世界知的所有権機関
国際事務局

PCT 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 **G06M 7/00, G01C 22/00**	**A1**	(11) 国際公開番号	**WO97/15028**
		(43) 国際公開日	1997年4月24日(24.04.97)

(21) 国際出願番号 PCT/JP96/03032

(22) 国際出願日 1996年10月18日(18.10.96)

(30) 優先権データ
特願平7/270394 1995年10月18日(18.10.95) JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
セイコーエプソン株式会社
(SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP]
〒163 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP)
セイコー電子工業株式会社
(SEIKO INSTRUMENTS INC.)[JP/JP]
〒261 千葉県千葉市美浜区中瀬1-8 Chiba, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
早川 求(HAYAKAWA, Motomu)[JP/JP]
〒392 長野県諏訪市大和三丁目3番5号
セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)
中村千秋(NAKAMURA, Chiaki)[JP/JP]
〒261 千葉県千葉市美浜区中瀬1-8
セイコー電子工業株式会社内 Chiba, (JP)

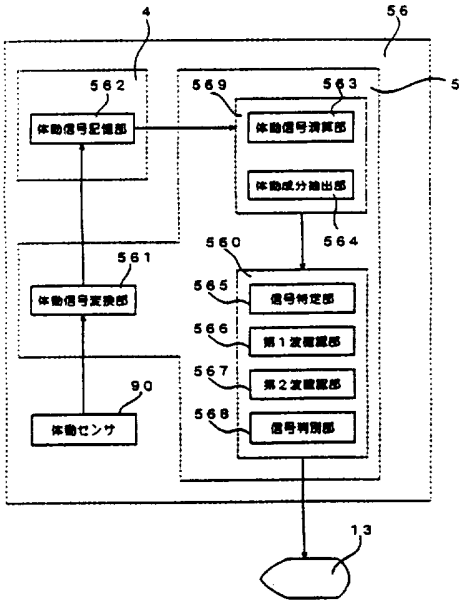
(74) 代理人
弁理士 鈴木喜三郎, 外(SUZUKI, Kisaburo et al.)
〒163 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号
セイコーエプソン株式会社内 Tokyo, (JP)

(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: **PACE MEASURING APPARATUS, ELECTRONIC APPLIANCE AND PACE MEASURING METHOD**

(54)発明の名称 ピッチ計測装置、電子機器およびピッチ計測方法



90 ... body motion sensor
561 ... body motion signal conversion
562 ... body motion signal memory
563 ... body motion signal calculation
564 ... body motion component extraction
565 ... signal setting
566 ... first signal identification
567 ... second signal identification
568 ... signal judgement

(57) **Abstract**

Body motions include the second harmonic conspicuous during running and the third harmonic conspicuous during walking. Assuming a reference signal to be a high-level line spectrum appearing, for example, in a region above 100/min, both running and walking paces can be found by checking whether the reference signal is the second or the third harmonic. The reference signal is judged as the second or the third harmonic if a high-level signal exists in the proximity of 1/3 or 2/3 of its frequency. If a high-level signal does not exist in the frequency band, the reference signal itself is considered as the second harmonic.

（５７）要約

走行時および歩行時のいずれ状況においても精度良くピッチを計測できるように、走行時には、体動の第２高調波が高レベルで検出でき、歩行時には体動の第３高調波が高レベルで検出できることに着目し、例えば、１００回／分以上の領域に出現した高レベルの線スペクトルを基準波として、この基準波が第２高調波か、あるいは、第３高調波であるかを判断することにより、走行時および歩行時の区別なくピッチを導出できるようにする。第２高調波であるか第３高調波であるかは、例えば、基準波の周波数の１／３あるいは２／３の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かによって判断することが可能であり、その周波数帯に高レベルの信号がない場合は、基準波が第２高調波であるとしてピッチを求めることができる。

情報としての用途のみ
ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

AL アルバニア
AM アルメニア
AT オーストリア
AU オーストラリア
AZ アゼルバイジャン
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルギナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BY ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴー
CH スイス
CI コート・ジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CZ チェッコ共和国
DE ドイツ
DK デンマーク
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB 英国
GE グルジア
GH ガーナ
GN ギニア
GR ギリシャ
HU ハンガリー
IE アイルランド
IL イスラエル
IS アイスランド
IT イタリー
JP 日本
KE ケニア
KG キルギスタン
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
KZ カザフスタン
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LR リベリア
LS レソト
LT リトアニア
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MC モナコ
MD モルドバ
MG マダガスカル
MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
MX メキシコ
NE ニジェール
NL オランダ
NO ノルウェー
NZ ニュー・ジーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル
RO ルーマニア
RU ロシア連邦
SD スーダン
SE スウェーデン
SG シンガポール
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア共和国
SN セネガル
SU ソビエト連邦
TD チャード
TG トーゴ
TJ タジキスタン
TM トルクメニスタン
TT トリニダード・トバゴ
UA ウクライナ
UG ウガンダ
US 米国
UZ ウズベキスタン共和国
VN ヴィェトナム
YU ユーゴスラビア

明　細　書

発明の名称　ピッチ計測装置、電子機器およびピッチ計測方法

技術分野

本発明は、歩行時または走行時に足などの身体が動く頻度を示すピッチを計測するピッチ計測装置、ピッチ計測機能を備えた電子機器およびピッチ計測方法に関し、更に詳しくは、走行時または歩行時に検出した体動信号からピッチを求めるための技術に関するものである。

背景技術

加速度センサなどの体の動き（体動）を検出できる手段によって体動信号を取得し、この体動信号からピッチを求めるピッチ計が知られている。従来のピッチ計は、たとえば、体動信号を増幅した後にパルス変換して得られたパルスをカウントする方法を採用している。この方法によって得られるパルス波形は、図１６（ａ）に示すように走行状態によりパルス間隔が不規則であり、所定のしきい値を設定してカウントするにしても計測誤差が大きくなる。そこで、図１６（ａ）に示すように、パルスをカウントする際に、所定の不感応時間を設定できるマスク信号を用いてパルスを２発単位でカウントし、検出精度を上げる方法が採用されている。走行時に左右の足や手などが動く頻度を示すピッチは、通常、毎分１５０回～２００回であり、これをパルス周期に変換すると０．３秒～０．４秒となる。従って、不感応時間となるマスク時間が０．５秒のマスク信号を採用することにより、体動信号を変換したパルス信号を２発単位でカウントでき、パルス周期が０．６秒～０．８秒のパルスとしてカウントすることが可能となる。

従って、ピッチを精度良く計測することができる。

しかしながら、このような方法では、走行時のピッチに合わせてマスク時間が設定されたマスク信号を用いて歩行時のピッチを計測すると誤差が非常に大きくなる。すなわち、図１６（ｂ）に示すように、歩行時のピッチは毎分１００～１５０回であるので、体動信号をパルス変換すると周期が０．４秒～０．６秒の信号が得られる。これに対し歩行時と同じマスク時間が０．５秒のマスク信号を適用すると、ピッチが１００回／分のときには、１発単位でパルスをカウントしてしまうので歩行のピッチを誤って計測してしまう。このため、従来のピッチ計で走行時および歩行時のピッチを計測するには、ピッチ計測を開始する前に走る場合と歩く場合とでマスク信号を切り換える外部操作が必要となる。計測前に切替操作を行わないとピッチを精度良く計測できず、全く意味のないデータしか得られないこともある。さらに、ピッチを計測する機能に加え他の複数の機能も搭載した電子機器においては、マスク信号を切替えるための操作方法をユーザが覚えている必要があり、非常に使い勝手がわるい。

さらに、上記のマスク信号を用いた計測方法では、体動信号が与えられた場合に、それが歩行時のデータか走行時のデータかが予め判っていなければパソコンなどでピッチを解析することもできない。

そこで、本発明においては、走る時と歩く時とで外部操作による切り換えが不要なピッチ計測装置を提供することを目的としている。そして、走行時および歩行時のいずれの状況においても簡単にピッチを精度良く計測できるピッチ計測装置を提供することを目的としている。さらに、ピッチ計測機能に加え複数の機能が搭載された電子機器においても、簡単にピッチ計測ができるユーザフレンドリーな電子機器を提供することを目的としている。このため、本発明においては、走行

時の体動信号か歩行時の体動信号かを自動的に判別でき、それぞれの時のピッチを導出できるピッチ計測方法を提供することも目的としている。さらに、体動信号と共に計測されるノイズがある場合でも走行時および歩行時の判別を精度良く行うことができるピッチ計測装置およびピッチ計測方法を提供することを目的としている。

