

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4174831号  
(P4174831)

(45) 発行日 平成20年11月5日(2008.11.5)

(24) 登録日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(51) Int. Cl. F 1  
A 6 1 N 1/32 (2006.01) A 6 1 N 1/32

請求項の数 2 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-35708 (P2004-35708)</p> <p>(22) 出願日 平成16年2月12日(2004.2.12)</p> <p>(65) 公開番号 特開2005-224387 (P2005-224387A)</p> <p>(43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25)</p> <p>審査請求日 平成17年9月8日(2005.9.8)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 391009800 株式会社テクノリンク 新潟県新潟市秋葉区荻島2丁目30番15号</p> <p>(74) 代理人 100080089 弁理士 牛木 護</p> <p>(74) 代理人 100119312 弁理士 清水 栄松</p> <p>(74) 代理人 100137800 弁理士 吉田 正義</p> <p>(72) 発明者 小林 辰之 新潟県新潟市荻島2丁目30番15号 株式会社テクノリンク内</p> <p>審査官 大和田 秀明</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 生体刺激装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体に導子を当て、この導子から生体に電流を流して刺激を与える生体刺激装置において、前記導子に刺激信号を出力する刺激発生手段を備え、

前記刺激発生手段は、同一群内で同一の周期を有する複数の矩形波パルスによって構成される矩形波パルス群の繰り返しを、前記刺激信号として出力するものであり、

さらに前記矩形波パルス群を正負交互に周期的に繰り返し出力し、複数の前記矩形波パルス群からなる所定の時間幅において、この時間幅の半分が経過するまでは、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスのデューティを徐々に大きくし、その後この時間幅の終わりに近づくに従って、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスのデューティを徐々に小さくする構成であることを特徴とする生体刺激装置。

【請求項2】

生体に導子を当て、この導子から生体に電流を流して刺激を与える生体刺激装置において、前記導子に刺激信号を出力する刺激発生手段を備え、

前記刺激発生手段は、同一群内で同一のオン時間を有する複数の矩形波パルスによって構成される矩形波パルス群の繰り返しを、前記刺激信号として出力するものであり、

さらに前記矩形波パルス群を正負交互に周期的に繰り返し出力し、複数の前記矩形波パルス群からなる所定の時間幅において、この時間幅の半分が経過するまでは、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスの密度を徐々に高くし、その後この

時間幅の終わりに近づくと従って、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスの密度を徐々に低くする構成であることを特徴とする生体刺激装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電極を内蔵した導子を生体に当て、この導子から生体に電流を流して刺激を与える生体刺激装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の生体刺激装置は、発信器から導子に出力される低周波のパルス電流を、患部に流して神経治療などの治療を行なうようにしている。そして例えば、特許文献1には、使用者が切換操作スイッチを操作することにより、出力回路から生体である人体に出力する刺激信号を、正のパルス周期毎に出力する直流間欠パルスと、正のパルスと負のパルスとからなる矩形波パルス群を周期毎に出力する交流間欠パルスと、正のパルスと負のパルスとを周期毎に出力する交互間欠パルスのいずれかに切換えたり、それぞれの間欠パルスの周期や振幅を変化させて、刺激の速さや強さを調節できる生体刺激装置が開示されている。

10

【0003】

ところで、周知として、人体の筋肉は筋電位信号と呼ばれる電気信号により収縮及び弛緩することが知られている。前記矩形波パルスなどの電気信号で筋肉を1回だけ刺激すると、筋はすばやく収縮して弛緩する。これを単収縮と言う。同様に筋肉を連続して2回刺激すると、第1の収縮の上に第2の収縮が重なって、単収縮よりも大きい収縮が得られる。これを収縮の加重と言ひ、刺激の回数を増して行くと、収縮は更に大きく持続的になる。

20

【0004】

また、人体は直流を通しにくく、その抵抗値は電圧にもよるが概ね100K である反面、周波数1KHzの交流電圧では1K 程度で、周波数が倍になると抵抗値は半分になる。つまり、人体はちょうどコンデンサのような容量性があり、周波数の増加と共に生体抵抗が減少する特性を有している。

【0005】

このような筋肉ひいては人体の特性から、刺激信号が直流に近い低周波数や、直流成分(直線の部分)が多い矩形波ほど上述した収縮の加重が速やかに進み、勢いよく収縮し勢いよく弛緩する。そのため、人体に対する刺激感が強くなる。一方、刺激信号が正弦波などの交流の場合は、収縮の加重がゆっくり進み、徐々に収縮し徐々に弛緩することとなり、刺激感が柔らかくなる。したがって、同じ周波数であっても、矩形波よりも正弦波の方が、収縮の加重がゆるやかになるので刺激が柔らかくなる。

30

【0006】

このような正弦波状の刺激信号を人体に与える生体刺激装置の一例を図10に示す。同図において、101は制御手段であるCPU(中央演算処理装置)であり、ここから出力されるデジタルデータ信号をD/A回路102によりアナログデータ信号に変換する。そして、アナログデータ信号をアンプ回路103により増幅した後、トランス104を経由して正弦波状の刺激信号を導子である出力端子105間に発生させる。この場合、正弦波の振幅は、例えばアンプ回路103の前段に接続される出力可変ボリューム106を操作することにより任意に増減させることができる。

40

【0007】

しかし、このような構成で発生させた正弦波は刺激感がソフトで人体に好ましい反面、単一の周波数成分しか存在せず、幅広い治療、施術効果を得るに甚だ不利である。また、装置の出力回路においても、正弦波状の波形を得るためにD/A回路102やアンプ回路103などのいわゆるアナログ回路を使用せざるを得ず、部品点数が増える上に回路構成が複雑となって電力効率も悪くなる上に、製造原価の上昇を招く。すなわち、正弦波を出力する回路では、トランジスタや抵抗、コンデンサなどの部品が数十個必要とされる。

