体１２は両カンチレバー５１ａ、５１ｂを覆っている。外殻形成体１２において、第１カンチレバー５１ａの直上には記号「＋」が突出形成されており、第２カンチレバー５１ｂの直上には記号「－」が突出形成されており、後述する操作部５０の一部を形成する操作面５４を形成している。上記カンチレバーの配列により、「＋」が身長方向Ｙの上側となるとともに、「－」が身長方向Ｙ下側となり、人間工学的に使用者が操作しやすいものとなっている。

[0034] 図４に示すように、第１ケース１１１と第２ケース１１２との間に形成された収納部１３には、制御部４０（図６参照）を形成する制御基板４１が収納されている。制御基板４１はプリント基板であって、制御基板４１には図示しない配線パターンと電子部品４２等とが設けられて、制御回路が形成されている。また、制御基板４１には、表面実装型の小型のスピーカ４３が電気的に接続されている。電子部品４２及びスピーカ４３の駆動電圧は、いずれも３．０Ｖとなっている。また、図示しないが、制御基板４１には、電池２１の出力電圧を昇圧する昇圧回路が搭載されている。これにより、電池２１の電力は所定の電圧（例えば、４０Ｖ）に昇圧されて電極部３０に供給される。

[0035] 図示しないが、収納部１３には、操作部５０を形成するスイッチ機構も収納されている。スイッチ機構はタクトスイッチであって、押下可能なスイッチ部を備える。スイッチ機構は制御部４０に電気的に接続されている。スイッチ機構は第１ケース１１１に形成された第１カンチレバー５１ａ及び第２カンチレバー５１ｂ（図１参照）の直下にそれぞれ配設されている。これにより、第１ケース１１１を覆う外殻形成体１２の操作面５４を介して外部から第１カンチレバー５１ａを押圧すると、片持ち梁状態の第１カンチレバー

５１ａが撓むことにより、スイッチ機構のスイッチ部が押下されるようになっている。そして、操作面５４における押圧を解除すると、片持ち梁状態の第１カンチレバー５１ａの復元力により、第１カンチレバー５１ａは元の位置に戻ることとなる。第２カンチレバー５１ｂにおいても同様に押圧及び押圧の解除が行われるように構成されている。

[0036] 図４に示すように、第２ケース１１２には、電源部２０を構成する電池２１を保持する電池保持部１４が形成されている。これにより、本体部１０に電源部２０が内蔵されることとなっている。電池２１は交換可能であって、本例では、電池２１として、小型で薄型のコイン電池（リチウムイオン電池ＣＲ２０３２、公称電圧３．０Ｖ）を採用している。なお、当該電池２１に替えて、公称電圧が３．０～５．０Ｖの電池を採用することができる。

[0037] 上記電池２１が保持される電池保持部１４には、電池２１の脱落を防止する蓋１５が着脱可能に取り付けられている。蓋１５は、電池２１よりも一回り大きい円盤状をなしており、その外周には蓋１５と第２ケース１１２との間をシールするＯリング１６が嵌装されている。電池２１は、図示しないリードを介して制御部４０に電気的に接続されている。図２に示すように、第２ケース１１２には、蓋１５の外周から放射状に延びる線状の溝１１３が等間隔に複数形成されている。

[0038] 図４に示すように、第２ケース１１２には、リブ１１２ａの外側に突出した鍔部１１２ｂが形成されている。鍔部１１２ｂと第１ケース１１１の外縁部１１１ａとの間には、図示しない防水用両面シールを介して、シート状の基材３３が挟持されている。基材３３はＰＥＴ製である。図２に示すように、基材３３は、筋肉電気刺激装置１における外殻形成体１２側の面（表側面）と反対側である面（裏側面３３ａ）の全域に広がっている。そして、図１及び図３に示すように、基材３３における表側面は、本体部１０から延出した外殻形成体１２によって覆われている。基材３３と外殻形成体１２とは、図示しない３Ｍ社製の粘着テープ及びシリコン接着処理剤によって接合されている。

[0039] 図２及び図６に示すように、電極部３０は第１電極群３１と第２電極群３２を備える。第１電極群３１は、図５に示すように、腹部３に取り付けたときに中心線１０ａよりも人２の右手側Ｘ１に位置するように、本体部１０から延出している。第２電極群３２は、図５に示すように、腹部３に取り付けたときに中心線１０ａよりも人２の左手側Ｘ２に位置するように、本体部１０から延出している。第１電極群３１には、右側電極３１１～３１３が含まれており、第２電極群３２には、左側電極３２１～３２３が含まれている。

[0040] 各電極３１１～３１３、３２１～３２３はいずれも、角部が丸みを帯びた略長方形に形成されている。そして、各電極３１１～３１３、３２１～３２３の長手方向（例えば、第３右側電極３１３において符号ｗで示す方向）が、左右方向Ｘに概ね沿っている。本例では、各電極３１１～３１３、３２１～３２３はいずれも同一の形状を成している。各電極３１１～３１３、３２１～３２３の形状は、例えば、長手方向の長さをｗ、短手方向の長さをｈとしたとき、ｈ／ｗを０．４０～０．９５、好ましくは０．５０～０．８０とすることができ、本例では、ｈ／ｗは０．５５としている。

[0041] 図２に示すように、各電極３１１～３１３、３２１～３２３の内側には所定大きさの六角形をなす電極非形成部３４が所定間隔をあけて、複数形成されている。また、各右側電極３１１、３１２、３１３には、制御部４０を介して電源部２０に電気的に接続するためのリード部３１１ａ、３１２ａ、３１３ａが本体部１０から引き出されるようにそれぞれ形成されている。同様に、各左側電極３２１、３２２、３２３には、制御部４０に接続するためのリード部３２１ａ、３２２ａ、３２３ａが本体部１０から引き出されるようにそれぞれ形成されている。各リード部３１１ａ～３１３ａ、３２１ａ～３２３ａには、シリコンコーティングが施されており、外部と導通できないようになっている。また、各電極３１１～３１３、３２１～３２３においてリード部３１１ａ～３１３ａ、３２１ａ～３２３ａに繋がる部分とその近傍領域（図２において、符号Ｃで示す斜線領域）にも、シリコンコーティングが施されており、外部と導通できないようになっている。各右側電極３１１～

