(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3584140号
(P3584140)
(45)発行日　平成16年11月4日(2004.11.4)　(24)登録日　平成16年8月6日(2004.8.6)

| (51)Int.Cl.[7] | F I | | |
|---|---|---|---|
| A61B 5/0245 | A61B | 5/02 | 321P |
| A63B 69/00 | A63B | 69/00 | A |
| G04F 10/00 | G04F | 10/00 | A |
| G04G 1/00 | G04G | 1/00 | 315H |

請求項の数 6　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平9-46228
(22)出願日　平成9年2月28日(1997.2.28)
(65)公開番号　特開平10-234684
(43)公開日　平成10年9月8日(1998.9.8)
審査請求日　平成13年8月28日(2001.8.28)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(73)特許権者　000002325
セイコーインスツルメンツ株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬１丁目８番地
(74)代理人　100098084
弁理士　川▲崎▼　研二
(74)代理人　100104798
弁理士　山下　智典
(72)発明者　中村　千秋
千葉県千葉市美浜区中瀬１丁目８番地　セイコー電子工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】計測装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
計測対象の変位を信号として検出する検出手段と、
前記検出手段により検出された信号を増幅する増幅手段を備え、
前記増幅手段により増幅された信号を演算処理して、所望の計測結果を得る計測装置において、
計時開始を指示するための指示手段と、
前記増幅手段により増幅された信号の大きさに応じてゲインを設定し直すゲイン設定手段を有し、
前記ゲイン設定手段は、前記指示手段による指示が行われる前には第１の周期にてゲインを設定し直す一方、前記指示手段による指示が行われた後には該第１の周期よりも長い第２の周期にてゲインを設定し直す第１の周期指定手段を有する
ことを特徴とする計測装置。
【請求項２】
請求項１記載の計測装置において、
被験者の体動を検出する体動検出手段と、
前記体動検出手段の検出結果により体動の有無を判別する判別手段と、
前記判別手段が体動ありと判別した場合に、体動なしと判別した場合よりも長い周期を、前記第１の周期指定手段に換えて、前記ゲイン設定手段に対して指定する第２の周期指定手段と

を備えることを特徴とする計測装置。
【請求項３】
計測対象の変位を信号として検出する検出手段と、
前記検出手段により検出された信号を増幅する増幅手段とを備え、
前記増幅手段により増幅された信号を演算処理して、所望の計測結果を得る計測装置において、
前記増幅手段により増幅された信号を標本化する標本化手段と、
計時開始を指示するための指示手段と、
前記増幅手段により増幅された信号の大きさに応じてゲインを設定し直すゲイン設定手段を有し、
前記ゲイン設定手段は、前記指示手段による指示が行われる前には第１の標本数の信号の大きさに応じてゲインを設定し直す一方、前記指示手段による指示が行われた後には該第１の標本数よりも多い第２の標本数の信号の大きさに応じてゲインを設定し直す第１の標本数指定手段を有する
ことを特徴とする計測装置。
【請求項４】
請求項３記載の計測装置において、
被験者の体動を検出する体動検出手段と、
前記体動検出手段の検出結果により体動の有無を判別する判別手段と、
前記判別手段が体動ありと判別した場合に、体動なしと判別した場合よりも多い標本数を、前記第１の標本数指定手段に換えて、前記ゲイン設定手段に対して指定する第２の標本数指定手段と
を備えることを特徴とする計測装置。
【請求項５】
前記ゲイン設定手段は、今回ゲインを設定する際の標本を、前回ゲインを設定する際の標本の一部と重複して、監視することを特徴とする請求項３または４記載の計測装置。
【請求項６】
前記ゲイン設定手段は、指定された周期あるいは標本数における２番目に大きい信号の大きさに応じてゲインを設定し直すことを特徴とする請求項１または３記載の計測装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、脈波信号や、体動信号などの検出信号を増幅した後、これを演算処理して脈拍数や、体動ピッチなどを求める計測装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来より、脈拍数や、体動ピッチなどを計測する計測装置においては、被験者の脈波波形を示す脈波信号や、体動ピッチを示す体動信号などの信号を、センサにより検出して、所定のゲインで増幅した後、ＦＦＴ処理などの演算処理を実行し、その周波数成分を解析して、脈拍数や体動ピッチなどの情報を計測する構成となっている。
そして、これらの情報は、計時開始からの経過時間に対応付けることで、大きな意味を持つ。例えば、脈拍数や体動ピッチなどでは、ランニング開始からの経過時間に対応付けることで、当該ランニングにおける運動強度や、ペースなどが判る。このため、計測結果が計時開始指示からの経過時間と対応付けて記憶される構成となっている。これにより、記憶した計測結果に基づいて各種の処理、例えば、計測途中や、計測後などにおいて、計測結果の時間的推移を表示するなどの処理が可能となり、トレーニングなどにおいて活用が期待されている。
【０００３】
さて、センサによる検出信号のレベルは、周辺環境や、センサ装着状態などに起因して変動するため、一定とはならずに計測毎に変化する。このことは、演算処理において誤差の

原因となる。そこで、この種の計測装置においては、検出信号のレベルが演算処理するのに十分なレベル範囲に収まるように、ゲインを設定し直す構成、すなわち、自動的にゲインを制御する構成となっている。さらに、計時開始の指示がなされる前には、現時点の計測結果を表示して、それが正しく行なわれているかをユーザに確認させる構成にもなっている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記自動ゲイン制御は、通常一定周期毎に行なわれるから、計時開始の前後においても同じ周期で行なわれる。ここで、ゲインの設定周期を長くすると、計時開始前において、適切なゲインに設定するまで時間が必要とするので、経過時間を伴う計測を直ちに開始することができないという問題があった。反面、ゲインの設定周期を短くすると、計時開始後において、ゲインが頻繁に変更されるので、演算処理における誤差が生じやすいという問題があった。