発明の開示

本願の発明者らは、走行時および歩行時の体の動き（体動）を加速度センサーなどの体動センサによって検出した結果を周波数分析すると、走行時と歩行時で体動の基本的な周波数が異なることに加え、体動の基本周波数の２倍の周波数の波である第２高調波、３倍の周波数の波である第３高調波などの高調波が得られ、これらの高調波の強度分布に顕著な特徴があることを見いだした。すなわち、走行時においては、体動の周波数を備えた基本波の強度の数倍程度（３～１０倍程度）の強度（レベル）の第２高調波が得られるのに対し、歩行時においては、第２高調波のレベルは体動の基本波のレベルと同等または小さく、さらに、レベルの高い第３高調波が得られることを見いだした。

加速度センサーなどを腕などの身体に着けて体動を計測した場合、身体の上下動、腕の振り等に起因する加速度の変化を捉えた信号が体動信号として得られる。従って、走行時には、右足をステップしたときと、左足をステップしたときにほぼ均等に強い上下動がでるので、これに起因して体動の第２高調波に対応する強度の高い（高レベルの）体動信号が得られると考えられる。また、走行時の腕の振りにおいても、腕の振り出しおよび引き戻しのそれぞれの瞬間に加速度がかかるので、体動の第２高調波に対応する高レベルの体動信号が得られると考えられる。これに対し、歩行時の身体の上下動は走行時に比べ

て小さいので第２高調波のレベルは小さく、体動の基本波と同程度あるいは基本波より小さくなる。また、腕の振りも緩やかになるので、第２高調波に比べ体動の周期と同じ基本波のレベルが高くなると考えられる。さらに、これらの倍振動にあたる高レベルの第３高調波も得られる。

そこで、本発明においては、体動センサから得られた結果を周波数分析し、所定の周波数以上に表れた強度（レベル）の高い信号が第２高調波であるか第３高調波であるかを判断し、走行時および歩行時のピッチを導出するようにしている。すなわち、本発明のピッチ計測装置は、体動を検出する体動センサと、この体動センサの検出結果を周波数分析する周波数分析手段と、この周波数分析手段の分析結果から走行時または歩行時のピッチを求めるピッチ導出手段とを有し、ピッチ導出手段は、分析結果の中の第１の設定周波数以上の領域でパワーが所定のレベル以上にある信号をピッチを求めるために参照する基準波として設定し、この基準波が体動に対する第２高調波であるか第３高調波であるかを判断してピッチを求めるようにしている。

走行時および歩行時のピッチとしては、体動の周波数の２倍、すなわち、第２高調波の周波数を表示することが多い。従って、ピッチ導出手段においては、基準波が第２高調波であると判断したときは基準波の周波数をピッチとして出力し、基準波が第３高調波であると判断したときは基準波の周波数の２／３をピッチとして出力することが望ましい。このように、本発明のピッチ計測装置においては、マスク信号などを用いずに第２高調波あるいは第３高調波であるかを判断するだけで走行時および歩行時のピッチを導出することが可能であり、走行時あるいは歩行時であるか否かの設定、または判断をユーザーあるいはピッチ計測装置の側で行う必要がなく何時でも精度の高いピッチ

を出力することができる。すなわち、本発明のピッチ計測装置により、走行時および歩行時のいずれにおいても、外部操作あるいは内部操作などによって設定を切り替えることなく精度良くピッチを計測することが可能になる。従って、体動センサからの信号を処理可能な制御装置と、この制御装置からの出力を表示可能な表示装置とを有するピッチ計測機能に加えて他の機能も搭載可能な電子機器を用いてピッチを計測する際も、ユーザーは走行あるいは歩行などの設定を行う必要がなく、簡単に、また、確実にピッチを計測することができる。

上述したように、一般的に歩行時のピッチは毎分１００～１５０回であり、走行時のピッチは毎分１５０回～２００回である。従って、第２高調波としては１５０～２００回／分、第３高調波としては１５０～２２５回／分の周波数が得られると予想でき、これらの周波数より低い周波数の信号はノイズである可能性が高い。そこで、本発明においては、第１の設定周波数として、例えば、第２高調波および第３高調波として予想される周波数よりも十分に低い１００回／分程度の値を設定し、それ以上の周波数の信号を評価することによりノイズの影響によるピッチの誤り計測を防止できるようにしている。もちろん、第１の設定周波数は上記の値に限定されるものではなく、被計測者や計測環境などによって変更したり、調整することも可能である。

ピッチ導出手段において、第２高調波および第３高調波の判断を行うには、分析結果の中に基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する高調波確認手段と、基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに基準波を第２高調波であると判断する信号判別手段とを設けておくことができる。例えば、高調波確認手段として、分析結果

の中に基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する第１波確認手段を採用し、信号判別手段においては、基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに基準波を第２高調波であると判断することができる。また、高調波確認手段に、分析結果の中に基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する第２波確認手段を採用し、該当する信号がないと判断したときに基準波を第２高調波であると判断することもできる。さらに、高調波確認手段において、基準波の周波数の１／３倍および２／３倍の両方の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断し、基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がなく、さらに、基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに基準波を第２高調波であると判断することも可能である。

また、歩行時に得られる第３高調波の周波数が走行時に得られる第２高調波の周波数に比べ安定していることに着目し、ピッチ導出手段が基準波の周波数が第２の設定周波数以下であると判断したときに基準波を第２高調波であると判断する信号判別手段を採用することもできる。例えば、歩行時に基準波として得られる第３高調波の予想周波数は１５０～２２５回／分であるので、第２の設定周波数として１５０回／分を採用し、この周波数以下の場合は第２高調波であると判断することができる。これにより、基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があっても、基準波の周波数が第２の設定周波数を越えていない場合は、１／３あるいは２／３倍の周波数の近傍の高レベルの信号はノイズであると判断し、基準波が第２高調波であると判断することができる。

基準波が第２高調波または第３高調波であるを判断してピッチを求

める手法は、パソコンなどを用いて体動センサから得られた検出結果を解析するピッチ計測方法においても用いることができる。すなわち、本発明においては、以下のようなステップを有するピッチ計測方法を提供することができる。

１．体動を周波数分析する工程。

２．この周波数分析手段の分析結果から走行時または歩行時のピッチを求め際に、分析結果の中の第１の設定周波数以上の領域でパワーが所定のレベル以上にある信号を基準波として設定し、この基準波が体動に対する第２高調波であるか第３高調波であるかを判断してピッチを求めるピッチ導出工程。

上記の計測装置と同様に、ピッチ導出工程においては、基準波が第２高調波であると判断したときは基準波の周波数をピッチとして出力し、基準波が前記第３高調波であると判断したときは基準波の周波数の２／３をピッチとして出力することが望ましい。また、ピッチ導出工程において、第２高調波であるか第３高調波であるかを判断するために、分析結果の中に前記基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する高調波確認工程と、基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに基準波を前記第２高調波であると判断する信号判別工程など、上述した機能を備えた工程を採用することができる。

このような本発明のピッチ計測方法は、上記の工程を備えたソフトウェアとして提供することが可能であり、磁気記録媒体やＲＯＭなどのコンピュータあるいはマイクロプロセッサ等に読み取り可能な媒体に記憶させて提供することができる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明のピッチ計測機能を搭載した携帯用電子機器の外観および使用状態を示す説明図である。

図２は、図１に示す携帯用電子機器の概略構成を示すブロック図である。

図３は、図１に示す電子機器に搭載されたピッチ計測装置の概略構成を示すブロック図である。

図４は、体動信号を周波数分析して得られたスペクトルの例を示す図であり、図４（ａ）は走行時に得られたスペクトルの例を示し、図４（ｂ）は歩行時に得られたスペクトルの例を示してある。

図５は、図３に示すピッチ計測装置における処理を示すフローチャートである。

図６は、図１に示す携帯用電子機器の装置本体の平面図である。

図７は、図１に示す携帯用電子機器の装置本体を腕時計の３時方向からみたときの説明図である。

図８は、図１に示す携帯用電子機器に用いた脈波検出用センサユニットの断面図である。

図９は、図１に示す用電子機器に搭載された脈波検出装置の概略構

成を示すブロック図である。

図１０は、図１に示す携帯用電子機器の各モードを示す説明図である。

図１１（ａ）は、時計モードが選択されたときの案内表示を示す説明図、図１１（ｂ）は、この案内表示が消えた状態を示す説明図である。

図１２は、図１に示す携帯用電子機器において、ピッチ計及び脈拍計としてのランニングモードにおける機能を説明するための説明図である。

図１３（ａ）は、ピッチ計及び脈拍計としてのランニングモードに切り換わったとの表示の内容を示す説明図、図１３（ｂ）は、このモードにおいて計測を開始する前の表示の内容を示す説明図である。