50

## 【0008】

上記問題を解決する手段として、本願出願人が先に出願した特許文献2には、所定の繰り返し周波数で出力される矩形波パルスをパルス幅変調（矩形波パルスのオフ幅一定でオン幅を増減）し、この矩形波パルスよりも高い周波数成分を複数含む矩形波パルス群の繰り返しを、刺激信号として前記導子に出力する刺激発生手段を備えたものが開示されている。この場合、矩形波パルス群の時間幅の半分が経過するまでは個々のオンパルスの時間幅が徐々に広がり、その後矩形波パルス群の立下りに近づくに従って個々のオンパルスの時間幅を徐々に狭めるようなPWM変調方法（パルス幅変調方法）を採用しており、人体に通電した波形が略正弦波状に歪む事を利用して、人体にソフトな刺激感を与えるようにしている。

10

【特許文献1】特開平1-146562号公報

【特許文献2】特開2001-259048号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

ところで上記特許文献2では、矩形波パルス群の発生期間中において、個々のオンパルス幅（オン時間）が例えば $10\mu\text{}$ ～ $60\mu\text{}$ と大きく変化する一方で、各オンパルス間のオフ時間間隔は一定であるため、とりわけオンパルス幅が広い期間では、人体の等価静電容量に対する充電量が急激に上昇して、体感的にソフトな刺激感が得られにくいという不満があった。また、正弦波の振幅が一定であり、単調で規則的な刺激であった。一般に、人体はこのような単調な刺激に対して順応現象を示し、時間の経過と共に治療の効果が薄れる傾向がある。とはいえ、単調さを避けるために単に不規則な刺激とするだけでは、かえって不快感を助長する結果となる場合がある。

20

## 【0010】

そこで本発明は上記問題点に鑑み、より自然でソフトな刺激感を簡単な制御で容易に得ることができると共に、長期にわたり幅広い治療及び施術効果を継続して得ることができる生体刺激装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明の請求項1における生体刺激装置は、生体に導子を当て、この導子から生体に電流を流して刺激を与える生体刺激装置において、前記導子に刺激信号を出力する刺激発生手段を備え、前記刺激発生手段は、同一群内で同一の周期を有する複数の矩形波パルスによって構成される矩形波パルス群の繰り返しを、前記刺激信号として出力するものであり、さらに前記矩形波パルス群を正負交互に周期的に繰り返し出力し、複数の前記矩形波パルス群からなる所定の時間幅において、この時間幅の半分が経過するまでは、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスのデューティを徐々に大きくし、その後この時間幅の終わりに近づくに従って、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスのデューティを徐々に小さくする構成であることを特徴とする。

30

## 【0012】

このようにすると、矩形波パルス群を構成する各矩形波パルスの周期は、同一の矩形波パルス群内で一定になっており、矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルス群の時間幅よりも大変短い時間幅を有する矩形波パルス単体の周期内で変化するだけであるため、比較的前記オン時間の変化が少ない。したがって、人体の等価静電容量に対する充電量が急激に上昇することなく緩やかになって、よりソフトな刺激感を得ることができる。また、矩形波パルスの周期は各々一定であり、そのデューティを変化させるだけなので簡単な制御シーケンスで容易に実現可能である。さらに、生体内を流れる刺激信号は例えば正弦波などの滑らかな波形に高周波成分が重畳するような波形となるため、低周波治療と同時に該高周波成分による高周波治療の効果が得られ、低周波治療のみでは成し得ないような幅広い治療及び施術効果を得ることができる。さらに矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルス群の時間幅内で一定となっている上に、矩形波パルス群の周期毎に徐々に変化するため

40

50

、さらに前記オン時間の変化が少なくなる。したがって、人体の等価静電容量に対する充電量がより緩やかになって、さらなるソフトな刺激感を得ることができる。また、この刺激信号は、所定の時間幅を一周期として、矩形波パルス群全体で矩形波パルスのデューティが増減する振動性を有する交流波形となる。したがって、単調で規則的な刺激とはならず、適度に規則的な変化を示す刺激となるため、長時間使用してもさらに治療の効果が継続する。また、本来生体内で発生する筋電位信号のような振動性を有する交流波形であるため、無理のないごく自然な筋肉の動きとなり、ソフトで心地よく感じる。以上から、より自然でソフトな刺激感を簡単な制御で容易に得ることができると共に、さらに長期にわたり幅広い治療及び施術効果を継続して得ることができる。

【0013】

本発明の請求項2における生体刺激装置は、生体に導子を当て、この導子から生体に電流を流して刺激を与える生体刺激装置において、前記導子に刺激信号を出力する刺激発生手段を備え、前記刺激発生手段は、同一群内で同一のオン時間を有する複数の矩形波パルスによって構成される矩形波パルス群の繰り返しを、前記刺激信号として出力するものであり、さらに前記矩形波パルス群を正負交互に周期的に繰り返し出力し、複数の前記矩形波パルス群からなる所定の時間幅において、この時間幅の半分が経過するまでは、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスの密度を徐々に高くし、その後この時間幅の終わりに近づくに従って、正負一組の前記矩形波パルス群を出力する毎に前記矩形波パルスの密度を徐々に低くする構成であることを特徴とする。