本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、計時開始の指示前にあっては、検出信号のゲイン設定を素早く完了する一方、計時開始の指示後にあっては、ゲインの設定変更を少なく済ますことが可能な計測装置を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、第１の発明は、計測対象の変位を信号として検出する検出手段と、前記検出手段により検出された信号を増幅する増幅手段を備え、前記増幅手段により増幅された信号を演算処理して、所望の計測結果を得る計測装置において、計時開始を指示するための指示手段と、前記増幅手段により増幅された信号の大きさに応じてゲインを設定し直すゲイン設定手段を有し、前記ゲイン設定手段は、前記指示手段による指示が行われる前には第１の周期にてゲインを設定し直す一方、前記指示手段による指示が行われた後には該第１の周期よりも長い第２の周期にてゲインを設定し直す第１の周期指定手段を有することを特徴としている。

【０００６】

同様な目的を達成するため、第２の発明は、計測対象の変位を信号として検出する検出手段と、前記検出手段により検出された信号を増幅する増幅手段とを備え、前記増幅手段により増幅された信号を演算処理して、所望の計測結果を得る計測装置において、前記増幅手段により増幅された信号を標本化する標本化手段と、計時開始を指示するための指示手段と、前記増幅手段により増幅された信号の大きさに応じてゲインを設定し直すゲイン設定手段を有し、前記ゲイン設定手段は、前記指示手段による指示が行われる前には第１の標本数の信号の大きさに応じてゲインを設定し直す一方、前記指示手段による指示が行われた後には該第１の標本数よりも多い第２の標本数の信号の大きさに応じてゲインを設定し直す第１の標本数指定手段を有することを特徴としている。

【０００７】

（作用）

第１の発明によれば、第１の周期指定手段は、計時開始の指示後にあっては、計時開始の指示前よりも長い周期をゲイン設定手段に指定する。ゲイン設定手段は、指定された周期だけ検出信号の増幅信号を監視し、この監視結果に基づいて、検出信号のゲインを設定する。このため、ゲイン設定は、計時開始の指示前では頻繁に行なわれる一方、計時開始の指示後では、それほど頻繁には行なわれない。

また、第２の発明によれば、第１の標本数指定手段は、計時開始の指示後にあっては、計時開始の指示前よりも多い標本数をゲイン設定手段に指定する。ゲイン設定手段は、指定された標本数だけ、検出信号の増幅した信号の標本を監視し、この監視結果に基づいて、検出信号のゲインを設定する。このため、ゲイン設定は、第１の発明と同様に、計時開始の指示前では頻繁に行なわれる一方、計時開始の指示後では、それほど頻繁には行なわれない。

ここで、ゲインの設定を判断するに際しての周期あるいは標本数を、計時開始の指示前と

指示後とでなく、被験者の体動の有無で異ならせるのが望ましい場合がある。
また、ゲインは、本来最大値を考慮して設定すべきであるが、最大値は、突発的ノイズによる影響を受けた可能性があるため、これを判断の対象から除外するのが望ましい。
【０００８】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。
【０００９】
＜１：第１実施形態＞
はじめに、本発明の第１実施形態について説明する。本実施形態にかかる計測装置は、ゲインを設定する際の判断期間について、計時開始（スタート）の指示前よりも指示後の方を長く設定するものである。
【００１０】
＜１－１：外部構成＞
まず、本実施形態の外部構成について説明する。本実施形態にかかる計測装置は、外観的には、図１（ａ）に示すように、腕時計構造を有する装置本体１００、この装置本体に接続されたケーブル１０１、および、このケーブルの先端側に設けられた脈波検出部１１０から構成されている。
このうち、装置本体１００には、リストバンド１０２が取り付けられ、その一端が装置本体１００の１２時方向からユーザの左腕に巻き付いて、その他端が装置本体１００の６時方向で固定されている。
また、装置本体１００における６時方向の表面側には、コネクタ部１０３が設けられている。このコネクタ部１０３には、ケーブル１０１の端部に設けられたコネクタピース１０４が着脱自在に取り付けられている。
【００１１】
一方、装置本体１００の表面には、ＬＣＤ（液晶表示パネル）からなる表示部１２０が設けられ、その上側、下側にはそれぞれボタンスイッチ１３１、１３２が設けられる。
また、装置本体１００の外周部には、ボタンスイッチ１３３～１３７が、装置本体１００に対してそれぞれ１時、５時、７時、９時、１１時の方向に設けられている。
これらのうち、ボタンスイッチ１３４が、機能選択を行なうために用いられ、また、ボタンスイッチ１３１、１３２が、各種指示を行なうために用いられる。例えば、生体情報を経過時間とともに計測する機能の選択は、ボタンスイッチ１３４の操作により行なわれ、計時開始の指示は、ボタンスイッチ１３１のオン操作することで行なわれ、計時終了の指示は、計時中に、再度、ボタンスイッチ１３１のオン操作することで行なわれる。また、ラップ指示は、ボタンスイッチ１３２により行なわれる。なお、詳細については後述することとする。
【００１２】
一方、脈波検出部１１０は、図１（ｂ）に示すように、青色ＬＥＤと受光部とからなるセンサ部１１１を有し、センサ固定用バンド１１２によって遮光され、ユーザの左手人指し指の根元から第２指関節までの間に装着されている。そして、センサ部１１１は、青色ＬＥＤから光を照射する一方、その光のうち、毛細血管中のヘモグロビンによって反射したものを受光部により受光し、この受光による出力信号を脈波信号として、ケーブル１０１を介し装置本体１００に出力する。
【００１３】
＜１－２：機能構成＞
次に、本実施形態の機能構成について説明する。図２は、本実施形態にかかる計測装置の機能構成を示すブロック図である。
この図において、生体情報検出部２０１は、図１における脈波検出部１１０と、加速度センサからなる体動検出部（ここでは図示せず）とから構成され、本装置を装着した被験者の脈波を示す脈波信号、および、体動状態を示す体動信号をそれぞれアナログ信号で出力する。増幅部２０２は、生体情報検出部２０１による各アナログ信号を、所定のゲインで