３１３は互いに並列接続され、各左側電極３２１～３２３も互いに並列接続されている。

[0042] 図２に示すように、電極部３０は基材３３の裏側面３３ａに形成されている。これにより、電極部３０は本体部１０と一体的に形成されている。なお、電極部３０は基材３３に埋め込むように形成することとしてもよい。本例では、電極部３０は、銀ペーストを含む導電性インクを基材３３の裏側面３３ａに印刷して形成されている。第１電極群３１及び第２電極群３２には合わせて４個以上の電極３１１～３１３、３２１～３２３が含まれている。本例では、第１電極群３１と第２電極群３２とはそれぞれ同数の電極３１１～３１３、３２１～３２３を含んでおり、その数はそれぞれ３個である。すなわち、第１電極群３１には、第１右側電極３１１、第２右側電極３１２及び第３右側電極３１３が備えられている。第２電極群３２には、第１左側電極３２１、第２左側電極３２２及び第３左側電極３２３が備えられている。そして、基材３３において、第１右側電極３１１、第２右側電極３１２及び第３右側電極３１３が形成される部分をそれぞれ、第１右側基部３３１、第２右側基部３３２及び第３右側基部３３３とし、第１左側電極３２１、第２左側電極３２２及び第３左側電極３２３が形成される部分をそれぞれ、第１左側基部３４１、第２左側基部３４２及び第３左側基部３４３とする。

[0043] そして、各電極３１１～３１３、３２１～３２３には、ゲルパッド３５（積水化成品工業株式会社製「テクノゲル」、型番ＳＲ－ＲＡ２４０／１００）が貼付されている。ゲルパッド３５は導電性を有しており、各電極３１１～３１３、３２１～３２３はゲルパッド３５を介して腹部３（図５参照）への通電が可能となっている。また、ゲルパッド３５は高い粘着性を有しており、ゲルパッド３５を介して、筋肉電気刺激装置１が腹部３に取り付けられるようになっている。

[0044] ゲルパッド３５は、図２に示すように、各電極３１１～３１３、３２１～３２３よりも一回り大きい形状を有しており、各電極３１１～３１３、３２１～３２３を個別に覆っている。ゲルパッド３５は交換可能となっているた

め、ゲルパッド３５が、使用に伴って粘着力が低下したり、破損したり、汚れが目立つようになったりした場合などには、適宜交換することができる。また、所定期間（例えば、１ヶ月、２か月など）ごとに使用済みのゲルパッド３５を新品のものと交換することとしてもよい。

[0045] 図２に示すように、第１右側電極３１１、第２右側電極３１２及び第３右側電極３１３はいずれも、人２（図５参照）の身長方向Ｙに平行で本体部１０の中心を通る中心線１０ａよりも人２の右手側Ｘ１（第１領域Ｓ１）に位置するように、本体部１０から延出している。そして、第１右側電極３１１、第２右側電極３１２及び第３右側電極３１３は、身長方向Ｙに沿って上側から下側に向かってこの順で配列している。

[0046] 一方、第１左側電極３２１、第２左側電極３２２及び第３左側電極３２３は、中心線１０ａよりも人２の左手側Ｘ２（第２領域Ｓ２）に位置するように、本体部１０から延出している。そして、第１左側電極３２１、第２左側電極３２２及び第３左側電極３２３も、身長方向Ｙに沿って上側から下側に向かってこの順で配列している。

[0047] そして、図２に示すように、第１電極群３１と第２電極群３２とが、腹部３（図５参照）に取り付けたときに、中心線１０ａを基準として線対称に位置するように構成されている。すなわち、腹部３に取り付けたときに中心線１０ａを基準として、第１右側電極３１１と第１左側電極３２１とが線対称に位置し、第２右側電極３１２と第２左側電極３２２とが線対称に位置し、第３右側電極３１３と第３左側電極３２３とが線対称に位置するように構成されている。

[0048] また、図２に示すように、第１電極群３１及び第２電極群３２は、腹部３（図５参照）に取り付けたときに、身長方向Ｙにおいて、第１電極群３１及び上記第２電極群３２のそれぞれにおける最も上側に位置する第１右側電極３１１と第１左側電極３２１とからなる一対の上側電極対３０１と、最も下側に位置する第３右側電極３１３と第３左側電極３２３とからなる一対の下側電極対３０３と、上側電極対３０１と下側電極対３０３との間に位置する

一対の第２右側電極３１２と第２左側電極３２２とからなる中央電極対３０２と、が形成されるように構成されている。これにより、上側電極対３０１、中央電極対３０２及び下側電極対３０３は、身長方向Ｙに沿って上側から下側に向かってこの順で配列している。

[0049] そして、中央電極対３０２は、上側電極対３０１及び下側電極対３０３よりも本体部１０から延設される方向（左右方向Ｘ）に突出している。すなわち、腹部３に取り付けたときに、中央電極対３０２を構成する第２右側電極３１２は、上側電極対３０１を構成する第１右側電極３１１及び下側電極対３０３を構成する第３右側電極３１３よりも右方向Ｘ１に突出している。同様に、中央電極対３０２を構成する第２左側電極３２２は、上側電極対３０１を構成する第１左側電極３２１及び下側電極対３０３を構成する第３左側電極３２３よりも左方向Ｘ２に突出している。

[0050] また、図２に示すように、上側電極対３０１は延出方向に向かうほど上側に位置するようにＶ字状に傾斜している。そして、上述の如く、各電極３１１～３１３、３２１～３２３は同一の大きさとなっている。一方、電極部３０の基材３３における各右側基部３３１～３３３は各右側電極３１１～３１３よりも大きくなっており、各左側基部３４１～３４３は、各左側電極３２１～３２３よりも大きくなっている。

[0051] また、図２に示すように、上側電極対３０１は、下側電極対３０２よりも本体部１０から延設される方向（左右方向Ｘ）に突出している。すなわち、腹部３に取り付けたときに、上側電極対３０１を構成する第１右側電極３１１は、下側電極対３０３を構成する第３右側電極３１３よりも右方向Ｘ１に突出している。同様に、上側電極対３０１を構成する第１左側電極３２１は、下側電極対３０３を構成する第３左側電極３２３よりも左方向Ｘ２に突出している。

[0052] そして、図２に示すように、第１右側基部３３１の下方外縁部３３１ａは右方向Ｘ１に膨出しており、第１左側基部３４１の下方外縁部３４１ａは左方向Ｘ２に膨出している。

また、第２右側基部３３２の中央外縁部３３２ａは右方向Ｘ１に若干膨出しており、第２左側基部３４２の中央外縁部３４２ａは左方向Ｘ２に若干膨出している。

さらに、第３右側基部３３３の上方外縁部３３３ａは右方向Ｘ１に膨出しており、第３右側基部３３３の下方外縁部３３３ｂは下方向（Ｙ方向における下側方向）に膨出している。また、第３左側基部３４３の上方外縁部３４３ａは左方向Ｘ２に膨出しており、第３左側基部３４３の下方外縁部３４３ｂは下方向に膨出している。

[0053] 基材３３における各基部３３１～３３３、３４１～３４３を上述のようにすることで、図１及び図５に示すように、筋肉電気刺激装置１を正面側から見たとき、筋肉電気刺激装置１が腹部３における腹直筋４を左右方向に包み込むように配される。また、電極配置も腹直筋４の区画４aに併せた配置となる事で、各筋肉を効率よく刺激することが期待できる。さらに、かかる形状であると認識されることにより、腹部３が引き締まって腹筋が割れたイメージを使用者に想起させることができる。これにより、筋肉電気刺激装置１を使用することにより、腹筋が割れて引き締まった腹部３とするためのイメージトレーニングの効果が得られる。（イメージトレーニングによる運動効果の向上は一般によく知られている。）