【0014】

このようにすると、一つの矩形波パルス群内において、その矩形波パルス群を構成する各矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルスの数（密度）に拘らず一定であるため、人体の等価静電容量に対する充電量が急激に上昇することなく緩やかになって、よりソフトな刺激感を得ることができる。また、矩形波パルスのオン時間は各々一定であり、その数を変化させるだけなので簡単な制御シーケンスで容易に実現可能である。さらに、生体内を流れる刺激信号は例えば正弦波などの滑らかな波形に高周波成分が重畳するような波形となるため、低周波治療と同時に該高周波成分による高周波治療の効果が得られ、低周波治療のみでは成し得ないような幅広い治療及び施術効果を得ることができる。さらに、矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルス群の時間幅内で一定となっている上に、矩形波パルス群の周期毎に徐々に変化するため、さらに前記オン時間の変化が少なくなる。したがって、人体の等価静電容量に対する充電量がより緩やかになって、さらなるソフトな刺激感を得ることができる。また、この刺激信号は、所定の時間幅を一周期として、矩形波パルス群全体で矩形波パルスの密度が増減する振動性を有する交流波形となる。したがって、単調で規則的な刺激とはならず、適度に規則的な変化を示す刺激となるため、長時間使用してもさらに治療の効果が継続する。また、本来生体内で発生する筋電位信号のような振動性を有する交流波形であるため、無理のないごく自然な筋肉の動きとなり、ソフトで心地よく感じる。以上から、より自然でソフトな刺激感を簡単な制御で容易に得ることができると共に、さらに長期にわたり幅広い治療及び施術効果を継続して得ることができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、以上説明したようなものであるから、以下に記載されるような効果を奏する。

【0016】

本発明の請求項1における生体刺激装置によれば、振動性を有する交流波形により、その効果が継続し、より自然でソフトな刺激感を簡単な制御で容易に得ることができると共に、前記波形に重畳する高周波成分により、長期にわたり幅広い治療及び施術効果を得ることが可能になる。

【0017】

本発明の請求項2における生体刺激装置によれば、振動性を有する交流波形により、そ

10

20

30

40

50

の効果が継続し、より自然でソフトな刺激感を簡単な制御で容易に得ることができると共に、前記波形に重畳する高周波成分により、長期にわたり幅広い治療及び施術効果を得ることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、添付図面を参照しながら、本発明における生体刺激装置の好ましい実施例を説明する。なお、以下の実施例において、従来例と同一箇所には同一符号を付し、共通する部分の説明は重複するため極力省略する。

【0019】

装置の全体構成を図1に基づき説明すると、1は交流入力を安定化した状態で直流出力に変換する安定化電源であり、ここではAC100Vの交流電圧を、DC+15VおよびDC+5Vの直流電圧にそれぞれ変換している。2は、前記安定化電源1からのDC+5Vの直流電圧と、水晶発振器3からの基準クロック信号とにより動作する制御手段としてのCPU(中央演算処理装置)である。このCPU2は周知のように、入出力手段、記憶手段および演算処理手段などを内蔵し、記憶手段に記憶された制御シーケンスにしたがって、所定のパターンの刺激電流を生体である人体(図示せず)に与えるようになっている。

【0020】

前記CPU2の入力側ポートには、複数の刺激モードのなかから特定の刺激モードを選択するモード選択手段としてのスイッチ4が複数接続される。これに対応して、CPU2の出力側ポートには、どの刺激モードが選択・実行されたかを示すモード表示手段としてのLED6が複数接続される。その他、CPU2の出力側ポートには、刺激時間をカウント表示する時間表示手段としてのセグメントLED7と、刺激発生手段8を構成する2つのFET9,10と、人体に与える刺激信号の振幅およびインターバル(休止期間)を変化する出力可変回路11が接続される。なお、本実施例では便宜上1つのセグメントLED7だけを図示したが、実際には二つまたはそれ以上のセグメントLED7が並設される。また、例えば共通のLCD表示器などにより、前記LED6とセグメントLED7を一体化させて表示させても良い。

【0021】

前記出力可変回路11は、安定化電源1からのDC+15Vの直流電圧により作動するもので、CPU2から出力される各制御信号、すなわち強制刺激指令信号(HAMMAR)、刺激休止期間設定信号(INTERVAL)、および刺激開始信号(START)と手動操作可能な可変抵抗14からの出力レベル設定信号とにより、DC0VからDC+15Vの範囲で振幅変調された所定の繰り返し周波数で出力される矩形波状の可変出力信号を刺激発生手段8に供給する。一方、前記刺激発生手段8は、出力可変回路11からの可変出力信号をパルス幅変調するもので、スイッチ手段としての前記FET9,10の他に、一次側と二次側とを絶縁したトランス21を備えて構成される。具体的には、トランス21の一次巻線22は、そのセンタータップが前記出力可変回路11の可変出力ラインに接続されると共に、刺激信号を出力する二次巻線23の両端には、導子に相当する一対の出力端子24がそれぞれ接続される。また、ソース接地された一方のFET9のドレインには、トランス21の一次巻線22の一端が接続され、同じくソース接地された他方のFET10のドレインには、トランス21の一次巻線22の他端が接続される。そして、CPU2から+側PWM(パルス幅変調)信号が、FET9の制御端子であるゲートに供給され、CPU2からの-側PWM信号が、FET10の制御端子であるゲートに供給されるようになっている。

【0022】

次に、上記構成に付きその作用を図2の波形図に基づき説明する。なお、図2において、最上段にある波形は可変回路11からの可変出力信号で、以下+側PWM信号、-側PWM信号および出力端子24間の刺激信号の各波形が示されている。