それぞれ増幅する。
生体情報変換部２０３は、増幅部２０２により増幅された各アナログ信号をそれぞれディジタル信号に変換するものであり、生体情報演算部２０４は、これらのディジタル信号を演算処理し、この結果により、脈拍数と体動ピッチとを生体情報として出力するものである。
したがって、図２では示されないが、生体情報検出部２０１から生体情報演算部２０４までには、脈波信号を処理する系統と、体動信号を処理する系統とが存在している。
【００１４】
一方、入力部２０５は、図１におけるボタンスイッチ１３１～１３７による操作状態を検出して、モードの切換や各種の指示などを通知するものである。モード制御部２０６は、入力部２０５の通知にしたがって各部を制御する。
ゲイン設定部２０７は、生体情報変換部２０３により変換されたディジタル信号（サンプリングデータ）を監視して増幅部２０２におけるゲインを設定する動作を、計時開始の前後で異なる周期毎に行なうものである。ここで、ゲイン設定部２０７は、各系統毎にゲインを設定するものとし、ゲイン設定の判断周期を、それぞれ計時開始の指示前にあっては例えば４秒とする一方、計時開始の指示後にあっては例えば２０秒として、計時開始の指示前よりも長い周期でゲインを設定する。
【００１５】
生体情報記憶部２０８は、生体情報演算部２０４により求められた生体情報たる脈拍数および体動ピッチを時系列的に記憶するものである。
表示部１２０は、図１と同じであり、主に次の表示を行なう。すなわち、表示部１２０は、現時点において求められた脈波数もしくは体動ピッチの表示と、生体情報記憶部２０８の記憶内容にしたがった表示とをそれぞれ行なう。
この際、脈拍数もしくは体動ピッチのいずれか一方を表示するかについては、ボタンスイッチ１３６の操作により予め選択されるものとするが、本来的には、両者を同時に表示する構成でも構わない。
【００１６】
＜１－３：電気的構成＞
次に、上述した機能構成を実際に実現するための構成について説明する。図３は、本実施形態にかかる計測装置の電気的構成を示すブロック図である。
この図において、ＣＰＵ３０１は、ＲＯＭ３０２に記憶された制御プログラムにしたがって各部の制御や、データの転送を行なうものであり、図２におけるモード制御部２０６およびゲイン設定部２０７に相当する。また、ＲＡＭ３０３は、生体情報や、ＣＰＵ３０１による制御プログラムの実行中に発生する各種のデータを、一時記憶するものであり、図２における生体情報記憶部２０８に相当する。
発振回路３０４は、ＣＰＵ３０１に制御の基礎となるクロック信号を供給するものであり、計時回路３０５は、ＣＰＵ３０１による制御のもと、時間を計時するものである。
【００１７】
一方、増幅回路３１３は、脈波検出部１１０のセンサ部１１１による脈波信号を増幅するものであり、増幅回路３１４は、加速度センサからなる体動検出部３１２による体動信号を増幅するものである。すなわち、脈波検出部１１０および体動検出部３１２が図２における生体情報検出部２０１に相当し、増幅回路３１３および３１４が増幅部２０２に相当している。ここで、増幅回路３１３、３１４のゲインは、ＣＰＵ３０１の指示により設定される。
なお、体動検出部３１２を、図１および図２において図示しなかったのは、装置本体１００に内蔵されるためである。
【００１８】
Ａ／Ｄ変換回路３１５、３１６は、増幅された脈波信号および体動信号をそれぞれディジタル信号に変換するものであり、図２における生体情報変換部２０３に相当する。
ここで、Ａ／Ｄ変換回路３１５、３１６のサンプリング周波数は、本実施形態にあっては

８Ｈｚであり、脈波波形および体動信号に対して十分高い周波数となっている。したがって、脈波信号および体動信号のサンプリングデータは、４秒間では３２点得られ、２０秒間では１６０点得られることとなる。なお、Ａ／Ｄ変換回路３１５、３１６の量子化は、本実施形態にあってはそれぞれ８ビットで行なわれる。
また、Ａ／Ｄ変換回路３１５、３１６によるサンプリングデータは、それぞれＣＰＵ３０１に供給され、増幅回路３１３、３１４におけるゲイン設定の判断材料にされる。
【００１９】
ＦＦＴ演算回路３１７は、サンプリングされた脈波信号を４秒毎にＦＦＴ（高速フーリエ変換）処理し、周波数分析して、その分析結果たる脈波スペクトラムのうち、例えば、レベルが最大の周波数成分を、脈拍を示す脈拍成分として抽出するとともに、当該脈拍成分を示す周波数を、１分あたりに換算することによって脈拍数を求めるものである。
一方、ＦＦＴ演算回路３１８は、サンプリングされた体動信号を４秒毎にＦＦＴ処理し、周波数分析して、その分析結果たる体動スペクトラムのうち、例えば、レベルが最大の周波数成分を、体動の基本成分として抽出するとともに、当該基本成分を示す周波数を、１分あたりに換算することによって体動ピッチを求めるものである。
すなわち、ＦＦＴ演算回路３１７、３１８が図２における生体情報演算部２０４に相当している。
【００２０】
＜１－３－１：増幅回路の詳細構成＞
次に、増幅回路３１３、３１４の構成について図４を参照して説明する。なお、両者の構成は同一であるため、ここでは、増幅回路３１３を例にとって説明する。
この図に示すように、増幅回路３１３は、脈波検出部１１０におけるフォトトランジスタにより出力された脈波信号を、一定のゲインで増幅する初段増幅部４１０と、所定周波数以下の周波数成分を除去するローパスフィルタ４２０と、ＣＰＵ３０１（図３参照）の指示にしたがってゲインを設定する可変ゲイン増幅部４３０とのカスケード接続により構成される。
このうち、可変ゲイン増幅部４３０は、ＣＰＵ３０１から供給されるデータ線ｄ１～ｄ４の信号レベルに応じてそれぞれオンオフするアナログスイッチ４３１～４３４を有する。ここで、アナログスイッチ４３１～４３４は、対応するデータ線の信号レベルが「Ｈ」レベルとなった場合にオンするものであり、また、ＣＰＵ３０１はデータ線ｄ１～ｄ４のうち、いずれか一つについてのみ、その信号レベルをに「Ｈ」レベルとする。したがって、アナログスイッチ４３１～４３４は、いずれかひとつのみがオンされる。
【００２１】
ここで、フィードバック抵抗Ｒ１～Ｒ５の抵抗値を、例えばＲ１＝４０ｋΩ、Ｒ２＝４０ｋΩ、Ｒ３＝８０ｋΩ、Ｒ４＝１６０ｋΩ、Ｒ５＝３２０ｋΩとすると、可変ゲイン増幅部４３０におけるゲインは、データ線ｄ１が「Ｈ」レベルとなって、アナログスイッチ４３１がオンした場合に２倍となり、データ線ｄ２が「Ｈ」レベルとなって、アナログスイッチ４３２がオンした場合に４倍となり、データ線ｄ３が「Ｈ」レベルとなって、アナログスイッチ４３３がオンした場合に８倍となり、また、データ線ｄ４が「Ｈ」レベルとなって、アナログスイッチ４３４がオンした場合に１６倍となる。
なお、各オペアンプは片電源で動作するため、入力信号が電源電圧$V_{DD}$の半分の電圧$V_{DD}$／２にプルアップされている。
【００２２】
＜２：動作＞
次に、本実施形態にかかる計測装置の動作について説明する。上述したように、装置本体は、腕時計型構造を有しているため、現在時刻の表示など種々の機能を実行することが可能ではあるが、生体情報、すなわち脈拍数および体動ピッチを計測して表示する機能以外は、本発明と直接関係がないので、その説明を省略することとする。
【００２３】
＜２－１：計時開始の指示まで＞