[0054] また、図２に示すように、第１電極群３１及び第２電極群３２において互いに隣り合う電極３１１～３１３、３２１～３２３の間には、本体部１０に向かって切り込まれた切り込み部１７が形成されている。本例では、第１右側電極３１１と第２右側電極３１２との間、第２右側電極３１２と第３右側電極３１３との間、第３右側電極３１３と第３左側電極３２３との間、第３左側電極３２３と第２左側電極３２２との間、第２左側電極３２２と第１左側電極３２１との間、及び第１左側電極３２１と第１右側電極３１１との間、の合計６カ所に切り込み部１７が形成されている。さらに、本体部１０の周囲には、貫通孔１８が４カ所形成されている。

[0055] 次に、本例の筋肉電気刺激装置１の構成について、ブロック図を用いて説

明する。

図６に示すように、筋肉電気刺激装置１は、本体部１０の内部に、電源部２０、制御部４０、操作部５０に加え、肌検知部４０２及び電池電圧検出部４０６を備える。

[0056] 肌検知部４０２は、電極部３０が肌に接しているか否かを検知する。詳細には、肌検知部４０２は、電極部３０に電気的に接続され、第１電極群３１と第２電極群３２との間の抵抗値を検出する。そして、検出した値と予め設定された閾値とを比較して、検出した値が閾値よりも小さいときに、第１電極群３１及び第２電極群３２に肌が接していることを検知する。

[0057] 電池電圧検出部４０６は、電源部２０における電池２１の電圧を検知し、検知された電源部２０における電池２１の電池電圧Ｖが所定の閾値Ｖｍよりも低いか否か判定する。本例では電池２１の公称電圧Ｖは３．０Ｖであって、閾値Ｖｍは２．１Ｖである。

[0058] 図６に示すように、電源部２０には、電池２１が備えられる。また、制御部４０には、出力調整部４０１、電源オフカウンタ４０３、タイマー４０４、出力モード切替部４０５及び出力モード記憶部４０５ａが備えられる。出力調整部４０１は電極部３０における出力電圧（出力レベル）を調整する。本例では、最大出力電圧は４０Ｖであり、出力レベルが１下がるごとに、１００％出力電圧が２．０Ｖ低下するように設定されている。出力レベルはレベル１からレベル１５までの１５段階となっている。

[0059] 電源オフカウンタ４０３は、カウント開始信号を受けてからの経過時間を計測する。タイマー４０４は、出力開始信号を受けてからの経過時間を計測する。出力モード切替部４０５は、電極部３０における出力モードを第１出力モード、第２出力モード及び第３出力モードのいずれかに切り替えるものであって、出力されるバースト波の周波数を設定する周波数設定部を構成している。出力モード記憶部４０５ａには、第１出力モード、第２出力モード及び第３出力モードが記憶されている。第１出力モード、第２出力モード及び第３出力モードには、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５を有するバースト

波パターンとしての基本波形が予め記憶されており、出力モード記憶部４０５ａがバースト波パターン記憶部を構成している。なお、バースト波パターン記憶部４０５ａは、プログラム上のバースト波の波形の定義記載も含むものとする。

[0060] 次に、電極部３０における出力モードについて、説明する。

まず、継続時間記憶部としての出力モード記憶部４０５ａには、図７に示す５つのバースト波パターン（基本波形Ｂ１～Ｂ５）が記憶されている。各基本波形Ｂ１～Ｂ５は、パルス群出力期間Ｐとパルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５とからなる。すなわち、各基本波形Ｂ１～Ｂ５は、共通のパルス群出力期間Ｐを有しているとともに、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５の長さが異なっている。

[0061] パルス群出力期間Ｐは、矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５が出力停止時間Ｎ１～Ｎ５を挟んで複数出力される。本例では、５個の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５が出力される。すなわち、パルス群出力期間Ｐは、第１の矩形波パルス信号Ｓ１、第１の出力停止時間Ｎ１、第２の矩形波パルス信号Ｓ２、第２の出力停止時間Ｎ２、第３の矩形波パルス信号Ｓ３、第３の出力停止時間Ｎ３、第４の矩形波パルス信号Ｓ４、第４の出力停止時間Ｎ４、第５の矩形波パルス信号Ｓ５、第５の出力停止時間Ｎ５の順に実行される。

[0062] そして、本例では、各矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５のパルス幅、パルス電圧は一定であり、出力停止時間Ｎ１～Ｎ５の継続時間も一定である。本例では、各矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５のパルス幅が１００μｓであって、パルス電圧は１００％出力時に±４０Ｖであり、出力停止時間Ｎ１～Ｎ５の継続時間は１００μｓである。そのため、パルス群出力期間Ｐの継続時間は１ｍｓとなっている。そして、各矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５における電圧極性は出力順に交互に変更されている。すなわち、正極性の矩形波パルス信号として、第１の矩形波パルス信号Ｓ１、第３の矩形波パルス信号Ｓ３及び第５の矩形波パルス信号Ｓ５が出力され、負極性の矩形波パルス信号として、第２の矩形波パルス信号Ｓ２及び第４の矩形波パルス信号Ｓ４が出力される。

[0063] 上述のように、パルス群出力期間Ｐにおける各矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５のパルス幅及び各出力停止時間Ｎ１～Ｎ５の継続時間はそれぞれ１００μｓである。そのため、パルス群出力期間Ｐにおける各矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５のパルス周期は２００μｓであって、十分短い。そのため、使用者はこれらの矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５を一つの電気刺激として認識することとなる。なお、パルス群出力期間Ｐにおける各矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５の周波数は５，０００Ｈｚである。

[0064] 各基本波形Ｂ１～Ｂ５において、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５はパルス信号を出力しない。そして、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５の継続時間は、パルス群出力期間Ｐの継続時間よりも長い。本例では、図７に示すように、パルス群出力期間Ｐの継続時間は、１ｍｓであり、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５の継続時間は、それぞれ、４９９ｍｓ、２４９ｍｓ、１２４ｍｓ、６１．５ｍｓ、４９ｍｓである。このように、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５は、パルス群出力期間Ｐにおける出力停止時間に比べて、非常に長い継続時間を有するものである。

[0065] したがって、図７に示すように、第１バースト波（２Ｈｚ）は、１ｍｓのパルス群出力期間Ｐと、４９９ｍｓのパルス群出力中断期間Ｒ１とからなる。すなわち、第１バースト波（２Ｈｚ）は、パルス群出力期間Ｐが２Ｈｚの周波数で出力されるものである。

また、第２バースト波（４Ｈｚ）は、１ｍｓのパルス群出力期間Ｐと、２４９ｍｓのパルス群出力中断期間Ｒ２とからなる。すなわち、第２バースト波（４Ｈｚ）は、パルス群出力期間Ｐが４Ｈｚの周波数で出力されるものである。