【0023】

スイッチ4により特定の刺激モードを選択し、図示しないスタートスイッチを操作すると、CPU2によって選択した刺激モードに対応するLED6が点灯する。また、CPU

10

20

30

40

50

2は、この選択した刺激モードに見合う刺激信号が出力端子24間から出力されるように、刺激発生手段8や出力可変回路11を含む各部を制御する刺激生成手段として作用する。この一連の制御において、CPU2から出力可変回路11に刺激開始信号を出力すると、図2のグラフの左側に示すように、所定の時間幅 $t_1$ を有する振幅 $A_1$ の矩形波を周期 $T$ 毎に繰り返し出力する可変出力信号が、出力可変回路11から刺激発生手段8に供給される。なお、ここで振幅 $A_1$ は、可変抵抗14によりDC0VからDC+15Vの範囲で適宜可変できるため、使用者が刺激の度合いを所望の状態に変えることが容易になる。また、ここには図示していないが、後述する矩形波パルス群を規定する可変出力信号の周期 $T$ や時間幅 $t_1$ も、CPU2からの指令によって可変できるようにすれば、使用者にとってより好ましい刺激を得やすくなる。しかもこれは、CPU2内の制御プログラムを変更するだけで簡単

10

#### 【0024】

CPU2は、前記出力可変回路11から可変出力信号が出力される毎に、この可変出力信号の出力期間中において、これより高い周波数成分を有する複数のオンパルスを、FET9またはFET10に交互に出力する。このとき、一つの可変出力信号の時間幅 $t_1$ 内において、最終的に矩形波パルスとなる各々のオンパルスは、同一の周期 $t_2$ 毎にFET9またはFET10のオン幅とオフ幅の比が一定となるように出力される。すなわち、FET9またはFET10に出力するオンパルスは、時間幅 $t_1$ 内において、一定周期 $t_2$ 毎にデューティ一定で出力される。なお、本実施例で用いるパルス幅変調は、各矩形波パルスの周期 $t_2$ を一定にして、そのオン幅を各矩形波パルス群毎に可変制御するものであり、特許文献2のように各矩形波パルスのオフ幅を一定にして、オン幅及び周期を増減させるものではないことに注意されたい。また、各オンパルスのデューティは、複数の矩形波パルス群を一単位とした所定の時間幅内において、時間幅 $t_1$ を有する矩形波パルス群毎に可変制御されることとなるが、このデューティの可変制御については後述する。

20

#### 【0025】

そして、トランス21の一次巻線22のセンタータップに可変出力信号が出力されている状態で、CPU2からFET9に+側PWM信号が供給されると、オンパルスの出力される期間中にFET9がターンオンして、一次巻線22の一端側(ドット側)が接地され、二次巻線23の一端側(ドット側)に電圧が誘起される。また、同じくトランス21の一次巻線22のセンタータップに可変出力信号が出力されている状態で、CPU2からFET10に-側PWM信号が供給されると、オンパルスの出力される期間中に、FET10がターンオンして、二次巻線の他端側(非ドット側)に電圧が誘起される。従って、図2にも示すように、可変出力信号が出力される期間中に、FET9のゲートにオンパルスを供給すると、正極性の刺激信号がパルス状に出力され、矩形波パルスが出力される期間中に、FET10のゲートにオンパルスを供給すると、負極性の刺激信号がパルス状に出力される。

30

#### 【0026】

こうして出力端子24間には、前記振幅 $A_1$ に比例した電圧レベルで、しかも可変出力信号をFET9,10によりそれぞれ一定の周期 $t_2$ 及びデューティを有する複数の矩形波パルスにパルス幅変調した矩形波パルス群 $S$ が刺激信号として正負交互に繰り返し発生する。また、矩形波パルス群 $S$ を構成する矩形波パルスのデューティは、後述するように複数の矩形波パルス群 $S$ を一単位とした所定の時間幅内において、各矩形波パルス群 $S$ 毎に可変制御される。なお、刺激信号が出力される間は、CPU2に内蔵するタイマ(図示せず)が時間を計測し、その結果をセグメントLED7で表示する。

40

#### 【0027】

このような刺激信号を発生したときの波形を、図3および図5に示す。ここでのサンプル波形としての刺激信号は、矩形波パルス群 $S$ の繰り返し周波数が2.08kHz(繰り返し周期 $T=480\mu\text{sec}$ )で、各々が $50\mu\text{sec}$ の一定周期で現れる高周波信号成分の矩形波パルスが含まれている。図3は、参考として出力端子24間に500 $\Omega$ のダミー抵抗を負荷として接続したときの波形である。また図4は、図3における波形の時間軸を拡大したものである。この図3と図4の場合は、図2に示す刺激信号と概ね同じ波形がダミー抵抗の両端間に

50

発生する。これに対して、図5は出力端子24を人体の腹に当てて通電した時の出力端子24間の電圧波形であり、図6は、図4と同様に図5における波形の時間軸を拡大したものである。出力端子24を人体の腹に当てて通電した場合は、人体があたかもコンデンサのような容量体として作用するため、図7に示すような等価回路とみなすことができる。同図において、25及び26は導子としての出力端子24と人体の間に形成される容量体としてのコンデンサであり、27は人体が有する抵抗である。以下、この等価回路に従い人体における刺激信号の作用について説明する。

【0028】

出力端子24間に矩形波パルスが出力されると、矩形波パルスのオン時間中はコンデンサ25, 26に電荷が充電される。逆に、矩形波パルスのオフ時間はコンデンサ25, 26の電荷が放電される。このときコンデンサ25, 26の電荷は、コンデンサ25, 26及び抵抗27による時定数に従って充放電される。次の矩形波パルスが出力されると、コンデンサ25, 26には電荷が放電しきらずに残留しているため、次の矩形波パルスはコンデンサ25, 26に充電された電圧 $V_C$ でバイアスされた形となる。同様にして、矩形波パルスが出力される毎に充放電を繰り返していくと、前記バイアス電圧 $V_C$ は徐々に増加していくが、矩形波パルス群を構成する矩形波パルスのデューティは全て一定のため、ある値に収束することとなる。そして、矩形波パルス群 $S$ をなす最後の矩形波パルスが印加し終わると、後は時定数に従って放電され、0に収束していく。このとき、矩形波パルス群の波形は、前記バイアス電圧 $V_C$ を振幅とする正弦波に、高周波成分としての矩形波パルスが重畳した形となっていることに注目されたい。