ユーザが図１におけるボタンスイッチ１３４を操作して、計測装置に対して生体情報を経過時間とともに計測する機能の実行を指示すると、図３において、当該操作を入力した入力部２０５がその旨をＣＰＵ３０１に通知する。
この通知を受けたＣＰＵ３０１は、ＲＡＭ３０３に対し生体情報を記憶する領域をクリアした後、計時開始の指示があるまで、増幅回路３１３、３１４にゲインを設定する処理を、ＦＦＴ処理演算回路３１７、３１８の動作に合わせて４秒毎に行なう。

【００２４】

そこで、まず、計時開始の指示前に行なわれるゲイン設定動作について、脈波信号の系統を例にとって説明する。
第１に、ＣＰＵ３０１は、Ａ／Ｄ変換回路３１５による脈波信号のサンプリングデータを、４秒間、すなわち、３２点を入力し、それらの８ビットデータについて、図５（ａ）に示すように２ＳＢ～５ＳＢの４ビットを選択して、それぞれＲＡＭ３０３に記憶させる。
第２に、ＣＰＵ３０１は、記憶した３２点の４ビットデータの値を互いに比較して、その値が２番目に大きいものを抽出する。
第３に、ＣＰＵ３０１は、図５（ｂ）に示すテーブルを参照して、抽出した４ビットデータの値に対応するゲインのランクを判断する。例えば、ＣＰＵ３０１は、抽出した４ビットデータが「００１０」であれば（１０進表記では「２」）、ゲインを１ランクアップすべきと判断する。
第４に、ＣＰＵ３０１は、現時点において設定されているゲインと、判断したゲインのランクとの双方を考慮して、データ線ｄ１～ｄ４の信号レベルを定めて、ゲインを設定する。例えば、ＣＰＵ３０１は、現時点においてデータ線ｄ２のみの信号レベルを「Ｈ」レベルとしていた場合に、ゲインを１ランクアップすべきと判断すると、データ線ｄ３のみの信号レベルを「Ｈ」レベルとする。これにより、新たに設定されるゲインは、現時点におけるゲインの２倍となる。

【００２５】

以上の第１～第４の動作を、ＣＰＵ３０１は、計時開始の指示前にあっては、図６（ａ）に示すように、４秒毎に繰り返して行なう。また、ＣＰＵ３０１は、かかるゲイン設定を体動信号の系統についても同様に行なう。
このように、ユーザがボタンスイッチ１３４を操作して、計測装置に対して生体情報を経過時間とともに計測する機能の実行を指示すると、増幅回路３１３、３１４のゲインが、４秒毎に設定し直されるため、脈波検出部を装着した直後であっても、脈波信号について、適切なゲインを素早く設定するのが可能となる。また、気温が低いと毛細血管が収縮するので、ヘモグロビンによる反射光が得にくくなって、脈波信号のレベルも小さくなるが、このような状態であっても、本実施形態によれば、計時開始の指示前において脈波信号について、適切なゲインを素早く設定することができる。

【００２６】

なお、本実施形態において、Ａ／Ｄ変換回路３１５、３１６による８ビットのサンプリングデータを４ビットに選択して処理した理由は、ＣＰＵ３０１の処理能力が４ビットであるからである。したがって、処理能力の高いものをＣＰＵ３０１に採用するのであれば、８ビットすべてを入力して処理する構成としても良い。
また、本実施形態において、３２点のうち、その値が２番目に大きいものを抽出することとした理由は次の通りである。すなわち、ゲインは、本来的に最大値を基準にして設定すべきであるが、最大値は、突発的ノイズによる影響を受けた可能性があるため、除外したのである。

【００２７】

さて、ＣＰＵ３０１は、ゲインを設定する際に、脈波検出部１１０が正しく指に装着されていることをユーザに確認すべく、Ａ／Ｄ変換回路３１５によりサンプリングされた脈波信号をＦＦＴ演算回路３１７に処理させて、その時点での脈拍数を表示部１２０に表示させる。ここで、ＦＦＴ演算回路３１７は、４秒毎に処理を行なうので、脈拍数の表示も４秒毎に更新されることとなる。