図１４（ａ）は、ピッチ計及び脈拍計としてのランニングモードにおいて、脈拍数の計測を開始した以降、脈拍数が所定のレンジ内に到達する以前の表示形態を示す説明図、図１４（ｂ）は、脈拍数が所定のレンジ内に到達した以降の表示形態を示す説明図、図１４（ｃ）は、ピッチの時間的変化を示すときの表示形態を示す説明図である。

図１５（ａ）は、図１に示す携帯用電子機器において、脈拍数の計測を停止するようにとの操作があった以降、脈拍数が所定のレンジ内にあるときの表示形態を示す説明図、図１５（ｂ）は、脈拍数が所定

のレンジ内から外れたときの表示形態を示す説明図である。

図１６（ａ）は、従来のピッチ計における走行時の体動信号をパルス変換した後の波形図、図１６（ｂ）は、従来のピッチ計における歩行時の体動信号をパルス変換した後の波形図である。

発明を実施するための最良の形態

次に、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を説明する。

図１に、本発明のピッチ計測機能を備えた腕装着型の携帯用電子機器を示してある。この携帯用電子機器１は、腕時計として使用できる計時機能と、脈波を計測して表示できる脈拍測定機能と、さらに、走行時および歩行時の腕あるいは足など身体の動きの頻度を示すピッチを計測できるピッチ計測機能を備えている。本図に示すように、本例の携帯用電子機器１は、腕時計構造を有する装置本体１０を備えており、この本体１０の内部に、ユーザーの体の動き（体動）を検出する加速度センサなどの体動センサ９０と、上述した各機能を実現するための制御部５などが収納されている。本体１０の表面には時刻、脈拍あるいはピッチなどの様々なデータを表示すると共にユーザーインタフェースの機能を果たす液晶表示体１３が設けられており、さらに、本体１０の表面および側面には各機能を操作するための複数の操作スイッチ１１１、１１２、１１３、１１４、１１５、１１６および１１７が設けられている。また、本体１０には、ケーブル２０を介して脈波検出用センサユニット３０が装着されており、指先から脈波を検出できるようになっている。このような本体１０には、腕時計における１２時方向（以降において、本体１０に関する向きは全て時刻方向で

示すこととする）から腕に巻きついて６時方向で固定されるリストバンド１２が設けられおり、装置本体１０をユーザーの腕に着脱自在に装着できるようになっている。

図２に、本例の電子機器１の概略構成をブロック図によって示してある。本例の電子機器１は、マイクロプロセッサなどによって構成される制御部５を中心に構成されており、この制御部５で処理を行うためのプログラムやデータなどが予め記憶されたＲＯＭ３と、処理上の一次記憶領域や計測されたデータなどを蓄積するために用いられるＲＡＭ４と、制御部５を操作するための操作部２を備えている。操作部２は、上述したように本体１０の表面あるいは周囲に設けられた各種のスイッチ１１１～１１７を備えている。また、本例の電子機器１は、上述したようにユーザーインタフェース用の液晶パネル１３を備えており、この液晶パネル１３に時刻、計測されたデータさらには処理モードなどの情報が表示されるようになっている。

本例の電子機器１は、さらに、計時用の発振機能、時刻および日付を計測するなどを有するリアルタイムクロック（ＲＴＣ）ユニット６を備えており、このＲＴＣユニット６の機能を活かして、後で電子機器の操作と共に説明する様々な計時処理を行う計時処理部５４が構成されている。また、本例の電子機器１は、本体１０に収納された体動センサ９０からの信号を制御部５によって処理することによりピッチ計測を行えるピッチ計測部５６と、本体１０とケーブル２０で接続された脈波センサ３０からの信号を制御部５によって処理することにより脈拍計測を行える脈拍計測部５５を備えている。

ピッチ計測について

図３に、本例のピッチ計測部５６の構成をさらに詳しく示してある。

本例のピッチ計測部５６においては、体動センサ９０によって体動を検出し、その信号を制御部５の体動信号変換部５６１に入力する。体動信号変換部５６１は、体動センサ９０によって得られた信号を増幅すると共に処理し易いデジタルデータに変換し、ＲＡＭ４の体動信号記憶部５６２に出力して一次的に蓄積する。もちろん、このデータを継続して蓄積しておいて後でパソコンなどの処理装置に供給し、ピッチを解析するためのデータとして使用することも可能である。体動信号記憶部５６２に蓄積されたデータは、所定の間隔で制御部５の周波数分析部５６９によって取得され周波数分析される。周波数分析部５６９は、体動信号記憶部５６２に記憶されている信号を読み出してそれに周波数分析として高速フーリエ変換（ＦＦＴ処理）を行う体動信号演算部５６３と、周波数分析された結果から周波数と信号強度（レベル）を体動成分として抽出できる体動成分抽出部５６４を備えている。体動成分抽出部５６４によって抽出された体動成分は制御部５に構成されたピッチ導出部５６０に供給され、このピッチ導出部５６０によって走行時または歩行時のピッチが導出され、その結果が液晶表示装置１３に出力できるようになっている。

本例のピッチ導出部５６０は、所定の周波数（第１の設定周波数）以上の領域で信号強度が所定のレベル以上にある信号をピッチを求めるために参照する基準波として特定する信号特定部５６５と、特定された基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する第１波確認部５６６と、基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する第２波確認部５６７と、さらに、第１波確認部５６６が基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断し、第２波確認部５６７が基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号

がないと判断したときに、特定された基準波を体動の基本的な周波数を備えた基本波に対する第２高調波であると判断する信号判別部５６８を備えている。

信号判別部５６８は、第１波確認部５６６および第２波確認部５６７の確認結果に基づいて、基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号にあるか、または、基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があると判断したときに、特定された基準波を体動の基本波に対する第３高調波であると判断するが、その際、基準波が所定の周波数（第２の設定周波数）以上にあると判断したときにはじめて基準波は第３高調波であると断定し、基準波が第２の設定周波数以下にあると判断したときには、基準波は第２高調波であると断定するようにしている。

図４に、体動信号演算部５６３および体動成分抽出部５６４によって得られる信号（スペクトル）の例を示してある。図４（ａ）は、走行時に得られるスペクトルの例を示してあり、図４（ｂ）は、歩行時に得られるスペクトルの例を示してある。このように、走行時および歩行時では、得られるスペクトルに明確な差が見られるので、本例のピッチ計測部５６においては、このようなスペクトルの違いを自動的に把握して走行時でも歩行時でも自動的にピッチを精度良く計測できるようにしている。

走行時および歩行時のスペクトルの相違は以下のような原因によるものと考えられる。まず、図４（ａ）に示した走行時の典型的なスペクトラムにおいては、体動の基本波に対応する線スペクトルＳＡ１、および体動の基本波に対する第２高調波成分に相当する線スペクトルＳＡ２が出現し、そのうち、第２高調波成分に相当する線スペクトル

ＳＡ２は、基本波に対応する線スペクトルＳＡ１に比してレベルが著しく高い。この現象には幾つかの原因が考えられる。まず第１に、走行時には、右足をステップした時と左足をステップした時に均等に上下動が出るので、体動成分の第２高調波が高いレベルで出現し易い。第２に、腕の振りは腕の振り出し及び引き戻しを一周期とする振り子運動に相当するので、これによって体動の基本波が得られる。しかしながら、走行時には腕の振りを滑らかな振り子運動にするのが難しいので腕の振りによる基本波のレベルは弱めになる。第３に、腕の振り出し及び引き戻しのそれぞれの瞬間に加速度がかかる。従って、体動センサには腕の振りの基本波の第２高調波が高い強度で検出される。これらの原因によって走行時には体動の基本波のレベルよりも非常に高いレベルの第２高調波が得られる。

これに対して、図４（ｂ）に示した歩行時の典型的なスペクトラムにおいては、体動の基本波に対応する線スペクトルＳＢ１、体動の基本波の第２高調波成分に相当する線スペクトルＳＢ２、および体動の基本波の第３高調波成分に相当する線スペクトルＳＢ３が出現する。この歩行時には、走行時ほど体動に上下動がなく、また、手振りに起因する体動の基本波の成分が強く出現するので、その特徴として基本波に対応する線スペクトルＳＢ１が強く現れる。その結果、各線スペクトルＳＢ１およびＳＢ２の比率は一定しないものの、走行時に比較して、第２高調波の線スペクトルＳＢ２に対する基本波の線スペクトルＳＢ１の比が歩行時には強くなる。さらに、第３高調波を示す線スペクトルＳＢ３が現れ、体動の基本波に対応する線スペクトルＳＢ１、および第３高調波成分に相当する線スペクトルＳＢ３が第２高調波成分に相当する線スペクトルＳＢ２よりもレベルが高くなる。