また、第３バースト波（８Ｈｚ）は、１ｍｓのパルス群出力期間Ｐと、１２４ｍｓのパルス群出力中断期間Ｒ３とからなる。すなわち、第３バースト波（８Ｈｚ）は、パルス群出力期間Ｐが８Ｈｚの周波数で出力されるものである。

また、第４バースト波（１６Ｈｚ）は、１ｍｓのパルス群出力期間Ｐと、

６１．５ｍｓのパルス群出力中断期間Ｒ４とからなる。すなわち、第４バースト波（１６Ｈｚ）は、パルス群出力期間Ｐが１６Ｈｚの周波数で出力されるものである。

また、第５バースト波（２０Ｈｚ）は、１ｍｓのパルス群出力期間Ｐと、４９ｍｓのパルス群出力中断期間Ｒ５とからなる。すなわち、第５バースト波（２０Ｈｚ）は、パルス群出力期間Ｐが２０Ｈｚの周波数で出力されるものである。

[0066] そして、基本波形Ｂ１～Ｂ５を所定の組み合わせで所定期間繰り返し出力することにより、図８（ａ）～（ｅ）に示すように、所定のバースト波が出力されることとなる。そして、上述のように、使用者は、パルス群出力期間Ｐにおける複数の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５を一つの電気刺激と認識することから、図８（ａ）に示すように、基本波形Ｂ１を繰り返す第１バースト波では、周波数２Ｈｚの電気刺激が出力されることとなる。同様に、基本波形Ｂ２を繰り返す第２バースト波では、周波数４Ｈｚの電気刺激が出力され、基本波形Ｂ３を繰り返す第３バースト波では、周波数８Ｈｚの電気刺激が出力され、基本波形Ｂ４を繰り返す第４バースト波では、周波数１６Ｈｚの電気刺激が出力され、基本波形Ｂ５を繰り返す第５バースト波では、周波数２０Ｈｚの電気刺激が出力されることとなる。

[0067] そして、継続時間記憶部としての出力モード記憶部４０５ａに記憶された第１～第３出力モードは、出力モード記憶部４０５ａに記憶された基本波形Ｂ１～Ｂ５を適宜選択することにより、所定の周波数のバースト波を組み合わせて構成される。まず、表１に示すように、第１出力モードは、下記の第１ステータス～第４ステータスを順に行うように構成されたウォームアップモードである。各ステータスの条件は以下のとおりである。

（１）第１ステータスでは、第１バースト波（２Ｈｚ）で２０秒間、１００％の出力を行う。なお、図９に示すように、第１ステータスにおける開始５秒間は出力電圧を０％から徐々に大きくして１００％にする、いわゆるソフトスタートを行う。

（２）第２ステータスでは、第２バースト波（４Ｈｚ）で２０秒間、１００％の出力を行う。

（３）第３ステータスでは、第３バースト波（８Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行う。

（４）第４ステータスでは、第４バースト波（１６Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行う。

そして、第１出力モードの継続期間（すなわち、第１ステータス～第４ステータスの継続期間の合計）は１分間である。かかる第１出力モードでは、バースト波の周波数が２Ｈｚから１６Ｈｚへ段階的に高くなるように構成されているため、第１出力モードをウォームアップモードと呼んでいる。

[表1]

（表1）

第1出力モード（ウォームアップモード）

ステータス	1	2	3	4
周波数	2Hz	4Hz	8Hz	16Hz
出力率	100%	100%	100%	100%
出力期間	20sec	20sec	10sec	10sec
継続期間	60sec (=1min)			

[0068] 次に、表２に示すように、第２出力モードは、下記の第１ステータス～第４ステータスを順に行うように構成されたトレーニングモードである。各ステータスの条件は以下のとおりである。

（１）第１ステータスでは、第５バースト波（２０Ｈｚ）で３秒間、１００％の出力を行った後、出力なしを２秒間維持する。これを５分間繰り返す。

（２）第２ステータスでは、第５バースト波（２０Ｈｚ）で３秒間、１００％の出力を行った後、第２バースト波（４Ｈｚ）で２秒間、１００％の出

力を行う。これを５分間繰り返す。

（３）第３ステータスでは、第５バースト波（２０Ｈｚ）で４秒間、１００％の出力を行った後、第２バースト波（４Ｈｚ）で２秒間、１００％の出力を行う。これを５分間繰り返す。

（４）第４ステータスでは、第５バースト波（２０Ｈｚ）で５秒間、１００％の出力を行った後、第２バースト波（４Ｈｚ）で２秒間、１００％の出力を行う。これを５分間繰り返す。

なお、図９に示すように、第２出力モードでは第１ステータス～第４ステータスにおけるそれぞれの開始５秒間は、出力電圧を０％から徐々に大きくして１００％にする、いわゆるソフトスタートを行う。

そして、第２出力モードの継続期間は２０分間である。かかる第２出力モードでは、周波数２０Ｈｚの第５バースト波を所定期間維持した後、出力なし又は周波数４Ｈｚの第２バースト波を所定期間維持するため、筋肉を効果的に刺激するのに優れている。そのため、第２出力モードをトレーニングモードと呼んでいる。

[表2]

（表2）

第2出力モード(トレーニングモード)

ステータス	1		2		3		4	
周波数	20Hz	出力なし	20Hz	4Hz	20Hz	4Hz	20Hz	4Hz
出力率	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
出力期間	3sec	2sec	3sec	2sec	4sec	2sec	5sec	2sec
継続期間	300sec (=5min)		300sec (=5min)		300sec (=5min)		300sec (=5min)	

[0069] 次に、表３に示すように、第３出力モードは、下記の第１ステータス～第

４ステータスを順に行うように構成されたクールダウンモードである。各ステータスの条件は以下のとおりである。

（１）第１ステータスでは、第４バースト波（１６Ｈｚ）で１０秒間、出力を行う。

（２）第２ステータスでは、第３バースト波（８Ｈｚ）で１０秒間、出力を行う。

（３）第３ステータスでは、第２バースト波（４Ｈｚ）で２０秒間、出力を行う。

（４）第４ステータスでは、第１バースト波（２Ｈｚ）で２０秒間、出力を行う。

なお、第３出力モードでは、各ステータスにおける出力は、図９に示すように、第１ステータス開始時には１００％とし、第４ステータス終了時に５０％となるように徐々に減少させる。

そして、第３出力モードの継続期間は１分間である。かかる第３出力モードでは、バースト波の周波数が１６Ｈｚから２Ｈｚへ段階的に低くなるように構成されているため、第３出力モードをクールダウンモードと呼んでいる。

[表3]

（表3）

第3出力モード（クールダウンモード）

ステータス	1	2	3	4
周波数	16Hz	8Hz	4Hz	2Hz
出力率	100%から50%まで 徐々に減少			
出力期間	10sec	10sec	20sec	20sec
継続期間	60sec (=1min)			