【００２８】
＜２－２：計時開始の指示後から計時終了の指示まで＞
この後、ユーザがボタンスイッチ１３１を操作して、経過時間に対応した生体情報の計時開始を指示すると、ＣＰＵ３０１は、経過時間に対応した生体情報の計測を開始するとともに、増幅回路３１３、３１４にゲインを設定する処理を２０秒毎に行なう。
【００２９】
そこで、まず、計時開始の指示後に行なわれるゲイン設定動作について、脈波信号の系統を例にとって説明する。
第１に、ＣＰＵ３０１は、Ａ／Ｄ変換回路３１５による脈波信号のサンプリングデータを、４秒間、すなわち、３２点を入力し、それらの８ビットデータについて、図５（ａ）に示すように２ＳＢ～５ＳＢの４ビットを選択して、それぞれＲＡＭ３０３に記憶させる。
第２に、ＣＰＵ３０１は、記憶した３２点の４ビットデータの値を互いに比較して、その値が２番目に大きいものを抽出してＲＡＭ３０３に記憶させる。
この第１および第２の動作を２０秒間、すなわち、５回繰り返す。したがって、値が２番目に大きい４ビットデータが５個、２０秒を区切った５つの各期間に対応してＲＡＭ３０３に記憶されることとなる。
【００３０】
ＲＡＭ３０３に４ビットデータを５個記憶すると、第３に、ＣＰＵ３０１は、記憶した５個の４ビットデータの値を互いに比較して、その値の大きさを順番にしてソートし、小さいものの３個について平均値を求める。すなわち、値の大きい２個については、平均値の算出から除外する。
第４に、ＣＰＵ３０１は、図５（ｂ）に示すテーブルを参照して、求めた平均値に対応するゲインのランクを判断する。例えば、ＣＰＵ３０１は、求めた平均値が「１３」であれば、ゲインを１ランクダウンすべきと判断する。
第５に、ＣＰＵ３０１は、現時点において設定されているゲインと、判断したゲインのランクとの双方を考慮して、データ線ｄ１～ｄ４の信号レベルを定めてゲインを設定する。例えば、ＣＰＵ３０１は、現時点においてデータ線ｄ２のみの信号レベルを「Ｈ」レベルとしていた場合に、ゲインを１ランクダウンすべきと判断すると、データ線ｄ１のみの信号レベルを「Ｈ」レベルとする。これにより、新たに設定されるゲインは、現時点におけるゲインの１／２倍となる。
以上の第１～第５の動作を、ＣＰＵ３０１は、計時開始の指示後にあっては、図６（ｂ）に示すように、２０秒毎に繰り返して行なう。また、ＣＰＵ３０１は、このようなゲイン設定を体動信号の系統についても同様に行なう。
【００３１】
このように、ユーザがボタンスイッチ１３１を操作して、経過時間に対応した生体情報の計時開始を指示すると、増幅回路３１３、３１４のゲインが、２０秒毎に設定し直される。このため、ゲインはさほど頻繁には変更されないので、ＦＦＴ演算処理において誤差が生じにくくなる。
なお、本実施形態において、平均値の算出において、値の大きい２個のデータを除外した理由は次の通りである。すなわち、値の大きなデータは恣意的な要因による可能性が高いためであり、また、処理能力の低いＣＰＵ３０１において、演算の負担を減らすためでもある。
【００３２】
ＣＰＵ３０１は、このようなゲイン設定を行なうとともに、次のような計測動作も行なう。
すなわち、ＣＰＵ３０１は、計時開始の指示が行なわれると、計時回路３０５に対し、計時開始からの経過時間を計時させて、その結果を表示部１２０に表示させる一方、ＦＦＴ演算回路３１７、３１８に対し、Ａ／Ｄ変換回路３１５、３１６を介した脈波信号および体動信号を、それぞれ演算処理させる。そして、ＣＰＵ３０１は、得られた生体情報たる脈拍数および体動ピッチをＲＡＭ３０３に逐次記憶するとともに、その生体情報のうち、

脈拍数あるいは体動ピッチのいずれか選択された一方を、表示部１２０に表示させる。
ここで、ＦＦＴ演算回路３１７、３１８は、４秒毎に生体情報を求めるから、ＲＡＭ３０３には、生体情報が４秒毎に記憶されるとともに、表示部１２０における表示が４秒毎に更新されることになる。
【００３３】
さて、計時開始後、ユーザがボタンスイッチ１３２を操作してラップ指示した場合、ＣＰＵ３０１は、次の第１～第６の制御を行なう。
すなわち、第１に、ＣＰＵ３０１は、当該ラップ指示がなされたときの経過時間（スプリットタイム）を計時回路３０５から求めて、これを一定期間だけ（例えば１０秒だけ）、現時点における経過時間よりも優先させて表示部１２０に表示させる。
第２に、ＣＰＵ３０１は、計時回路３０５によって計時された、当該ラップ指示の直前のラップ指示における経過時間と当該ラップ指示における経過時間との差を演算して、当該ラップ区間のラップタイムを求め、これを当該ラップ回数とともに、表示部１２０に表示させる。
第３に、ＣＰＵ３０１は、当該ラップ区間においてＲＡＭ３０３に記憶された、脈拍数および体動ピッチをすべて読み出し、例えば、それらの平均値を処理結果として求める。
第４に、ＣＰＵ３０１は、処理結果たる生体情報のうち、脈拍数あるいは体動ピッチのいずれか選択された一方を、表示部１２０に、一定期間だけ（例えば１０秒だけ）、現時点における４秒毎の生体情報よりも優先させて表示させる。
第５に、ＣＰＵ３０１は、処理結果たる生体情報を、当該ラップタイムと当該ラップ回数とに対応付けてＲＡＭ３０３に記憶させる。
第６に、ＣＰＵ３０１は、ラップタイムとラップ回数とに対応付けられた生体情報を、ＲＡＭ３０３からすべて読み出すとともに、ラップ回数をｘ軸に、処理結果たる生体情報のうち、脈拍数あるいは体動ピッチのいずれか選択された一方の値をｙ軸にとり、その棒グラフの表示を、表示部１２０に行なわせる。これにより、ラップ区間における生体情報の平均値がラップ毎にどのように推移しているかが表示される。
このような第１～第６の制御を、ＣＰＵ３０１はラップ指示がなされる毎に行なう。
【００３４】
そして、ユーザが計時中において、ボタンスイッチ１３１を再操作して計時停止を指示すると、ＣＰＵ３０１は、計時開始から計時停止までの経過時間を計時回路３０５により求め、これを表示部１２０に表示させる。この状態においてＲＡＭ３０３には、処理結果たる生体情報が、当該ラップタイムと当該ラップ回数とに対応付けられて、ラップ指示がなされた分だけ、記憶されていることになる。
なお、計時停止を指示した後、ユーザがボタンスイッチ１３１を再び操作すると、ＣＰＵ３０１は、計時を再開する。再開する場合、ＣＰＵ３０１は、生体情報を前回に引き続いてＲＡＭ３０３に記憶させる。
【００３５】
＜２－３：計測後＞
このように、計時中においては（特に、ラップ指示が行なわれた直後においては）、表示部１２０において各種の表示が行なわれる。さらに、本実施形態にあっては、計測後においても、記憶された生体情報を呼び出すことができる。この機能について以下簡単に説明する。
ユーザが図１におけるボタンスイッチ１３４を操作して、計測装置に対し、記憶された生体情報を読み出す機能の実行を指示すると、図３において、当該操作を入力した入力部２０５がその旨をＣＰＵ３０１に通知する。
この通知を受けたＣＰＵ３０１は、ラップタイムとラップ回数とに対応付けられた処理結果たる生体情報を、ＲＡＭ３０３に記憶されたすべて読み出し、ラップ回数をｘ軸に、生体情報のうち、脈拍数あるいは体動ピッチのいずれか選択された一方の値をｙ軸にとり、その棒グラフの表示を、表示部１２０に行なわせる。これにより、ラップ区間における生体情報の平均値がラップ毎にどのように推移しているかが表示される。