さらに、走行時のピッチ（通常は第２高調波の周波数が参照される

ことが多い）は１５０～２００回／分であり、また、歩行時のピッチは１００～１５０回／分であるので、走行時の第２高調波と歩行時の第３高調波はほぼ同じ周波数帯に表れる。従って、所定の周波数（第１の設定周波数）以上の高レベルの信号を特定し、その信号が第２高調波であるか、あるいは第３高調波であるかを判断することにより、走行時の体動によるスペクトルか、歩行時の体動によるスペクトルであるかの判断を自動的に行うことができる。そして、第２高調波であればその周波数を、また、第３高調波であればその２／３の周波数をピッチとして出力することにより、走行あるいは歩行といった状況の違いにかかわらず精度の高いピッチを表示あるいは出力することができる。

図４に示したスペクトルの例においては、上述した第２高調波あるいは第３高調波が出現すると予想される周波数帯より低めの１００回／分を第１の設定周波数とすると、走行時の第２高調波に対応する線スペクトルＳＡ２、歩行時の第２高調波に対応する線スペクトルＳＢ２、および歩行時の第３高調波に対応する線スペクトルＳＢ３が基準波として特定されうる対象となる。そして、これらの１００回／分以上の周波数領域を監視してそこに出現した高レベルの信号が基本波に対する第２高調波であるのか第３高調波であるのかを判断することにより、走行状態あるいは歩行状態のピッチを精度良く導出することができる。すなわち、歩行時には、１００回／分以上の周波数領域に第３高調波が高レベルの信号として出現するので、この信号が第３高調波であると判断できれば、この信号の周波数に２／３倍を掛けた値から歩行時のピッチを求めることができる。また、走行時には、１００回／分以上の周波数領域に基本波に対する第２高調波が高レベルの信号として出現するので、この信号が第２高調波であると判断できれば、

この信号の周波数から走行時のピッチを求めることができる。

図５に示したフローチャートに基づき、本例のピッチ計測部のピッチ導出部５６０において、走行時および歩行時のスペクトルの違いを利用してピッチを求める処理を説明する。まず、ステップＳＴ１において、信号特定部５６５を用いて周波数分析後に抽出されたスペクトルからレベルの最も高い信号（線スペクトル）を特定する。この信号がピッチを求める際に参照される基準波として特定される。次に、ステップＳＴ２において、この基準波の周波数（Ｆｂ）が第１の設定周波数である１００回／分以上であるか否かを判断する。基準波の周波数が１００回／分未満の場合は、ステップＳＴ３において、先の信号を除く信号の中からレベルの最もレベルの高い信号を検索する。ステップＳＴ３において、相応の信号が見つからない場合には、以下に説明する処理をバイパスして信号判別部５６８に移行し、ステップＳＴ１０において、前回導出したピッチをそのまま今回のピッチとして処理を終了する。

一方、ステップＳＴ３において、次のレベルの信号が検出された場合は、ステップ４に移行し、先の信号を除く信号の中からレベルの最もレベルの高い信号を基準波と特定する。そして、ステップＳＴ２に戻り、第１の設定周波数以上であるか否かを判定する。

ステップＳＴ２において１００回／分以上の高レベルの信号であると判断されると、次に、ステップＳＴ５において、第１波確認部５６６を用いて、特定された基準波の周波数Ｆｂの１／３倍の周波数の近傍に、基準波の強度（振幅あるいはレベル）に対して１／２倍以上の強度（振幅あるいはレベル）を有する信号があるか否かを判断する。基準波が第３高調波である場合は、基準波の周波数Ｆｂの１／３倍の

近傍に体動の基本波を示す高レベルの信号が表れるはずであり、これを検出することにより第２高調波あるいは第３高調波であるかの判断が可能である。基準波の周波数の１／３倍の周波数に高レベルの信号があるか否かを判断する際は、周波数分析を行う周波数分析部５６９の能力にもよるが、上述した線スペクトルが得られる周波数分解能の＋／－１分解能程度の範囲に高レベルの信号があれば基準波の周波数の１／３倍に高レベルの信号があると判断することが望ましく、さらに高い分解能を備えている場合は、分解能に応じた周波数帯を判断対象として選択することが望ましい。

ステップＳＴ５において、基準波の周波数Ｆｂの１／３倍の周波数の近傍に基準波のレベルの１／２倍以上のレベルの信号がないと判断されると、ステップＳＴ６に移行する。ステップＳＴ６においては、第２波確認部５６７を用いて、基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に基準波のレベルの１／２倍以上のレベルの信号があるか否かを判断する。基準波が第３高調波である場合は、基準波の周波数Ｆｂの２／３倍の近傍に第２高調波を示す高レベルの信号が表れるはずであり、これを検出することにより第２高調波あるいは第３高調波であるかの判断が可能である。このステップにおいても上記のステップと同様に周波数解析をする際の分解能に応じた周波数帯を判断対象として選択することが望ましい。

基準波が第３高調波である場合は、上述したように、体動の基本波および第２高調波を示すかなり強度の高い信号が得られることが多い。従って、上述したステップＳＴ５あるいはステップＳＴ６のいずれか一方だけ、すなわち、第１波確認部５６６あるいは第２波確認部５６７の一方を用いて第２高調波あるいは第３高調波であるかを判断することももちろん可能である。また、本例のように、ステップＳＴ５お

よびステップＳＴ６の両方、すなわち、第１波確認部５６６および第２波確認部５６７の両方で第２高調波あるいは第３高調波であるかを判断することにより、第３高調波が得られる状態（歩行時）において、基本波あるいは第２高調波のレベルが非常に小さい、通常とは若干違ったパターンの体動を行うユーザーに対しても的確にピッチを導出することができる。また、本例では高レベルの信号であるか否かを基準波のレベルの１／２以上のレベルを持った信号であるか否かによって判断しているが、この値は１つの例であり、体動センサからの信号を増幅・変換し、さらに周波数分析を行って得られる信号に含まれたノイズに対し区別できるようなレベルであれば良いことはもちろんである。

ステップＳＴ５およびＳＴ６において、基準波の周波数Ｆｂの１／３倍および２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がなければ、基準波は、第２高調波に相当する信号と判断できる。従って、ステップ８に移行し、信号判別部５６８において基準波の周波数Ｆｂをそのままピッチとして導出する。もちろん、ピッチとして体動の周波数を導出する場合は、基準波の周波数Ｆｂの１／２を導出することも可能である。

これに対し、ステップＳＴ５において、基準波の周波数Ｆｂの１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があった場合、あるいはステップＳＴ６において、基準波の周波数Ｆｂの２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があった場合は、ステップＳＴ７に移行して基準波の周波数Ｆｂが第２の設定周波数である１５０回／分以上であるか否かを判断する。この１５０回／分という第２の設定周波数の値は、第１の設定周波数の値の１００回／分の１．５倍の数値である。通常の場合、歩行中のピッチは、１００回／分～１５０回／分であり第３高調

波として１５０回／分～２２５回／分の基準波が得られると予想される。また、走行中のピッチは、１５０回／分～２００回／分であり、第２高調波として１５０回／分～２００回／分というほぼ同じ周波数帯の基準波が得られると予想される。しかしながら、走行中のピッチと比較し歩行中のピッチの方が安定していると考えられ、第３高調波として１５０回／分以下の周波数の信号が得られる可能性は非常に小さい。従って、ステップＳＴ７において、基準波の周波数Ｆｂが１５０回／分以上であると判断した場合にのみ、特定された基準波が第３高調波であると判断し、一方、基準波の周波数Ｆｂが１５０回／分未満の場合は、ステップＳＴ５あるいはＳＴ６によって検出された高レベルの信号はあくまでノイズであって、基準波は第２高調波であると判断するようにしている。この第２の設定周波数の値である１５０回／分ももちろん例示であり、ユーザーや測定状況などによって変更したり、あるいは調整できるようにしても良いことはもちろんある。このように、ステップＳＴ７において、第２の設定周波数を用いて第２高調波であるか否かを判断することにより、基準波の周波数の１／３倍あるいは２／３倍の周波数の近傍に高レベルのノイズがあった場合でも、誤って第３高調波であると判断してしまうことを未然に防止することができる。従って、本発明のピッチ計測装置においては、走行時および歩行時に状況の変化に応じて極めて精度の良いピッチを自動的に導出することができる。