【0029】

続いて次の矩形波パルス群が出力されるが、この矩形波パルス群を構成する各矩形波パルスのデューティは、先程の矩形波パルス群における各矩形波パルスのデューティよりも大きくなるようにパルス幅変調する。具体的に言うと、例えば前回の正負の矩形波パルス群における各矩形波パルスのデューティを0.1とし、今回の正負の矩形波パルス群における各矩形波パルスのデューティを0.2とする。このようにすると、矩形波パルスのオン幅でのコンデンサ25, 26に充電される電荷量が増加し、矩形波パルスのオフ幅でのコンデンサ25, 26から放電される電荷量が減少するため、前回の矩形波パルス群のものをちょうど正弦波の振幅を大きくかつ正負反転したような波形となる。

【0030】

ここで、図5に示す $T_0$ は、前記矩形波パルス群 $S$ の一周期 $T$ を最小単位として構成される所定の時間幅を規定する振動周期であり、上記のような矩形波パルス群 $S$ 毎のパルス幅変調の繰り返し周期となる。より詳細に言うと、振動周期 $T_0$ の開始から半分までは、各々の前記矩形波パルスのデューティが正負一組の前記矩形波パルス群 $S$ 毎に例えば0.1, 0.2, 0.3, ...と徐々に大きくなり、前記振動周期 $T_0$ の半分から終了までは、各々の前記矩形波パルスのデューティが正負一組の前記矩形波パルス群 $S$ 毎に例えば... , 0.3, 0.2, 0.1と徐々に小さくなるように、前記矩形波パルスのデューティを各矩形波パルス群 $S$ 毎に可変する。その結果、図5に示すような高周波成分が重畳した振動性を有する交流波形を得ることとなる。

【0031】

つまり、矩形波パルスのデューティが小さい場合は、人体の等価静電容量に対する充電量が少なく放電量が多いため、出力端子24間の電圧波形の振幅が小さく変化も緩やかになるが、矩形波パルスのデューティ比が大きくなると、人体の等価静電容量に対する充電量が多く放電量が少ないため、出力端子24間の電圧波形の振幅が大きくなり変化も急になる。この結果、刺激信号は正負を繰り返す振動性を有する交流波形となり、この低周波信号の上に高周波矩形波信号が載った波形が形成される。なお、矩形波パルスのデューティを変化させない場合は、振幅が一定となり、正弦波に近似した交流波形となる。

【0032】

ところで、筋電位信号は電圧、周波数、位相等が複雑に影響しあつたノイズ状の波形となって観測されるが、低周波領域においては正負を繰り返す振幅が不規則な振動性を有す

10

20

30

40

50

る交流波形であるため、図5に示すような振動性を有する交流波形を筋肉に送るとごく自然な筋肉の動きとなり、ソフトで心地よく感じる。この振動性を有する交流波形状に歪んだ低周波信号により、同じ電流および周波数を有する矩形波に比べて非常にソフトで自然な刺激感を得ることができる。しかも、刺激信号にはF E T 9, 10のスイッチングにより得られた高周波矩形波信号が載っているため、その成分の治療効果が期待できる。具体的な高周波成分による治療効果としては、高周波が人体の内部に浸透し、血管に作用することで、血行を促進し、こりや痛みを治療したり、自律神経の調整をする効果がある。また、皮膚温が上昇する効果もある。

【0033】

また、個々の矩形波パルスの周期 $t_2$ は一定で、そのデューティのみが刺激発生手段8により変化するため、特許文献2に開示されるものに比べ幅の広いオンパルスが存在しない。そのため、人体の等価静電容量に対し充電電流が小刻みに供給され、その充電量(通電量)が緩やかに上昇する。したがって、高周波のオンパルス成分においても、体感的によりソフトな刺激感を得ることができる。

【0034】

なお、本実施例の変形例としては、上記振動周期内で各矩形波パルス群Sにおける矩形波パルスのデューティを別なパターンで変化させることにより、例えば、三角波や鋸波などの各種歪形波を人体に与えることができ、独特の刺激感が得られる。具体的に言うと、間欠的な出力波形による“たたき”の効果や、一定間隔で連続的な出力波形による“振動”、さらに、“振動”よりも出力の時間間隔を縮めた波形を間欠的に出力することによる“もみ”などの様々な刺激感が得られ、いずれも自然でソフトな刺激感とすることが可能である。

【0035】

ところで、一般に、人体は単調な刺激に対して順応現象を示し、時間の経過と共に痛みの除去や緩和効果などの治療効果が薄れる傾向がある。しかし、本実施例においては、低周波成分の振幅が大きく変化するためそのような欠点はないが、前記順応現象を効果的に防止するため、強刺激指令信号及び刺激休止期間設定信号を設けている。これらにより、C P U 2の制御シーケンスとして、このC P U 2から出力可変回路11に刺激休止期間設定信号が出力される間は、一時的に刺激信号の出力を停止して、刺激の休止期間を設けることができ、C P U 2から出力可変回路11に強刺激指令信号が出力されると、図2のグラフの右側に示すように、予め設定した振幅A1よりも大きい振幅A2の矩形波パルスが出力可変回路11から刺激発生手段8に一時的に出力され、それまでよりも大きい矩形波パルス群S'を有する強い刺激信号を人体に与えることができる。

【0036】

なお、図2に示すようなパルス幅変調された矩形波パルス群を得る手段は、図1に示すものに限定されない。例えば図8に示すように、本発明に従い予めパルス幅変調された複数の矩形波パルス群を一定時間毎に送出する刺激生成手段31と、刺激生成手段31から一定時間の矩形波パルス群が出力される毎に、その矩形波パルス群を正負交互に反転出力する信号反転手段32と、この信号反転手段32からの出力信号を、刺激信号として増幅出力する刺激発生手段33とを備えたものでもよい。この場合も、刺激生成手段31にて矩形波パルス群Sの休止期間や振幅を任意に可変できるようにしてよい。さらに、刺激生成手段31が正負交互の矩形波パルス群Sを生成できるならば、信号反転手段32は不要になる。