【００３６】
さらに、ユーザがボタンスイッチ１３１、１３２を操作して、特定のラップ区間における生体情報の呼び出し指示を行なうと、ＣＰＵ３０１は、そのラップ区間における生体情報を、ラップタイムとともに読み出し、当該ラップタイムおよびラップ回数を表示部１２０に表示させ、その生体情報にかかる脈拍数あるいは体動ピッチのいずれか選択された一方の値を表示部１２０に表示させる。
【００３７】
このように、本実施形態によれば、生体情報を計測して様々表示が可能であることにくわえて、ゲインの設定間隔が、計時開始の指示前にあっては４秒毎に設定されるので、ゲイン設定を素早く完了することができる一方、計時開始の指示後にあっては２０秒毎に設定されるので、演算処理における誤差の影響を少なくすること可能となる。
【００３８】
なお、本実施形態にあっては、ゲインの設定に、Ａ／Ｄ変換回路によるサンプリングデータを用いたが、本発明はこれに限られず、変換前のアナログ信号をそのものを用いても良い。この場合、ピークホールド回路によりホールドされた最大値や、ローパスフィルタにより平滑化された信号などを基準にゲイン設定を行なうことが考えられる。
【００３９】
＜３：第２実施形態＞
上述した第１実施形態は、ゲイン設定を、計時開始の前後において周期を異ならせて判断するものであったが、この第２実施形態は、標本数を異ならせて判断するものである。なお、この第２実施形態にかかる構成は、図１～図４に示した第１実施形態と同一であるため、その説明を省略して、動作の相違点を中心にして以下説明する。
【００４０】
まず、計時開始の指示前において、ＣＰＵ３０１は、増幅回路３１３、３１４にゲインを設定する処理を、Ａ／Ｄ変換回路３１５、３１６によるサンプリングデータがそれぞれ３２点となる毎に、ＦＦＴ処理演算回路３１７、３１８の動作に合わせて行なう。
ここで、ＣＰＵ３０１は、３２点のサンプリングデータを、第１実施形態と同様に処理する。このため、第２実施形態にかかるＣＰＵ３０１は、計時開始の指示前にあっては、図７（ａ）に示すように、ゲインの設定を、３２点毎すなわち４秒毎に繰り返して行なうため、第１実施形態と実質的に同じ動作となる。
【００４１】
次に、ユーザがボタンスイッチ１３１を操作して、経過時間に対応した生体情報の計時開始を指示すると、ＣＰＵ３０１は、経過時間に対応した生体情報の計測を開始する。
この際、ＣＰＵ３０１は、次の動作を４秒毎に繰り返し行なう。
すなわち、第１に、ＣＰＵ３０１は、Ａ／Ｄ変換回路３１５による脈波信号のサンプリングデータを、３２点（すなわち４秒間）入力し、それらの８ビットデータについて、図５（ａ）に示すように２ＳＢ～５ＳＢの４ビットを選択して、それぞれＲＡＭ３０３に記憶させる。
第２に、ＣＰＵ３０１は、記憶した３２点の４ビットデータの値を互いに比較し、その値が２番目に大きいものを抽出してＲＡＭ３０３に記憶させる。すなわち、４秒毎に当該期間で値が２番目のサンプルデータが記憶されることとなる。第３に、ＣＰＵ３０１は、現時点から過去２０秒の期間において抽出された５点のサンプルデータの値を互いに比較し、その値の大きさを順番にしてソートして、小さいものの３個について平均値を求める。したがって、値の大きい２個については、平均値の算出から除外されるが、実質的に、過去１６０点のサンプルデータを考慮することになる。
第４に、ＣＰＵ３０１は、第１実施形態と同様に、図５（ｂ）に示すテーブルを参照して、求めた平均値の値に対応するゲインのランクを判断する。
第５に、ＣＰＵ３０１は、第１実施形態と同様に、現時点において設定されているゲインと、判断したゲインのランクとの双方を考慮して、データ線ｄ１～ｄ４の信号レベルを定めてゲインを設定する。