ステップＳＴ７において、基準波が第２高調波であると判断された場合は、ステップＳＴ８に移行し、上述したように基準波の周波数Ｆｂをピッチとして導出する。一方、基準波が第３高調波であると判断された場合は、ステップＳＴ９に移行し、基準波の周波数Ｆｂを２／３倍し、ピッチとして導出する。体動の基本周波数をピッチとして採

用する場合は基準波の周波数Ｆｂの１／３を導出すれば良いことはもちろんである。

以上に示した機能を備えたピッチ計測部５６は、本例のように多機能型の電子機器１の機能の１つとして実現することも可能であるし、ピッチを計測する単独の機能を備えたピッチ計として提供することももちろん可能である。また、図５に基づき説明したピッチを求める処理は、パソコンなどによって体動センサから得られたデータを解析する際にソフトウェアとして実現することももちろん可能である。本発明のピッチ計測方法を採用したソフトウェアにおいては、ユーザーが走行状態であるか歩行状態であるかを指定しなくても自動的に判断することが可能であり、その状態に則したピッチを極めて高い精度で導出することができ、様々な解析プログラムに適用することが可能である。そして、このようなソフトウェアは、フロッピーディスクやハードディスクなどの磁気記録媒体や、その他のＣＤやＲＯＭといったコンピュータあるいはマイクロプロセッサーなどに読み取り可能な媒体に収納して提供することが可能である。

携帯型電子機器の全体構成

以下に上述した本発明のピッチ計測機能を備えた携帯用電子機器の構成およびその操作について説明する。

図１に戻って、本例の携帯用電子機器１の腕時計構造を有する装置本体１０には、脈波を計測するための脈波検出用センサユニット３０がケーブル２０によって接続されており、ケーブル２０の先端側にはコネクタピース８０が構成され、このコネクタピース８０が本体１０の６時方向に構成されているコネクタ部７０に対して着脱自在に取付できるようになっている。脈波検出用センサユニット３０は、センサ

固定用バンド４０によって遮光されながら人差し指の根元から指関節までの間に装着され、指の根元に装着することによってケーブル２０が短く、ランニング中に邪魔にならないようになっている。また、掌から指先までの体温の分布を計測すると、寒いときには、指先の温度が著しく低下するのに対し、指の根元の温度は比較的低下しないので、指の根元に脈波検出用センサユニット３０を装着することにより、寒い日に屋外でランニングしたときでも脈拍数などを正確に計測できるようになっている。

図６に、本例の携帯用電子機器の装置本体１０をリストバンドやケーブルなどを外した状態で示してあり、また、図７に携帯用電子機器１を本体の３時方向からみた状態を示してある。

図６に示すように、本例の装置本体１０は、樹脂製の時計ケース１１（本体ケース）を備えており、この時計ケース１１の表面側には、現在時刻や日付に加えて、走行時や歩行時のピッチ、及び脈拍数などの脈波情報などを表示するＥＬバックライト付きの液晶表示装置１３（表示装置）が構成されている。液晶表示装置１３は、表示面の左上側に位置する第１のセグメント表示領域１３１、右上側に位置する第２のセグメント表示領域１３２、右下側に位置する第３のセグメント表示領域１３３、及び左下側に位置するドット表示領域１３４を備えており、ドット表示領域１３４では、各種の情報をグラフィック表示可能できるようになっている。

時計ケース１１の内部には、上述したように、ピッチを求めるための体動センサ９０が内蔵されており、この体動センサ９０としては、加速度センサなどを用いることができる。また、時計ケース１１の内部には、体動センサ９０による検出結果（体動信号）に基づいてピッチを求めるとともに、それを液晶表示装置１３で表示するために、ま

た、脈波検出用センサユニット３０による検出結果（脈波信号）に基づいて脈拍数の変化などを求めるとともに、それを液晶表示装置１３で表示するために、各種の制御やデータ処理を行う制御部５が構成されている。制御部５には、計時回路も構成されているため、通常時刻、ラップタイム、スプリットタイムなども液晶表示装置１３に表示可能である。

時計ケース１１の外周部には、時刻合わせや表示モードの切換などの外部操作を行うためのボタンスイッチ１１１～１１５が構成されている。また、時計ケースの表面には、大きめのボタンスイッチ１１６、１１７が構成されている。時計ケース１１の内部には、さらに、携帯用電子機器１の電源となるボタン形の小型の電池５９が収納されており、ケーブル２０を介して電池５９から脈波検出用センサユニット３０にも電力を供給できるようになっている。このケーブル２０は、さらに、脈波検出用センサユニット３０の検出結果を時計ケース１１の制御部５に入力するためにも用いられる。

本例の携帯用電子機器１は多機能型の装置であり、機能を増やすにともなって装置本体１０を大型化する必要がある。しかしながら、装置本体１０には、腕に装着されるという制約があるため、装置本体１０を腕時計における６時あるいは１２時方向に向けては拡大することは難しい。そこで、本例では、装置本体１０には、３時及び９時の方向における長さ寸法が６時及び１２時の方向における長さ寸法よりも長い横長の時計ケース１１を用いることにより、多くの機能を実現するための制御部あるいは他の機能ユニットを収納できるようにしている。３時および９時方向に時計ケース１１を伸ばしても、リストバンド１２は、３時の方向側に偏った位置で接続している。このため、リストバンド１２からみると、腕時計における９時の方向に大きな張出

部分１０１を有することになるが、この大きな張出部分は３時の方向にはない。従って、横長の時計ケース１１を用いたわりには、手首を自由に曲げることができ、また、転んでも手の甲を時計ケース１１にぶつけることがないようになっている。

また、時計ケース１１の内部の配置においても、電池５９の９時方向にブザー用の偏平な圧電素子５８を配置し、この圧電素子５８よりも重い電池５９が３時方向に偏った位置にあり、装置本体１０の重心位置が３時の方向に偏るようにしている。そして、この重心位置の近傍にリストバンド１２を接続してあるので、装置本体１０を腕に安定した状態で装着できる。また、電池５９と圧電素子５８とを平面的に配置することにより装置本体１０を薄型化し、さらに、図７に示すように、裏面部１１９に電池蓋１１８を設けることによって、ユーザーが容易に電池５９を交換できるようにしている。

図７に示すように、本例の時計ケース１１の１２時方向には、リストバンド１２の端部に取り付けられた止め軸１２１を保持するための連結部１０５が形成されている。また、時計ケース１１の６時方向には、腕に巻かれたリストバンド１２が長さ方向の途中位置で折り返されるとともに、この途中位置を保持するための留め具１２２が取り付けられる受け部１０６が形成されている。

装置本体１０の６時方向において、裏面部１１９から受け部１０６に至る部分は、時計ケース１１と一体に成形されて裏面部１１９に対して約１１５°の角度をなす回転止め部１０８になっている。すなわち、リストバンド１２によって装置本体１０を右の手首Ｌ（腕）の上面部Ｌ１（手の甲の側）に位置するように装着したとき、時計ケース１１の裏面部１１９は、手首Ｌの上面部Ｌ１に密着する一方、回転止め部１０８は、橈骨Ｒのある側面部Ｌ２に当接する。この状態で、装

置本体１０の裏面部１１９は、橈骨Ｒと尺骨Ｕを跨ぐ感じにある一方、回転止め部１０８と裏面部１１９との屈曲部分１０９から回転止め部１０８にかけては、橈骨Ｒに当接する感じになる。このように、回転止め部１０８と裏面部１１９とは、約１１５°という解剖学的に理想的な角度をなしているため、装置本体１０を矢印Ａまたは矢印Ｂの方向に回そうとしても、装置本体１０は、腕Ｌの周りを不必要にずれない。また、裏面部１１９及び回転止め部１０８によって腕の回りの片側２ヵ所で装置本体１０の回転を規制するだけであるため、腕が細くても、裏面部１１９及び回転止め部１０８は確実に腕に接するので、回転止め効果が確実に得られる一方、腕が太くても窮屈な感じがないようになっている。

脈波検出の機能について

図８に、本例の電子機器１に装着された脈波検出用センサユニット３０の構成を断面を用いて示してある。本例の脈波検出用センサユニット３０は、そのケース体としてのセンサ枠３６の裏側に裏蓋３０２が被されることによって、内側に部品収納空間３００が構成されている。部品収納空間３００の内部には、回路基板３５が配置されており、回路基板３５には、ＬＥＤ３１、フォトトランジスタ３２、その他の電子部品が実装されている。脈波検出用センサユニット３０には、ブッシュ３９３によってケーブル２０の端部が固定され、ケーブル２０の各配線は、各回路基板３５のパターン上にはんだ付けされている。脈波検出用センサユニット３０は、図１（ｂ）に示したように、ケーブル２０が指の根元側から装置本体１０の側に引き出されるようにして指に取り付けられる。従って、ＬＥＤ３１及びフォトトランジスタ３２は、指の長さ方向に沿って配列されることになり、そのうち、Ｌ