【0037】

以上のように上記実施例では、生体に導子としての出力端子24を当て、この出力端子24から生体に電流を流して刺激を与える生体刺激装置において、前記出力端子24に刺激信号を出力する刺激発生手段8を備え、この刺激発生手段8は、同一群内で同一の周期 $t_2$ を有する複数の矩形波パルスによって構成される矩形波パルス群Sの繰り返しを、前記刺激信号として出力するものであり、さらに前記矩形波パルス群Sを周期Tで正負交互に周期的に繰り返し出力し、複数の矩形波パルス群Sからなる所定の時間幅T0において、この時間幅T0の半分が経過するまでは、個々の前記矩形波パルス群Sを出力する毎に前記矩

10

20

30

40

50

形波パルスのデューティを徐々に大きくし、その後この時間幅  $T_0$  の終わりに近づくに従って、個々の前記矩形波パルス群  $S$  を出力する毎に前記矩形波パルスのデューティを徐々に小さくするように構成している。

**【 0 0 3 8 】**

このようにすると、矩形波パルス群  $S$  を構成する各矩形波パルスの周期  $t_2$  は、同一の矩形波パルス群  $S$  内で一定になっており、矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルス群  $S$  の時間幅  $t_1$  よりも大変短い時間幅を有する矩形波パルス単体の周期  $t_2$  内で変化するだけであるため、比較的オン時間の変化が少ない。例えば本実施例では、周期  $t_2 = 50 \mu\text{sec}$  のため、矩形波パルスのデューティが仮に0.1から0.9の間で変化したとしても、矩形波パルスのオン時間は  $5 \mu\text{sec}$  から  $45 \mu\text{sec}$  となり、矩形波パルス群  $S$  の時間幅  $t_1$  に比べれば比較的变化が少ない。もちろん矩形波パルスの周期  $t_2$  を短くすれば、より変化が少なくなる。したがって、人体の等価静電容量25, 26に対する充電量が急激に上昇することなく緩やかであるため、よりソフトな刺激感を得ることができる。また、矩形波パルスの周期  $t_2$  は各々一定であり、そのデューティを変化させるだけなので簡単な制御シーケンスで容易に実現可能である。さらに、生体内を流れる刺激信号は例えば正弦波などの滑らかな波形に高周波成分が重畳するような波形となるため、低周波治療と同時に該高周波成分による高周波治療の効果が得られ、低周波治療のみでは成し得ないような幅広い治療及び施術効果を得ることができる。さらに矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルス群  $S$  の時間幅  $t_1$  内で一定となっている上に、矩形波パルス群  $S$  の周期  $T$  毎に徐々に変化するため、さらにオン時間の変化が少なくなる。したがって、人体の等価静電容量25, 26に対する充電量が急激に上昇することなくより緩やかになって、さらにソフトな刺激感を得ることができる。また、生体内の刺激信号は、所定の時間幅  $T_0$  を一周期として、矩形波パルス群  $S$  全体で矩形波パルスのデューティが増減する振動性を有する交流波形となる。したがって、単調で規則的な刺激とはならず、適度に規則的な変化を示す刺激となるため、長時間使用しても効果が継続する。また、本来生体内で発生する筋電位信号のような振動性を有する交流波形であるため、無理のないごく自然な筋肉の動きとなり、ソフトで心地よく感じる。以上から、より自然でソフトな刺激感を簡単な制御で容易に得ることができると共に、さらに長期にわたり幅広い治療及び施術効果を継続して得ることができる。

**【 0 0 3 9 】**

次に、本発明の別な変形例を図9に示す。装置の全体構成は図1に示すものと共通しているが、ここでは図9に示すように、各矩形波パルス群  $S$  内で同一のオン時間を有する複数の矩形波パルスから成る矩形波パルス群  $S$  の繰り返しを、出力端子24間から刺激信号として刺激発生手段8が出力し、かつこの刺激発生手段8が矩形波パルス群  $S$  を出力する毎に矩形波パルスの密度を徐々に変化できるように、CPU2からFET9, 10のゲートに+側PDM(パルス密度変調)信号または-側PDM信号が出力される構成となっている。

**【 0 0 4 0 】**

次にこの変形例における作用を説明すると、スイッチ4により特定の刺激モードを選択し、図示しないスタートスイッチを操作すると、CPU2は、出力可変回路11から可変出力信号が出力される毎に、この可変出力信号の出力期間中において、これより高い周波数成分を有する複数のオンパルスを、FET9またはFET10に交互に出力する。このとき、同一のオン時間を有する各オンパルスの密度は、複数の矩形波パルス群  $S$  を一単位とした所定の時間幅  $T_0$  内において、時間幅  $t_1$  を有する矩形波パルス群  $S$  毎に可変制御される。したがって、この実施例では、一つの矩形波パルス群  $S$  内において、矩形波パルスのオン時間が矩形波パルスの密度に拘らず一定となることに注意されたい。ここでも、可変出力信号が出力される期間中に、CPU2からFET9のゲートにオンパルスを供給すると、正極性の刺激信号がパルス状に出力され、矩形波パルスが出力される期間中に、CPU2からFET10のゲートにオンパルスを供給すると、負極性の刺激信号がパルス状に出力される。