【００４２】
以上の第１～第５の動作を、ＣＰＵ３０１は、計時開始の指示後にあっては、図７（ｂ）に示すように、４秒毎に繰り返して行なう。また、ＣＰＵ３０１は、このようなゲイン設定を体動信号の系統についても同様に行なう。
結局、第２実施形態では、計時開始の指示後におけるゲインの設定が、計時開始の指示前と同じ４秒毎に行なわれるが、判断の基礎となるサンプルデータが、計時開始の指示前においては３２点（すなわち４秒）であるのに対し、計時開始の指示後においては１６０点（すなわち２０秒）である。さらに、計時開始の指示後においてゲイン設定の判断の基礎となるサンプルデータは、図７（ｂ）に示すように、前回基礎となったサンプルデータと順次重複してシフトしている。したがって、ゲインの設定が行なわれる間隔は、計時開始の指示の前後で同じであるが、実際にゲインが変更される頻度は、計時開始の指示前より指示後の方が低い、といえる。すなわち、計時開始の指示後では、ゲインの設定が行なわれても、それは、現状のゲインを保つ設定である場合が高いのである。
なお、第２実施形態においては、生体情報たる脈拍数および体動ピッチの表示、記憶処理については、第１実施形態と同様である。
【００４３】
＜４：第３実施形態＞
上述した第１および第２実施形態は、ゲインの設定条件を、計時開始の指示の前後で異ならせたものであったが、本発明は、これに限られない。例えば、脈拍数と体動ピッチとの関係がより重要視されれば、計時開始の指示よりも、ユーザが運動しているか否かによって、ゲインの設定条件を異ならせる構成が望ましい場合がある。
そこで、この第３実施形態にあっては、実際にユーザが運動を開始すれば、計測条件を変更することとした。なお、この第３実施形態にかかる構成は、図１～図４に示した第１実施形態と同一であるため、その説明を省略して、動作の相違点を中心にして以下説明する。
【００４４】
まず、ＣＰＵ３０１は、ＦＦＴ演算回路３１８の処理結果から、ユーザが運動を開始しているか否かを判断する。詳細には、ＣＰＵ３０１は、分析結果たる体動スペクトラムにおいて、いずれかの周波数成分のレベルが一定のしきい値以下であれば、ユーザが安静状態にあると判別する一方、しきい値以上であれば、ユーザが運動状態にあると判別する。
ここで、ＣＰＵ３０１は、安静状態にあると判別すると、第１実施形態において計時開始の指示前と同様にして、ゲインの設定を４秒毎に行なう一方、運動状態にあると判別すると、第１実施形態において計時開始の指示後と同様にして、ゲインの設定を２０秒毎に行なう。
すなわち、この第３実施形態においては、ゲイン設定の判断周期を、計時開始の指示ではなく、体動の有無で異ならせるようにしたものである。
【００４５】
なお、この第３実施形態にあっては、ゲインの設定を第２実施形態のように行なうことも考えられる。すなわち、ゲインの設定間隔を、体動の有無で同じとし、かつ、体動が有りの場合においてゲイン設定の判断基礎となるサンプルデータの個数を、体動が無い場合よりも多くすることが考えられる。
【００４６】
【発明の効果】
以上説明したように本発明によれば、次のような効果がある。
ゲイン設定は、計時開始の指示前では頻繁に行なわれるので、ゲインの設定を素早く完了することが可能となる一方、計時開始の指示後では、それほど頻繁には行なわれないので、ゲインの変更を少なく済ますことが可能となる（請求項１、３、５）。
被験者が安静状態にあれば、ゲインの設定を素早く完了することが可能となる一方、運動状態にあれば、ゲインの変更を少なく済ますことが可能となる（請求項２、４）。
突発的ノイズによる影響を受けた可能性のある最大値を判断の対象から除外してゲインを

設定することが可能となる（請求項６）。

【図面の簡単な説明】

【図１】（ａ）は、本発明の第１実施形態にかかる計測装置の外部構成を示す図であり、（ｂ）は、同計測装置における脈波検出部の構成を示す図である。

【図２】同実施形態における機能構成を示すブロック図である。

【図３】同実施形態における電気的構成を示すブロック図である。

【図４】同実施形態における増幅回路の詳細構成を示す回路図である。

【図５】（ａ）および（ｂ）は、それぞれ同実施形態におけるゲイン設定を説明するための図である。

【図６】（ａ）は、同実施形態において、計時開始の指示前におけるゲイン設定動作を説明するための図であり、（ｂ）は、同実施形態において、計時開始の指示後におけるゲイン設定動作を説明するための図である。

【図７】（ａ）は、本発明の第２実施形態において、計時開始の指示前におけるゲイン設定動作を説明するための図であり、（ｂ）は、同実施形態において、計時開始の指示後におけるゲイン設定動作を説明するための図である。