ＥＤ３１は指の先端側に位置し、フォトトランジスタ３２は指の根元の方に位置する。このように配置することにより、外光がフォトトランジスタ３２に届きにくいという効果を持たせることができる。

脈波検出用センサユニット３０では、センサ枠３６の上面部分（実質的な脈波信号検出部）にガラス板からなる透光板３４によって光透過窓が形成され、この透光板３４に対して、ＬＥＤ３１及びフォトトランジスタ３２は、それぞれ発光面及び受光面を透光板３４の方に向けて配置されている。このため、透光板３４の外側表面３４１（指表面との接触面／センサ面）に指の表面を密着させると、ＬＥＤ３１は、指表面の側に向けて光を発するとともに、フォトトラジスタ３２は、ＬＥＤ３１が発した光のうち指の側から反射してくる光を受光することができる。透光板３４の外側表面３４１と指表面との密着性を高められるように、透光板３４の外側表面３４１は、その周囲部分３６１から突出している構造になっている。

本例では、ＬＥＤ３１として、ＩｎＧａＮ系（インジウムーガリウムー窒素系）の青色ＬＥＤを用いてあり、その発光スペクトルは、４５０ｎｍに発光ピークを有し、その発光波長領域は、３５０ｎｍから６００ｎｍまでの範囲にある。かかる発光特性を有するＬＥＤ３１に対応させて、本例では、フォトトランジスタ３２として、ＧａＡｓＰ系（ガリウムー砒素ーリン系）のフォトトランジスタを用いてあり、その素子自身の受光波長領域は、主要感度領域が３００ｎｍから６００ｎｍまでの範囲にあって、３００ｎｍ以下にも感度領域がある。

本例の脈波検出用センサユニット３０を、センサ固定用バンド４０によって指の根元に装着し、この状態で、ＬＥＤ３１から指に向けて光を照射すると、この光が血管に届いて血液中のヘモグロビンによって光の一部が吸収され、一部が反射する。指（血管）から反射してき

た光は、フォトトランジスタ３２によって受光され、その受光量変化が血量変化（血液の脈波）に対応する。すなわち、血量が多いときには、反射光が弱くなり、逆に、血量が少なくなると、反射光が強くなる。従って、反射光強度の変化を検出すれば、脈拍数などを計測できる。

本例では、発光波長領域が３５０ｎｍから６００ｎｍまでの範囲にあるＬＥＤ３１と、受光波長領域が３００ｎｍから６００ｎｍまでの範囲のフォトトランジスタ３２とを用いてあり、その重なり領域である約３００ｎｍから約６００ｎｍまでの波長領域、すなわち、約７００ｎｍ以下の波長領域における検出結果に基づいて生体情報を表示する。かかる脈波検出用センサユニット３０を用いれば、外光が指の露出部分にあたっても、外光に含まれる光のうち波長領域が７００ｎｍ以下の光は、指を導光体としてフォトトランジスタ３２（受光部）にまで到達しない。その理由は、外光に含まれる波長領域が７００ｎｍ以下の光は、指を透過しにくい傾向にあるため、外光がセンサ固定用バンド４０で覆われていない指の部分に照射されても、指を通ってフォトトランジスタ３２まで届かないからである。これに対し、８８０ｎｍ付近に発光ピークを有するＬＥＤと、シリコン系のフォトトランジスタとを用いると、その受光波長範囲は、３５０ｎｍから１２００ｎｍまでの範囲に及ぶ。この場合には、指を導光体として受光部にまで容易に届いてしまうような１μｍの波長の光による検出結果に基づいて脈波を検出することになるので、外光の変動に起因する誤検出が起こりやすい。

また、約７００ｎｍ以下の波長領域の光を利用して、脈波情報を得ているので、血量変化に基づく脈波信号のＳ／Ｎ比が高い。その理由として、血液中のヘモグロビンは、波長が３００ｎｍから７００ｎｍ

までの光に対する吸光係数が、従来の検出光である波長が８８０ｎｍの光に対する吸光係数に比して数倍～約１００倍以上大きいため、血量変化に感度よく変化するので、血量変化に基づく脈波の検出率（Ｓ／Ｎ比）が高いからと考えられる。

図９に、脈波検出用センサユニット３０からの入力結果に基づいて脈拍数などをもとめる脈波計測部５５の概略構成を示してある。脈波計測部５５は、脈波検出用センサユニット３０からケーブル２０を介して入力された信号を制御部５の脈波信号変換部５５１によって増幅した後、デジタル信号に変換してＲＡＭ４の脈波信号記憶部５５２に出力するようになっている。脈波信号記憶部５５２に一時的に記憶された脈波データは制御部５の脈波信号演算部５５３によって読み出され周波数分析として高速フーリエ変換（ＦＦＴ処理）が行われる。その結果が脈波成分抽出部５５４に入力され、脈波成分抽出部５５４においては、脈波信号演算部５５３からの入力信号から脈波成分を抽出して脈拍数演算部５５５に出力し、さらに、この脈拍数演算部５５５は、入力された脈波の周波数成分により脈拍数を演算すると共に、その結果を液晶表示装置１３に出力できるようになっている。

携帯用電子機器の操作について

本例の携帯用電子機器１は、上述したように計時機能、脈波計測機能さらにピッチ計測機能を備えており、時計モード、ストップウォッチモード、計時と併せて脈波情報の計測を行う脈拍計モード、さらに、ピッチを計測するモードに切り換えられるようになっている。以下に、本例の携帯用電子機器１の各モードを説明する。

図１０に、携帯用電子機器１で行われる各モード、及びそのときの

液晶表示装置１３における表示内容を模式的に表してある。ステップＳＴ１１は、時計モードを示しており、第１のセグメント表示領域１３１に１９９４年１２月６日、月曜日である旨が表示され、第２のセグメント表示領域１３２には、現在時刻が午後１０時０８分５９秒である旨が表示されている。ドット表示領域１３４には、現在のモードが時計モードであるとして「ＴＩＭＥ」と表示されている。ドット表示領域１３４において「ＴＩＭＥ」と表示されているのは、この時計モードが選択された直後の数秒間だけである。なお、第３のセグメント表示領域１３３には、何も表示されていない。

本例の携帯用電子機器１は、時計モードのときに２時方向にあるボタンスイッチ１１１を押すと、たとえば１時間経過した時にアラーム音を発生させることができ、このアラームの発生時刻は、任意に設定できる。また、１１時方向にあるボタンスイッチ１１３を押すと、液晶表示装置１３のＥＬバックライトが３秒間点灯し、しかる後に、自動的に消灯するようになっている。

このモードから４時方向にあるボタンスイッチ１１２を押すと、ランニングモード（ステップＳＴ１２）に切り換わる。このモードは、携帯用電子機器１をストップウォッチとして使用するときのモードである。ランニングモードでは、計測を開始する前（待機状態）において、第１のセグメント表示領域１３１に現在時刻が表示され、第２のセグメント表示領域１３２には、「０：００′：００″：００」と表示されている。ドット表示領域１３４では、ランニングモードである旨のガイド表示として「ＲＵＮ」と２秒間だけ表示した後、グラフィックが切り換わる。

このモードから４時方向にあるボタンスイッチ１１２を押すと、ラップタイムのリコールモード（ステップＳＴ１３）に切り換わる。

このモードは、携帯用電子機器１を用いて過去に計測したラップタイムやスプリットタイムを読みだすモードである。ラップタイムのリコールモードでは、第１のセグメント表示領域１３１に日付が表示され、第２のセグメント表示領域１３２には現在時刻が表示されている。ドット表示領域１３４には、リコールモードである旨のガイド表示として「ＬＡＰ／ＲＥＣＡＬＬ」と２秒間だけ表示され、次に、最新のラップ毎の脈拍数の推移が表示される。

このモードから４時方向にあるボタンスイッチ１１２を押すと、脈波計測結果のリコールモード（ステップＳＴ１４）に切り換わる。このモードは、過去に行ったマラソンなどのとき、携帯用電子機器１を用いて計測、記憶しておいた脈拍数の時間的変化、および、携帯用電子機器１を用いて過去に計測したピッチの時間的変化を読みだすモードである。このリコールモードでは、第１のセグメント表示領域１３１に日付が表示され、第２のセグメント表示領域１３２には現在時刻が表示されている。ドット表示領域１３４には、「ＲＥＳＵＬＴ／ＲＥＣＡＬＬ」と２秒間だけ表示され、次に、平均脈拍数の時間的変化を表すグラフが表示される。