**【 0 0 4 1 】**

その結果、このような刺激信号を生体に与えたときに、高周波成分が重畳した振動性を有する交流波形を得ることになる。つまり、矩形波パルスの密度が低い場合は、人体の等価静電容量に対する充電量が少なく放電量が多いため、出力端子24間の電圧波形の振幅が小さく変化も緩やかになるが、矩形波パルスの密度が高くなると、人体の等価静電容量に対する充電量が多く放電量が少ないため、出力端子24間の電圧波形の振幅が大きく変化も急になる。この結果、刺激信号は正負を繰り返す振動性を有する交流波形となり、この低周波信号の上に高周波矩形波信号が載った波形が形成される。このような振動性を有する交流波形は前述したように、ごく自然な筋肉の動きとなり、ソフトで心地よく感じることができる。しかも、刺激信号にはF E T 9, 10のスイッチングにより得られた高周波矩形波信号が載っているため、その成分の治療効果が期待できる。

10

## 【0042】

さらにこの変形例では、矩形波パルス群Sを構成する各矩形波パルスのオン時間が一定であるため、特許文献2に開示されるものに比べ幅の広いオンパルスが存在しない。そのため、人体の等価静電容量に対し充電電流が小刻みに供給され、その充電量(通電量)が緩やかに上昇する。したがって、高周波のオンパルス成分においても、体感的によりソフトな刺激感を得ることができる。

## 【0043】

以上のように、この変形例では、出力端子24間から刺激信号として刺激発生手段8を出力し、刺激発生手段8は、同一群内で同一のオン時間を有する複数の矩形波パルスによって構成される矩形波パルス群Sの繰り返しを、前記刺激信号として出力するものであり、さらに矩形波パルス群Sを正負交互に周期的に繰り返し出力し、複数の矩形波パルス群Sからなる所定の時間幅T0において、この時間幅T0の半分が経過するまでは、正負一組の矩形波パルス群Sを出力する毎に矩形波パルスの密度を徐々に高くし、その後この時間幅T0の終わりに近づくに従って、正負一組の矩形波パルス群Sを出力する毎に矩形波パルスの密度を徐々に低くする構成を有している。

20

## 【0044】

このようにすると、一つの矩形波パルス群S内において、その矩形波パルス群Sを構成する各矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルスの数(密度)に拘らず一定であるため、人体の等価静電容量に対する充電量が急激に上昇することなく緩やかになって、よりソフトな刺激感を得ることができる。また、矩形波パルスのオン時間は各々一定であり、その数を変化させるだけなので簡単な制御シーケンスで容易に実現可能である。さらに、生体内を流れる刺激信号は例えば正弦波などの滑らかな波形に高周波成分が重畳するような波形となるため、低周波治療と同時に該高周波成分による高周波治療の効果が得られ、低周波治療のみでは成し得ないような幅広い治療及び施術効果を得ることができる。さらに、矩形波パルスのオン時間は、矩形波パルス群Sの時間幅内で一定となっている上に、矩形波パルス群Sの周期T毎に徐々に変化するため、さらに前記オン時間の変化が少なくなる。したがって、人体の等価静電容量に対する充電量がより緩やかになって、さらなるソフトな刺激感を得ることができる。また、ここでの刺激信号は、所定の時間幅T0を一周期として、矩形波パルス群S全体で矩形波パルスの密度が増減する振動性を有する交流波形となる。したがって、単調で規則的な刺激とはならず、適度に規則的な変化を示す刺激となるため、長時間使用してもさらに治療の効果が継続する。また、本来生体内で発生する筋電位信号のような振動性を有する交流波形であるため、無理のないごく自然な筋肉の動きとなり、ソフトで心地よく感じる。以上から、より自然でソフトな刺激感を簡単な制御で容易に得ることができると共に、さらに長期にわたり幅広い治療及び施術効果を継続して得ることができる。

30

40

## 【0045】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、種々の変形実施が可能である。本発明における矩形波パルス群Sの繰り返し周波数や、個々の矩形波オンパルス群Sにおける周期T及び時間幅t1や、各矩形波パルスの周期t2などは、必要に応じて比較的自由に変更が可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の第1実施例における生体刺激装置の回路図である。