[0070] 以上のように、第１出力モード（ウォームアップモード）、第２出力モード（トレーニングモード）及び第３出力モード（クールダウンモード）を連続して行った場合の合計時間は２２分間となる。なお、本例では、図９に示すように、第１出力モードと第２出力モードとの間、及び第２出力モードにおける各ステータスの間の合計４カ所に、それぞれ２秒間の休止期間が設けられている。そのため、当該休止期間を含めた全行程の合計時間は２２分８秒間となっている。

[0071] 次に、本例の筋肉電気刺激装置１における使用態様について、以下に詳述する。

図１０に示すメイン動作フローＳ１００について説明する。メイン動作フローＳ１００では、まず、操作面５４の「＋」を２秒間押下する（Ｓ１０１）。これにより、筋肉電気刺激装置１の電源がオンとなって、筋肉電気刺激装置１が起動されるとともに、起動されたことを通知する通知音（「ピー」）が、スピーカ４３により発せられる（Ｓ１０２）。その後、筋肉電気刺激装置１は、出力待機状態となり出力レベルが０にされるとともに、操作部５０の入力が無効化される（Ｓ１０３）

[0072] 次に、肌検知部４０２により、電極部３０に肌が接しているか否かを検知する（Ｓ１０４）。肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していることが検知された場合（Ｓ１０４のＹｅｓ）は、操作部５０を有効化する（Ｓ１０５）。そして、操作部５０により出力レベルを入力する（Ｓ１０６）。出力レベルの入力は、操作部５０の操作面５４から行う。操作部５０の操作面５４の「＋」を押すごとに出力レベルが１レベル大きくなり、操作面５４の「－」を押すごとに出力レベルが１レベル小さくなる。出力レベルが設定されると、制御部４０からタイマー４０４へ出力開始信号を送り、タイマー４０４において計測が開始される（Ｓ１０７）。また、出力レベルの操作は使用時間中（操作部５０の有効化後から電源オフまで）のいつでも可能である。

[0073] タイマー４０４の計測開始時（経過時間０）から経過時間１分までの間は

、電極部３０における出力モードを第１出力モード（ウォームアップモード）とする（Ｓ１０８）。経過時間１分に達すると、周波数設定部としての出力モード切替部４０５により、電極部３０における出力モードを第２出力モード（トレーニングモード）に切り替え、経過時間２１分までの２０分間維持する（Ｓ１０９）。経過時間２１分に達すると、周波数設定部としての出力モード切替部４０５により、電極部３０における出力モードを第３出力モード（クールダウンモード）に切り替え、経過時間２２分までの１分間維持する（Ｓ１１０）。経過時間２２分に達すると、タイマー４０４における計測を終了する（Ｓ１１１）。そして、筋肉電気刺激装置１を停止する（Ｓ１１２）。このように、Ｓ１０８からＳ１１１が行われることにより、第１出力モード（ウォームアップモード）、第２出力モード（トレーニングモード）及び第３出力モード（クールダウンモード）が１セット行われて、終了することとなる。

[0074] 一方、肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していないと判定された場合（Ｓ１０４のＮｏ）は、その旨を通知する通知音（「ピ、ピ、ピ」）が、スピーカ４３により発せられる（Ｓ１１３）。そして、制御部４０から電源オフカウンタ４０３へカウント開始信号を送り、電源オフカウンタ４０３において経過時間の計測をスタートする（Ｓ１１４）。

[0075] 次に肌検知部４０２により、電極部３０に肌が接しているか否かを検知する（Ｓ１１５）。肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していることが検知された場合は、上述のステップＳ１０３に戻って、出力待機状態となる（Ｓ１１５のＹｅｓ）。一方、肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していないと判定された場合（Ｓ１１５のＮｏ）は、電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えたか否かを判定する（Ｓ１１６）。電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えていないと判定された場合（Ｓ１１６のＮｏ）は、再度Ｓ１１５に戻り、肌検知部４０２により、電極部３０に肌が接しているか否かを検知する。一方、Ｓ１１６において、電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えていると判定され

た場合（Ｓ１１６のＹｅｓ）は、筋肉電気刺激装置１の電源がオフとなる（Ｓ１１７）。

[0076] 次に、上述のメイン動作フローＳ１００におけるＳ１０５～Ｓ１１０の間に割り込んで優先処理される割り込み処理について説明する。図１１に示すように、第１の割り込み処理として、肌検出割り込み処理Ｓ２００が行われる。肌検出割り込み処理Ｓ２００は、使用途中で電極が人体から離脱した場合に、自動的に電源をオフにする機能として用いられる。肌検出割り込み処理Ｓ２００では、まず、肌検知部４０２により、電極部３０に肌が接しているか否かを検知する（Ｓ２０１）。肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していることが検知された場合（Ｓ２０１のＹｅｓ）は、メイン動作フローＳ１００における元のフローへ戻る。一方、肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していないと判定された場合（Ｓ２０１のＮｏ）は、その旨を通知する通知音（「ピ、ピ、ピ」）が、スピーカ４３により発せられる（Ｓ２０２）。そして、制御部４０から電源オフカウンタ４０３へカウント開始信号を送り、電源オフカウンタ４０３が経過時間の計測をスタートする（Ｓ２０３）。

[0077] 次に肌検知部４０２により、電極部３０に肌が接しているか否かを検知する（Ｓ２０４）。肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していることが検知された場合は、メイン動作フローＳ１００のステップＳ１０３に戻る（Ｓ２０４のＹｅｓ）。一方、肌検知部４０２によって、電極部３０に肌が接していないと判定された場合（Ｓ２０４のＮｏ）は、電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えたか否かを判定する（Ｓ２０５）。電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えていないと判定された場合（Ｓ２０５のＮｏ）は、再度Ｓ２０４に戻り、肌検知部４０２により、電極部３０に肌が接しているか否かを検知する。一方、Ｓ２０５において、電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えていると判定された場合（Ｓ２０５のＹｅｓ）は、筋肉電気刺激装置１の電源がオフとなる（Ｓ２０６）。

[0078] 次に、図１２に示すように、上述のメイン動作フローＳ１００におけるＳ１０５～Ｓ１１０の間に割り込んで優先処理される第２の割り込み処理である電池電圧低下処理Ｓ３００について説明する。電池電圧低下処理Ｓ３００は、電池２１の電池電圧が低下した場合に自動で電源をオフにする機能である。これにより、使用者は電池交換の対応が必要な場合等にこれを容易に知ることができる。まず、電池電圧検出部４０６により、検知された電源部２０における電池２１の電池電圧Ｖが所定の閾値Ｖｍよりも低いか否か判定する（Ｓ３０１）。電池電圧Ｖが所定の閾値Ｖｍよりも低くないと判定された場合（Ｓ３０１のＮｏ）は、メイン動作フローＳ１００における元のフローへ戻る。一方、電池電圧Ｖが所定の閾値Ｖｍよりも低いと判定された場合は、その旨を通知する通知音（「ピ、ピ、ピ」）が、スピーカ４３により発せられる（Ｓ３０２）。そして、制御部４０から電源オフカウンタ４０３へカウント開始信号を送り、電源オフカウンタ４０３において経過時間の計測をスタートする（Ｓ３０３）。