このモードから、再度、４時方向にあるボタンスイッチ１１２を押すと、矢印Ｐ１で示すように、時計モード（ステップＳＴ１１）に戻る。また、ステップＳＴ１２～ＳＴ１４において、入力がない状態が１０分間継続したときも、矢印Ｐ２で示すように、時計モード（ステップＳＴ１１）に自動的に戻る。この時計モードに戻ったときには、第１のセグメント表示領域１３１に日付が表示され、第２のセグメント表示領域１３２に現在時刻が表示される。

本例の電子機器１では、時計モードになったとき、ドット表示領域１３４には、図１１（ａ）に拡大して示すように、時計モードに戻っ

たとして「ＴＩＭＥ」と表示されるが、この案内表示は、図１１（ｂ）に示すように、２秒後に自動的に消え、時計モードの通常状態（ステップＳＴ１５）となる。この時計モードの通常状態では、ドット表示領域１３４に何も表示されない状態のままである。すなわち、ユーザにモードの案内を行うのに必要最小限の時間だけドット表示し、そこが消えていること自身が時計モードの通常状態である旨のモード表示とすることによって、省電力化を図ってある。

本例の携帯用電子機器１は、上述したいずれの状態からも、コネクタ部７０に対してコネクタピース８０を装着すると、図１０に矢印Ｐ３で示すように、ランニングモード（ステップＳＴ１２）に自動的に切り換わる。このときのランニングモードは、ストップウォッチとして動作するだけでなく、ランニング中のピッチ及び脈拍数を計測できるモードである。

ピッチ計としての機能および脈拍計としての機能をランニングモードにおいて活用する様子を図１２を中心に参照して説明する。

まず、図１２において、ピッチ計及び脈拍計として機能を発揮するランニングモードに切り換わると（ステップＳＴ３１）、図１３（ａ）に示すように、液晶表示装置の第１のセグメント表示領域１３１に現在時刻が表示され、第２のセグメント表示領域１３２には、「０：００′：００″：００」と表示され、ドット表示領域１３４には、「ＲＵＮ」と表示される。また、第３のセグメント表示領域１３３でハートのマークが点滅して、ピッチ計及び脈拍計として機能できるランニングモードに切り換わったことを表示する。

このモードの切り換えによって、脈波計測部５５などに電力が供給され、動作周期の設定などといった初期化処理が行われる。それから

２秒後に、初期の脈拍数を計測するための脈波信号の取り込みが行われる。このとき、ドット表示領域１３４には、「ＳＴＯＰ／５」との表示（ステップＳＴ３２）と、「ＭＯＴＩＯＮ／４」との表示（ステップＳＴ３３）とが２Ｈｚで交互に行われ、５秒間、動かないようにと表示される。このとき表示される数字は５秒間に対するカウントダウンであり、切り換わっていく。そして、時間の計測を開始するように、装置本体１０表面の上側に位置するボタンスイッチ１１７が押されるまで待機状態となる（ステップＳＴ３４）。

この待機状態では、ドット表示領域１３４には、図１３（ｂ）に示すように、脈波信号の原波形がグラフィック表示される。ここで表示される原波形は、最新のデータである。従って、時間の計測（マラソン）を開始する前に、脈波信号の原波形の波形やレベルを確認すれば、ＬＥＤ３１やフォトトランジスタ３２の装着状態の良否を詳しく判別できる。また、原波形の形状やレベルを確認しながらＬＥＤ３１やフォトトランジスタ３２を調整することにより、ＬＥＤ３１やフォトトランジスタ３２の位置を最適な位置に設定することもできる。しかも、周囲の温度や湿度が計測可能な環境であるか否かを予め確認できる。さらに、かかる機能は、携帯用電子機器１の製造時において、その検査などにも利用できる。また、原波形をグラフィック表示するため、電池の消耗などによって時間軸が変動したか否かなども確認することもできる。なお、第３のセグメント表示領域１３２には、パルス変換から求めた初期の脈拍数「７５」が表示される。

この状態から、マラソンをスタートすると同時に、装置本体１０の表面の上側に位置するボタンスイッチ１１７を押すと、経過時間の計測が開始され、これとともに、ピッチ及び脈拍数の計測が行われる（ステップＳＴ３５）。

これらの計測結果は、図１４（ａ）に示したように、まず、第２のセグメント表示領域１３２に経過時間が表示され、ドット表示領域１３４には、脈拍数の時間的変化がグラフィック表示される。このとき行うグラフィック表示は、縦軸の略中間位置を脈拍数６５として、下方から上方に延びる棒グラフによる表示である。この間、第３のセグメント表示領域１３３には、ドット表示領域１３４に表示されたグラフの縦軸の目盛りと、そのときの脈拍数が表示される。

この状態で、脈拍数がレンジ内（脈拍数１２０から１６８までの指定範囲内）に入ったとき、図１４（ｂ）に示すように、脈拍数は、予め設定された基準脈拍数に対する差としてグラフィック表示される（ステップＳＴ３６）。このとき行うグラフィック表示は、縦軸の略中間位置を例えば、脈拍数１５０として、この値からの差に相当する分を上下（正・負方向）に延びる棒グラフによる表示である。また、ドット表示領域１３４の右側端部には、脈拍数の指定範囲を示すマークが表示される。

この間に８時方向にあるボタンスイッチ１１４を押すと、ドット表示領域１３４にピッチの時間的変化がグラフィック表示される（ステップＳＴ３７）。このとき行うグラフィック表示は、図１４（ｃ）に示すように、縦軸の略中間位置を例えばピッチ１７０（回／分）とした折れ線グラフである。このとき、第３のセグメント表示領域１３３には、ドット表示領域１３４に表示されたグラフの縦軸の目盛り（縦軸の略中間位置がピッチ１７０である旨）と、そのときのピッチが表示される。このように、本例の携帯用電子機器１では、ドット表示領域１３４において、ピッチの時間的変化を折れ線グラフなどといった脈拍数の表示と異なる形態で表示してあるため、ランナーは、その表示形態をみるだけで現在の表示がいずれの情報を表示している

かを簡単に判別できる。また、本例の電子機器１には、走行中であるか、あるいは歩行中であるかを設定するスイッチは用意されておらず、いずれの状態であっても的確なピッチが表示されるようになっている。

この状態から、再び、８時方向にあるボタンスイッチ１１４を押すと、ドット表示領域１３４に脈拍数の時間的変化が表示される状態（ステップＳＴ３６）に戻る。

また、所定の通過点を通るとき、装置本体１０表面の下側に位置するボタンスイッチ１１６を押すと、そのときのラップタイムが第１のセグメント表示領域１３１に表示される（ステップＳＴ３８）。そして、１０秒後には自動的にステップＳＴ３６に戻る。

しかる後、ゴールに到着すると同時に装置本体１０表面の上側に位置するボタンスイッチ１１７を押すと、脈拍数、ピッチ、及び時間の計測が停止し、ドット表示領域１３４には、「ＣＯＯＬＩＮＧ／ＤＯＷＮ」と表示される（ステップＳＴ３９）。この状態から２分経過すると、ドット表示領域１３４には、ゴールした以降の脈拍数の時間的変化が脈拍回復特性としてグラフィック表示される（ステップＳＴ４０）。

この脈拍回復特性についてのグラフィック表示は、図１５（ａ）に示すように、まず、縦軸の略中間位置を脈拍数１５０とした目盛りのままで下から上に延びる棒グラフ表示に切り換わる。そして、図１５（ｂ）に示すように、２分間の回復特性が計測される。この間、第３のセグメント表示領域１３３には、ドット表示領域１３４に表示されたグラフの縦軸の目盛りと、そのときの脈拍数が表示される。

この状態から、８時方向にあるボタンスイッチ１１４を押すと、ドット表示領域１３４に「ＰＵＬＳＥ／ＲＥＳＵＬＴ」と１．５秒間表示された後（ステップＳＴ４１）、ドット表示領域１３４には、今

回のマラソンにおける脈拍数の時間的変化が表示される（ステップＳＴ４２）。また、８時方向にあるボタンスイッチ１１４を押すと、ドット表示領域１３４に「ＰＩＴＣＨ／ＲＥＳＵＬＴ」と１．５秒間表示された後（ステップＳＴ４３）、ドット表示領域１３４には、今回のマラソンにおけるピッチの時間的変化が表示される（ステップＳＴ４４）。さらに、８時方向にあるボタンスイッチ１１４を押すと、ドット表示領域１３４に「ＣＯＯＬＩＮＧ／ＤＯＷＮ」と１．５秒間表示された後（ステップＳＴ４５）、ドット表示領域１３４にゴールした以降の脈拍数の時間的変化が脈拍回復特性としてグラフィック表示される状態（ステップＳＴ４０）に戻る。