【図2】同上、各部の波形図である。

【図3】同上、出力端子間にダミー抵抗を接続した場合の刺激信号の波形図である。

【図4】同上、図3における波形図の部分拡大図である。

【図5】同上、出力端子間に人体の腹を当てた場合の刺激信号の波形図である。

【図6】同上、図5における波形図の部分拡大図である。

【図7】同上、人体内部の等価回路図である。

【図8】同上、装置構成の変形例を示すブロック図である。

【図9】同上、別な変形例を示す刺激信号の波形図である。

【図10】従来例における生体刺激装置要部の回路図である。

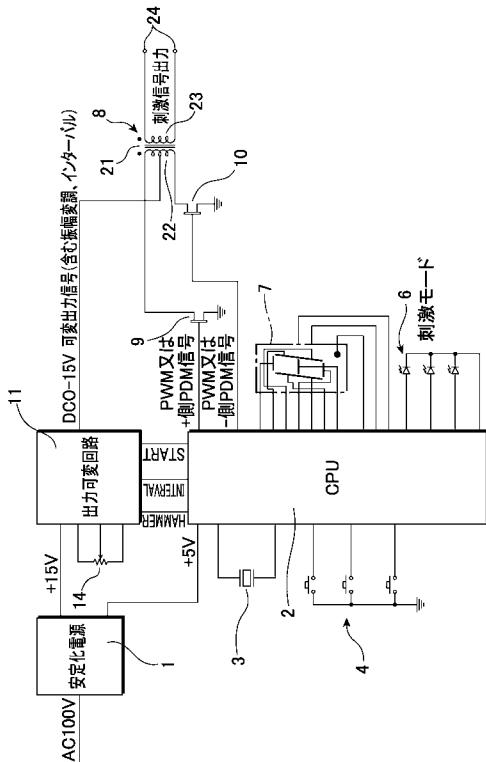
【符号の説明】

【0047】

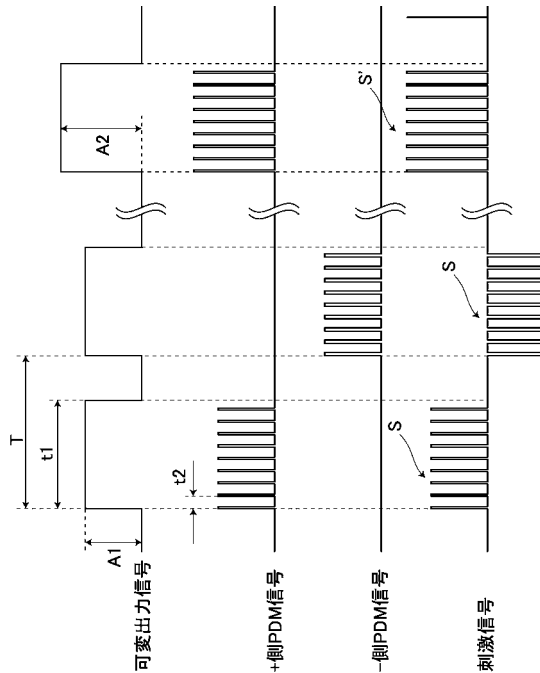
8 刺激発生手段

24 出力端子(導子)

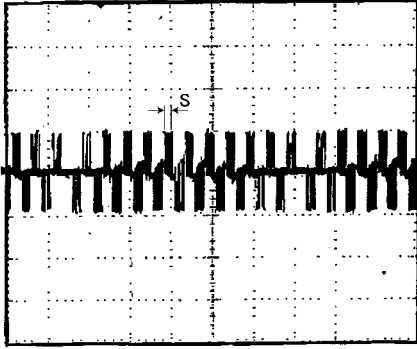
【図1】



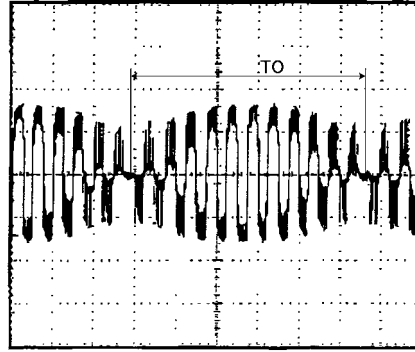
【図2】



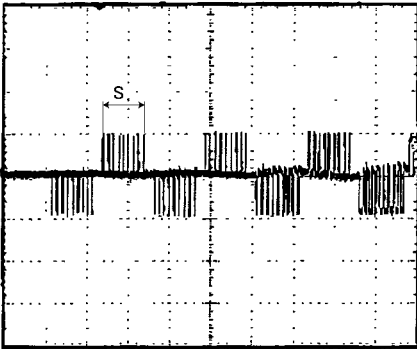
【 図 3 】



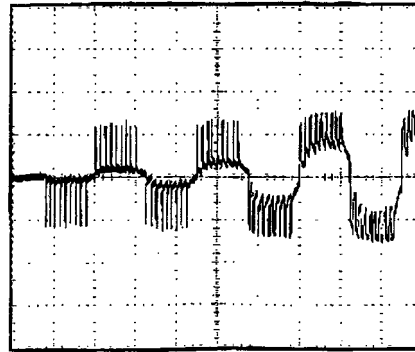
【 図 5 】



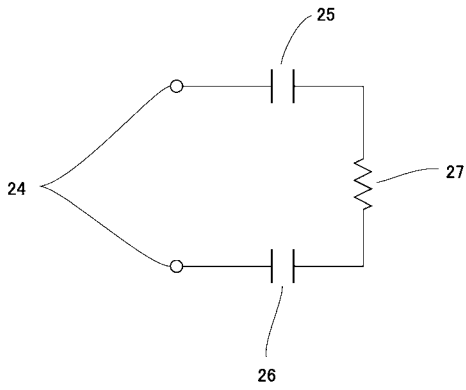
【 図 4 】



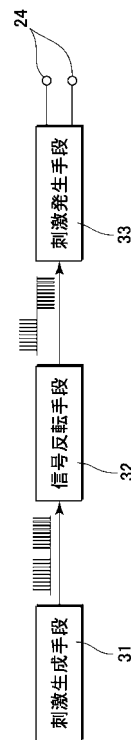
【 図 6 】



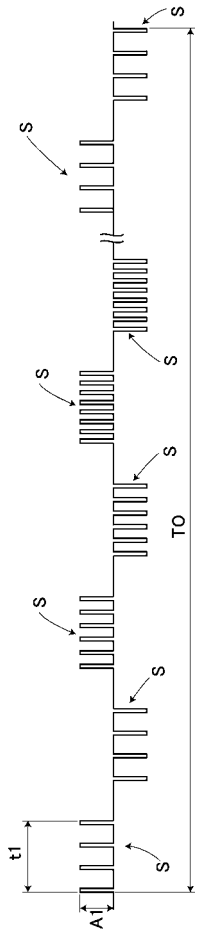
【 図 7 】



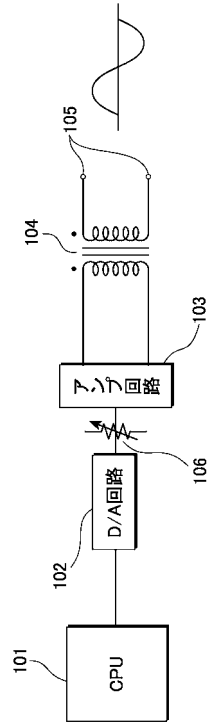
【 図 8 】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-220149(JP,A)  
特開2002-113115(JP,A)  
特開2001-259048(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61N 1/32