[0079] 次に、電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えたか否かを判定する（Ｓ３０４）。電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えていないと判定された場合（Ｓ３０４のＮｏ）は、再度Ｓ３０４に戻る。電源オフカウンタ４０３における経過時間が２分を超えていると判定された場合（Ｓ３０４のＹｅｓ）は、筋肉電気刺激装置１の電源がオフとなる（Ｓ３０５）。

[0080] 次に、図１３に示すように、上述のメイン動作フローＳ１００におけるＳ１０５～Ｓ１１０の間に割り込んで優先処理される第３の割り込み処理である中断処理Ｓ４００について説明する。まず、制御部５０により、操作部５０における操作面５４の「－」ボタンを押下している時間が２秒以上か否か判定する（Ｓ４０１）。「－」ボタンを押下している時間が２秒以上でないと判定された場合（Ｓ４０１のＮｏ）は、メイン動作フローＳ１００における元のフローへ戻る。一方、「－」ボタンを押下している時間が２秒以上であると判定された場合（Ｓ４０１のＹｅｓ）は、筋肉電気刺激装置１の電源

をオフにして終了する旨を通知する通知音（「ピー」）が、スピーカ４３により発せられる（Ｓ４０２）。そして、電源をオフにする（Ｓ４０３）。

[0081] 以下、本例の筋肉電気刺激装置１の作用効果について、詳述する。

本例の筋肉電気刺激装置１では、電気刺激を形成する第１～第５バースト波は、パルス群出力期間Ｐにおいて矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５が出力停止時間Ｎ１～Ｎ５を挟んで複数出力される。そのため、パルス群出力期間Ｐにおいて矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５は複数に分断された状態となっている。これにより、パルス群出力期間Ｐにおいて矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５を分断なく連続して出力する場合と比べて、矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５の合計出力時間は同じとしつつ、矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５の一つ一つのパルス幅を小さくすることができる。その結果、筋肉電気刺激装置１から出力されて筋肉又は筋肉に繋がる神経に流れる電気刺激は維持しつつ、使用者の痛みを軽減することができるため、筋肉電気刺激装置１の使用における体感を向上させることができる。

[0082] また、バースト波（基本波形Ｂ１～Ｂ５）では、パルス群出力期間Ｐが出力停止時間Ｎ１～Ｎ５を挟んで複数の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５が出力されて構成されているが、このパルス群出力期間Ｐと同じ期間、連続出力するパルス出力期間を有するバースト波と比べても、パルスの出力される期間Ｐとしては同じとなる。そのため、出力停止時間Ｎ１～Ｎ５を挟んだパルス群出力期間Ｐを有するバースト波においても、出力停止時間を挟まないパルス出力期間を有するバースト波に近い体感が得られることとなる。

[0083] また、パルス群出力期間Ｐにおいて矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５は、出力停止時間Ｎ１～Ｎ５を挟んで複数出力されているため、パルス群出力期間Ｐの継続時間は、複数の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５のパルス幅とすべての出力停止時間Ｎ１～Ｎ５とを合わせたものとなっている。そのため、かかるパルス群出力期間Ｐの継続時間中、矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５を分断なく出力し続ける場合に比べて、パルス群出力期間Ｐの継続時間は同じとしつつ、出力停止時間Ｎ１～Ｎ５の分だけ実際のパルス信号出力時間が短くなること

から、消費電力を低減することができる。そのため、低容量の電源によっても駆動させることができるため、装置の小型化に寄与する。

[0084] また、電気刺激を形成するバースト波は、パルス群出力期間Ｐとパルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５とからなり、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５の継続時間は、パルス群出力期間Ｐにおける出力停止時間Ｎ１～Ｎ５よりも長くなっている。バースト波にこのようなパルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５が備えられているため、パルス群出力期間Ｐを変更することなく、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５の継続時間を所定の長さに変更するだけで、バースト波の周波数を容易に所望の値に設定することができる。これにより、筋肉を収縮・弛緩させるのに適した周波数を有するバースト波からなる電気刺激を出力するように制御することが容易となり、かつ効率的に筋肉を刺激することができる。

[0085] そして、繰り返される複数のバースト波（Ｂ１～Ｂ５）には、正極性の矩形波パルス信号Ｓ１、Ｓ３、Ｓ５と、負極性の矩形波パルス信号Ｓ２、Ｓ４とが含まれている。これにより、電荷の偏りを低減できるため、使用者の痛みを軽減することができる。その結果、筋肉電気刺激装置１の使用における体感と使いやすさを向上することができる。

[0086] 本例では、正極性の矩形波パルス信号Ｓ１、Ｓ３、Ｓ５及び負極性の矩形波パルス信号Ｓ２、Ｓ４は、同一のパルス群出力期間Ｐに含まれている。これにより、一つのバースト波（基本波形Ｂ１～Ｂ５）内において、電荷の偏りを解消しやすいため、使用者の痛みを一層軽減することができる。その結果、筋肉電気刺激装置１の使用における体感と使いやすさをより一層向上することができる。

[0087] さらに、本例のように、第１のバースト波における第１のパルス群出力期間Ｐにおいて出力される５個の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５が「正、負、正、負、正」の順に出力されている場合には、第１のバースト波の次に到来する第２のバースト波における第２のパルス群出力期間において出力される５個の矩形波パルス信号を「負、正、負、正、負」の順に出力するようにする

ことができる。この場合には、第１のバースト波において生じた電荷の偏りを、第２のバースト波によって確実に解消することができるため、使用者の痛みを一層軽減することができる。さらに、上記第２のパルス群出力期間は、上記第１のパルス群出力期間Ｐにおいて出力される複数の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５の極性を逆相にする（電位を反転させる）だけでよいため、各パルス群出力期間における個々の矩形波パルス信号の極性を個別に制御する場合に比べて、制御負荷を軽減することができる。

[0088] なお、本例では、正極性の矩形波パルス信号Ｓ１、Ｓ３、Ｓ５と、負極性の矩形波パルス信号Ｓ２，Ｓ４とが、同一のパルス群出力期間Ｐに含まれるようにしたが、複数のバースト波において、第１のバースト波には正極性の矩形波パルス信号が含まれており、第１のバースト波と異なる第２のバースト波には負極性の矩形波パルス信号が含まれていてもよい。例えば、第１のバースト波の第１のパルス群出力期間Ｐにおけるすべての矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５の極性を正とし、第１のバースト波の次にパルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５を挟んで到来する第２のバースト波の第２のパルス群出力期間におけるすべての矩形波パルス信号の極性を負とし、第１のバースト波と第２のバースト波とを繰り返すようにしてもよい。この場合には、個々のパルス群出力期間については、矩形波パルス信号の極性は同一であるが、繰り返し出力されるバースト波全体において、互いに極性の異なる矩形波パルス信号が含まれていることとなる。この場合においても、第１のバースト波において生じた電荷の偏りを、第２のバースト波によって確実に解消することができるため、使用者の痛みを一層軽減することができる。