【符号の説明】

１１０……脈波検出部、３１２……体動検出部（いずれも検出手段）、

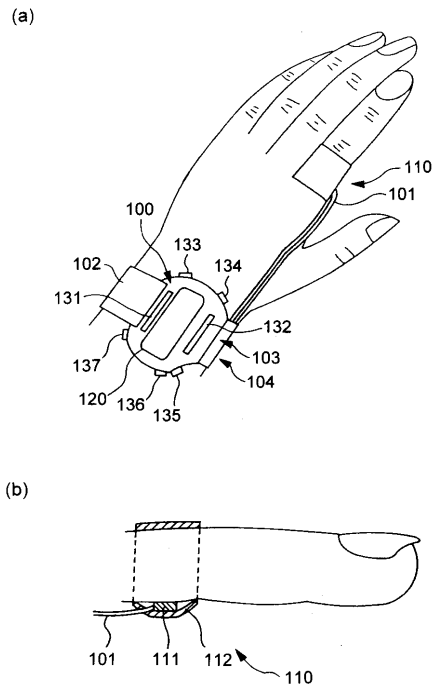
３１３、３１４……増幅回路（増幅手段）、

３１５、３１６……Ａ／Ｄ変換回路（標本化手段）、

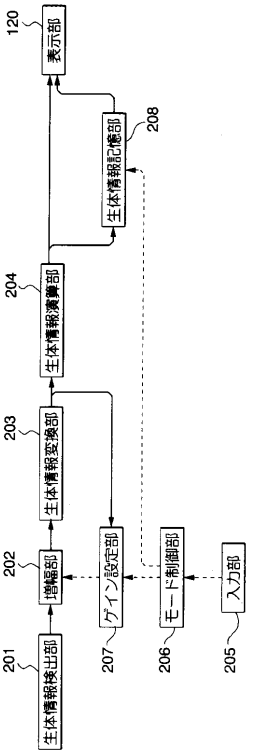
２０５……入力部（指示手段）、

３０１……ＣＰＵ（第１、第２の周期指定手段、ゲイン設定手段、第１、第２の標本数指定手段）

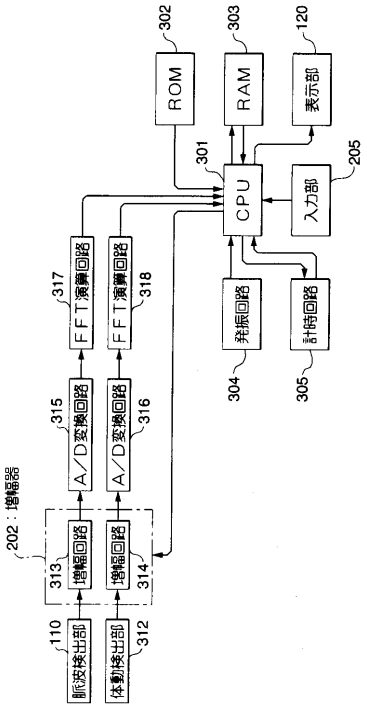
【図１】



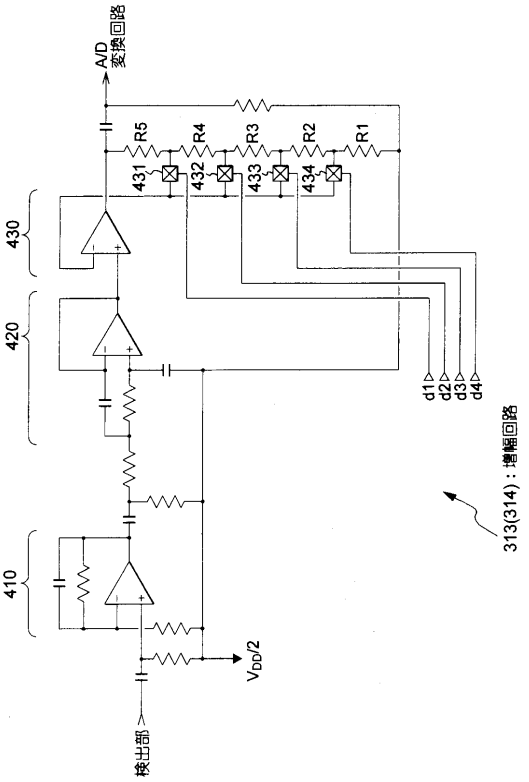

【図２】



【図３】




【図４】




【図５】

(a)

A/D変換後の8ビットデータ

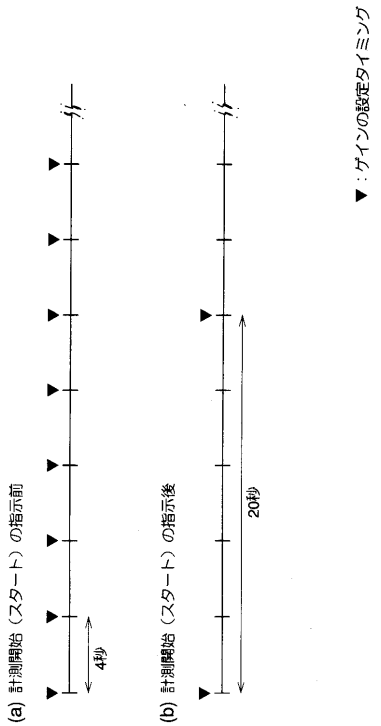
| MSB | 2SB | 3SB | 4SB | 5SB | 6SB | 7SB | LSB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

2SB～5SBを選択

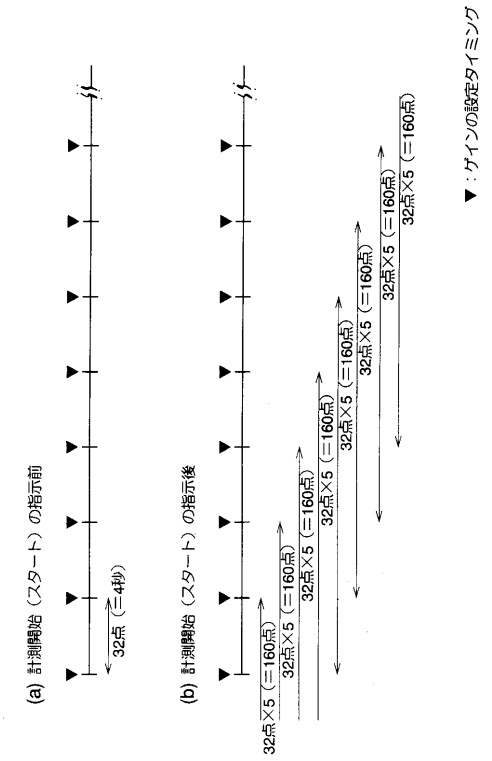
(b)

| 2SB～5SBの値（10進） | ゲインの設定 |
|---|---|
| 0 | 3ランクアップ |
| 1 | 2ランクアップ |
| 2 ～ 3 | 1ランクアップ |
| 4 ～ 10 | 変更なし |
| 11 ～ 15 | 1ランクダウン |

【図６】



【図７】


(a) 計測開始（スタート）の指示前
32点（＝4秒）
(b) 計測開始（スタート）の指示後
32点×5（＝160点）
32点×5（＝160点）
32点×5（＝160点）
32点×5（＝160点）
32点×5（＝160点）
32点×5（＝160点）
32点×5（＝160点）
▼：ゲインの設定タイミング

フロントページの続き

(72)発明者　小須田　司
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　荒巻　慎哉

(56)参考文献　特開昭５８－００３４０８（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２３７５３９（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－１４９６０３（ＪＰ，Ｕ）
特開平０６－１５４１７８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２２７３１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０６６３７６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１１２２７０（ＪＰ，Ａ）
実開昭５８－０７３２０２（ＪＰ，Ｕ）
特開平０７－２７５２１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１４２０７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１９７８９１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－０００３２３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２１７９４６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
A61B　5/00-22,
A63B 69/00
G04F 10/00
G04G　1/00　315