[0089] 本例では、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５の継続時間は、パルス群出力期間Ｐの継続時間（１ｍｓ）よりも長くなっている。これにより、パルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５によって、バースト波において繰り返し出力されるパルス群出力期間Ｐの間隔が十分確保されることとなるため、使用者に、パルス群出力期間Ｐにおける複数の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５を一つの電気刺激として認識させやすくなる。その結果、高周波（本例では、周波数５，

０００Ｈｚ）の矩形波パルス信号Ｓ１～Ｓ５から、低周波（本例では２～２０Ｈｚ）のバースト波を容易に出力させることができ、筋肉を刺激するのに適した電気刺激を出力することができる。

[0090] 本例では、パルス群出力期間Ｐの継続時間は同一であるとともにパルス群出力中断期間Ｒ１～Ｒ５の継続時間が異なることにより互いに異なる周波数を有する複数のバースト波パターン（基本波形Ｂ１～Ｂ５）が予め記憶されたバースト波パターン記憶部（出力モード記憶部４０５ａ）と、バースト波パターン記憶部（出力モード記憶部４０５ａ）に記憶された複数のバースト波パターン（基本波形Ｂ１～Ｂ５）からいずれかを選択することにより、電気刺激におけるバースト波の周波数を設定する周波数設定部（出力モード切替部４０５）とを有する。これにより、バースト波パターン記憶部（出力モード記憶部４０５ａ）に予め所定の周波数のバースト波パターン（基本波形Ｂ１～Ｂ５）が複数記憶されているため、バースト波の周波数を変更する際には、周波数設定部（出力モード切替部４０５）がバースト波パターン記憶部（出力モード記憶部４０５ａ）に記憶されたバースト波パターンから所定のものを選択するだけでよく、バースト波の周波数の変更が容易となる。これにより、筋肉を効率的に刺激するのに適した筋肉電気刺激装置１となる。

[0091] また、本例では、バースト波における矩形パルス信号Ｓ１～Ｓ５のパルス幅及び出力停止時間Ｎ１～Ｎ５が一定である。これにより、バースト波の周波数に基づいて、筋肉に付与される電気刺激を変更しやすくなっている。そのため、バースト波の周波数による電気刺激の調整が容易となり、筋肉を効果的に刺激するのに適した電気刺激を出力することが容易となる。

[0092] また、本例では、本体部１０と、電気刺激を出力する複数の電極部３０と、電極部３０に電力を供給する電源部２０と、電源部２０における電力給電を制御する制御部４０と、制御部４０の制御態様を変更可能に構成された操作部５０と、からなり、電源部２０が本体部１０に内蔵されている。これにより、電極部３０に供給される電力を外部に用意する必要がないため、電源の確保が困難な屋外や、外出先などでも容易に使用することができる。また

、電源と接続するためのコード等が不要になるため、使い勝手が向上されるとともに、携帯性にも優れる。

[0093] また、本例では、電極部３０は、本体部１０から延設されたシート状の基材３３に、複数の電極３１１～３１３、３２１～３２３と、電極３１１～３１３、３２１～３２３と電源部３０とを制御部４０を介して電気的に接続するリード部３１１ａ～３１３ａ、３２１ａ～３２３ａとが形成されてなる。これにより、本体部１０から延設されたシート状の基材３０に、電極部３０が形成されていることとなり、本体部１０と電極部３０とを一体化できる。そのため、本体部１０と電極部３０とを接続するためのコード等が不要となり、使い勝手が向上するとともに、携帯性にも優れる。

[0094] また、本例では、電極部３０は、３個以上の電極３１１～３１３、３２１～３２３を有する。上述の如く、パルス群出力期間Ｐに出力停止時間Ｎ１～Ｎ５を含まれていることにより消費電力が低減されているため、３個以上の電極３１１～３１３、３２１～３２３を備えた本構成においても、充分な電気刺激を付与することができる。これにより、広い範囲の筋肉に電気刺激を付与することができるため、筋肉を効率的に刺激することができる。

[0095] また、本例では、電源部２０には、交換可能な電池２１が備えられている。これにより、電池２１を交換するだけで電力の補充をすることができるため、電池容量以上に長時間使用することが容易となる。これにより、過度に大容量の電源を内蔵させる必要がないため、装置を小型化することができる。

[0096] また、本例では、電池２１はコイン電池である。これにより、電池２１が小型となるため、筋肉電気刺激装置１の小型化に寄与する。そして、筋肉電気刺激装置１の小型化に伴って軽量化を図ることができるため、電極部３０が使用者の体から剥離、脱落しにくくなり、使い勝手が向上するとともに、携帯性も向上する。さらに、電池２１は薄型でもあるため、筋肉電気刺激装置１の薄型化にも寄与する。そして、筋肉電気刺激装置１が薄型となることにより、使用者は、筋肉電気刺激装置１を取り付けたまま、その上から衣服

を着用することが可能となる。そのため、筋肉電気刺激装置１を通勤中や通学中、家事や仕事等の作業中、その他様々な状況で使用することができる。また、コイン電池は、他の乾電池等に比べて、高い作動電圧で安定した放電特性を有するため、比較的長時間にわたって筋肉電気刺激装置１を安定して動作させることができる。

[0097] また、電池２１として公称電圧が３．０～５．０Ｖのものを採用することができ、本例では、３．０Ｖの電池２１を採用している。筋肉電気刺激装置１に備えられる電子部品４２、スピーカ４３等の駆動電圧を一致していることから、これらの電子部品４２、４３の駆動のために降圧回路や昇圧回路を別途備える必要がない。これにより、小型化に寄与できる。

[0098] また、上記電源部２０には、上述の交換可能な電池２１に替えて充電可能な電池が内蔵されていてもよい。かかる電池の充電手段として、外部電源と接続可能な給電用の端子を備えていてもよいし、電磁誘導を使用した非接触型の給電部を備えていてもよい。この場合には、当該電池を繰り返し使用できるため、非充電型の電池を使用する場合に比べて、消耗品を削減できる。

[0099] 以上のごとく、本例によれば、使用したときの体感が向上されるとともに、効率的に筋肉を刺激することができる筋肉電気刺激装置１を提供することができる。

[0100] 本例では、第２出力モード（トレーニングモード）は、上述の表２に示す第１ステータス～第４ステータスに基づいて実行した。これに替えて、次に示す変形例１のように、本例と同等の第１ステータス～第４ステータスにおいて、第２ステータスと第３ステータスの間に、表４に示す第２ａステータスを実行し、第３ステータスと第４ステータスとの間に、表４に示す第３ａステータスを実行することとしてもよい。

[表4]

（表4）

第2出力モード(トレーニングモード)

ステータス	1		2		2a			3		3a			4	
周波数	20Hz	出力なし	20Hz	4Hz	4Hz	8Hz	16Hz	20Hz	4Hz	4Hz	8Hz	16Hz	20Hz	4Hz
出力率	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
出力期間	3sec	2sec	3sec	2sec	10sec	10sec	10sec	4sec	2sec	10sec	10sec	10sec	5sec	2sec
継続期間	300sec (=5min)		300sec (=5min)		30sec (=0.5min)			300sec (=5min)		30sec (=0.5min)			300sec (=5min)	

[0101] 変形例１では、表４に示すように、第２ａステータス及びは第３ａステータスは以下の通り行う。

（２ａ）第２ａステータスでは、第２バースト波（４Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行った後、第３バースト波（８Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行い、さらにその後、第４バースト波（１６Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行う。

（３ａ）第３ａステータスでは、第２バースト波（４Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行った後、第３バースト波（８Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行い、さらにその後、第４バースト波（１６Ｈｚ）で１０秒間、１００％の出力を行う。

なお、当該変形例１では、本例の第２出力モード（表２参照）に比べて第２ａステータス及び第３ａステータスが追加されているため、表４に示す第１出力モード（ウォームアップモード）、第２出力モード（トレーニングモード）及び第３出力モード（クールダウンモード）を連続して行った場合の合計時間は２３分間となる。

[0102] 第２ａステータスでは、バースト波の周波数が４Ｈｚから１６Ｈｚへ段階的に高くなるように構成されているため、第２ａステータスから第３ステータスへ切り替え時の周波数変化が滑らかとなる。同様に、第３ａステータス

から第４ステータスへ切り替え時の周波数変化が滑らかとなる。そして、当該変形例１では、実施例１の場合に対して、第２ａステータス及び第３ａステータスが加わることにより、第２出力モード（トレーニングモード）における電気刺激のパターンが大きく変化することとなる。その結果、使用者における当該電気刺激への慣れによる体感の低下を防止することができ、より効果的に腹直筋を刺激することができる。また、第２ａステータス・第３ａステータスを設けることもより、電気刺激の付与によって疲労した筋肉における疲労物質を押し流す効果も奏する。なお、第２出力モード（トレーニングモード）をこのように設定した当該変形例１において、実施例１と同等の作用効果も奏する。

[0103] なお、実施例１では、６個の電極３１１～３１３、３２１～３２３を備えることとしたが、これに限らず、２個以上とすることができる。例えば、変形例２においては、図１４、図１５に示すように、電極として、実施例１の電極３１１、３２１と同様の構成ではあるが、一回り大きい電極３１１、３２１を２個備える。なお、変形例２において実施例１と同等の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。この場合にも、実施例１と同等の作用効果を奏する。そして、変形例２の筋肉電気刺激装置１によれば、電極が６個の場合（図２参照）に比べて、電極３１１、３２１の個数が少ないため、電極あたりの消費電力を大きくすることができることから、各電極３１１、３２１を一回り大きくしている。これにより、電極１つによって電気刺激を付与できる範囲が広がり、腕部、大腿部等の大きい部位の筋肉を刺激しやすくなっている。

[0104] なお、実施例１では、バースト波の周波数を変更する際には、周波数設定部（出力モード切替部４０５）がバースト波パターン記憶部（出力モード記憶部４０５ａ）に記憶されたバースト波パターンから所定のものを選択するようにしている。これに替えて、次の変形例３のようにすることもできる。変形例３では、図１６に示すように、バースト波の周波数を選択する周波数選択部としての操作面５４ａと、中断期間継続時間算出部４０５ｂと、中断

期間継続時間設定部４０５ｃと、を有する。

そして、中断期間継続時間算出部４０５ｂは、周波数選択部（操作面５４ａ）により選択された周波数に基づいてパルス群出力中断期間の継続時間を算出する。

中断期間継続時間設定部４０５ｃは、中断期間継続時間算出部４０５ｂによって算出された上記継続時間に基づいて上記パルス群出力中断期間の継続時間を設定する。

なお、変形例３において実施例１と同等の構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

[0105] かかる変形例３によれば、周波数選択部（操作面５４ａ）によってバースト波の周波数を所望の周波数に設定することができるため、使用者の好み（収縮の強度・収縮と弛緩の間隔）に基づいて、バースト波の周波数を適宜設定することにより、使用者ごとに、一層効率的に筋肉を刺激することができる筋肉電気刺激装置１となる。なお、当該変形例３においても、バースト波の周波数の変更態様に関する作用効果を除いて、実施例１と同等の作用効果を奏する。

請求の範囲

[請求項1] 電気刺激を筋肉に与える筋肉電気刺激装置であって、

上記電気刺激は、矩形波パルス信号が出力停止時間を挟んで複数出力されるパルス群出力期間と、上記出力停止時間よりも長く矩形波パルス信号の出力が中断されるパルス群出力中断期間とからなるバースト波が繰り返し出力されてなり、

上記繰り返される複数のバースト波には、正極性の上記矩形波パルス信号と、負極性の上記矩形波パルス信号とが含まれていることを特徴とする筋肉電気刺激装置。

[請求項2] 上記パルス群出力中断期間の継続時間は、上記パルス群出力期間の継続時間よりも長いことを特徴とする請求項１に記載の筋肉電気刺激装置。

[請求項3] 上記パルス群出力期間の継続時間は同一であるとともに上記パルス群出力中断期間の継続時間が異なることにより互いに異なる周波数を有する複数のバースト波パターンが予め記憶されたバースト波パターン記憶部と、該バースト波パターン記憶部に記憶された上記複数のバースト波パターンからいずれかを選択することにより、上記電気刺激におけるバースト波の周波数を設定する周波数設定部とを有することを特徴とする請求項２に記載の筋肉電気刺激装置。

[請求項4] 本体部と、上記電気刺激を出力する電極部と、該電極部に電力を供給する電源部と、該電源部における電力給電を制御する制御部と、該制御部の制御態様を変更可能に構成された操作部と、からなり、上記電源部が上記本体部に内蔵されていることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の筋肉電気刺激装置。

[請求項5] 上記電極部は、上記本体部から延設されたシート状の基材に、複数の電極と、該電極と上記電源部とを上記制御部を介して電気的に接続するリード部とが形成されてなることを特徴とする請求項４に記載の筋肉電気刺激装置。

[請求項6] 上記電極部は、３個以上の電極を有することを特徴とする請求項４又は５に記載の筋肉電気刺激装置。

[請求項7] 上記電源部には、交換可能な電池が備えられていることを特徴とする請求項４～６のいずれか一項に記載の筋肉電気刺激装置。

[請求項8] 上記電池はコイン電池又はボタン電池であることを特徴とする請求項７に記載の筋肉電気刺激装置。