なお、ゴールした以降、装置本体１０表面の下側に位置するボタンスイッチ１１６を押すと、ドット表示領域１３４には、今回の結果を記憶しておくか否かの案内「ＰＲＯＴＥＣＴ／ＭＥＭＯ？Ｙ」が表示され（ステップＳＴ４６）、装置本体１０表面の上側に位置するボタンスイッチ１１７を押して「ＹＥＳ」と返答すると、ドット表示領域１３４には、結果を記憶処理中であるとして「ＭＥＭＯＲＹ」と表示され（ステップＳＴ４７）、２秒後には、初期状態（ステップＳＴ３１）に戻る。

このピッチ計及び脈拍計としての計測が終了した後に、４時方向にあるボタンスイッチ１１２を押すと、図１０に示したように、ラップタイムのリコールモード（ステップＳＴ１３）に切り換わる。このモードから、４時方向にあるボタンスイッチ１１２を押すと、脈波計測結果のリコールモード（ステップＳＴ１４）に切り換わる。このモードにおいても、ドット表示領域１３４には、ピッチ及び脈拍数の時間的変化をグラフィック表示することができる。この状態から、４時方向にあるボタンスイッチ１１２を押すと、時計モード（ステップ

ＳＴ１１）に戻る。

このモードに戻したときも、第１のセグメント表示領域１３３に日付が表示され、第２のセグメント表示領域１３２に現在時刻が表示される。また、ドット表示領域１３４には、時計モードに戻ったとして「ＴＩＭＥ」との案内表示が行われるが、この表示は、矢印Ｐ４で示すように、２秒後に自動的に消え、時計モードの通常状態（ステップＳＴ１５）となる。

このように、本例の携帯型電子機器は、多種多様な表示および計測機能を備えた装置であり、マラソンなどを行いながらラップ、脈拍およびピッチといった種々の表示などを行うことができる。このような多機能型の携帯型の電子機器において、ピッチ計測はボタン１つの操作で行うことが可能であり、さらに、走行あるいは歩行といった状況の設定は一切不要である。従って、ユーザーは希望するときにすぐにピッチを表示することができ、また、走行あるいは歩行といった状況設定が不要なので精度の高いピッチを即座に得ることができる。さらに、ピッチを計測あるいは表示するための操作は簡単なので、ピッチを計測する操作の煩わしさはなく、いつでもピッチを表示して身体あるいは走行、歩行の状況を手軽に把握することができる。

以上に説明したように、本発明に係るピッチ計測装置、電子機器およびピッチ計測方法においては、体動信号を周波数分析した際に、歩行時と走行時では第１の設定周波数、たとえば、１００回／分以上の周波数領域に出現する高レベルの信号として、歩行時には第３高調波が出現し、走行時には第２高調波が出現することを見いだし、この違いを利用することによりいずれの状態でもピッチを自動的に精度良く

導出できるようにしている。従って、本発明によれば、走行時及び歩行時のいずれの場合でも、ピッチを正確にかつ迅速に求めることができるとともに、走る時と歩く時とでモードを切り換えるための外部操作、解析モードの変更などが不要であり、簡単に精度の高いピッチを得ることができる。

さらに、ピッチを求める対象となる基準波が第２高調波であるか、あるいは第３高調波であるかは、例えば、基準波の周波数の１／３あるいは２／３の近傍に高レベルの信号があるか否かによって判断することができる。また、基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の周波数の近傍に高レベルのノイズがある場合でも、基準波の周波数が所定の周波数レベル（第２の設定周波数）以上であると判断したときにはじめて基準波は第３高調波であると断定するように構成することが可能である。このようなダブルチェックの可能な計測装置および計測方法を採用することにより、第２高調波であるか第３高調波であるかを判断する際にノイズなどに起因する誤った判断がされるのを未然に防止することができ、さらに精度良くピッチを導出することができる。

また、本発明のピッチ計測装置あるいはピッチ計測方法を採用することにより、簡単に走行時および歩行時のピッチを求められるので、上記の例に示したような多機能の電子機器にピッチ計測機能を搭載するのに適しており、多種多様な機能を操作する中でも簡単な操作で精度の良いピッチを得ることができる。

産業上の利用可能性

本発明は走行時あるいは歩行時のピッチを計測するピッチ計測装置およびピッチ計測方法に関するものであり、本発明により走行あるいは歩行の区別をすることなくピッチを導出することが可能となる。

従って、ピッチ計測機能も含めた多機能型の電子機器において、簡単な操作でピッチを精度良く求めることが可能であり、誤り計測などを未然に防止することができる。

請　求　の　範　囲

１．体動を検出する体動センサと、

この体動センサの検出結果を周波数分析する周波数分析手段と、

この周波数分析手段の分析結果から走行時または歩行時のピッチを求めるピッチ導出手段とを有し、

このピッチ導出手段は、前記分析結果の中の第１の設定周波数以上の領域でパワーが所定のレベル以上にある信号を前記ピッチを求めるために参照する基準波として設定し、この基準波が体動に対する第２高調波であるか第３高調波であるかを判断して前記ピッチを求めることを特徴とするピッチ計測装置。

２．　請求項１において、前記ピッチ導出手段は、前記基準波が前記第２高調波であると判断したときは前記基準波の周波数を前記ピッチとして出力し、前記基準波が前記第３高調波であると判断したときは前記基準波の周波数の２／３を前記ピッチとして出力することを特徴とするピッチ計測装置。

３．　請求項１において、前記ピッチ導出手段は、前記分析結果の中に前記基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する高調波確認手段と、

前記基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断する信号判別手段とを備えていることを特徴とするピッチ計測装置。

４．　請求項３において、前記高調波確認手段は、前記分析結果の中に前記基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する第１波確認手段であり、

前記信号判別手段は、基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断することを特徴とするピッチ計測装置。

５．　請求項３において、前記高調波確認手段は、前記分析結果の中に基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する第２波確認手段であり、

前記信号判別手段は、基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断することを特徴とするピッチ計測装置。

６．　請求項３において、高調波確認手段は、前記基準波の周波数の１／３倍および２／３倍の周波数に高レベルの信号があるか否かを判断し、

前記信号判別手段は、前記基準波の周波数の１／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がなく、さらに、前記基準波の周波数の２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断することを特徴とするピッチ計測装置。

７．　請求項１において、前記ピッチ導出手段は、前記基準波の周波数が第２の設定周波数未満であると判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断する信号判別手段を備えていることを特徴と

するピッチ計測装置。

８．　請求項６において、前記信号判別手段は、前記基準波の周波数の１／３倍および２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないか、または、前記基準波の周波数が第２の設定周波数未満であると判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断し、

前記基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があり、前記基準波の周波数が前記第２の設定周波数以上である判断したときに前記基準波を前記第３高調波であると判断することを特徴とするピッチ計測装置。

９．体動を検出する体動センサと、

この体動センサからの信号を処理可能な制御装置と、

この制御装置からの出力を表示可能な表示装置とを有し、

前記制御装置は、前記体動センサの検出結果を周波数分析する周波数分析機能と、この周波数分析手段の分析結果から走行時または歩行時のピッチを求めるピッチ導出機能とを備えており、

このピッチ導出機能は、前記分析結果の中の第１の設定周波数以上の領域でパワーが所定のレベル以上にある信号を前記ピッチを求めるために参照する基準波として設定し、この基準波が体動に対する第２高調波であるか第３高調波であるかを判断して前記ピッチを求め、前記表示装置に出力することを特徴とする電子機器。

１０．体動を周波数分析する工程と、

この周波数分析手段の分析結果から走行時または歩行時のピッチを求めるピッチ導出工程とを有し、

このピッチ導出工程は、前記分析結果の中の第1の設定周波数以上の領域でパワーが所定のレベル以上にある信号を前記ピッチを求めるために参照する基準波として設定し、この基準波が体動に対する第2高調波であるか第3高調波であるかを判断して前記ピッチを求めることを特徴とするピッチ計測方法。

11．　請求項10において、前記ピッチ導出工程では、前記基準波が前記第2高調波であると判断したときは前記基準波の周波数を前記ピッチとして出力し、前記基準波が前記第3高調波であると判断したときは前記基準波の周波数の2／3を前記ピッチとして出力することを特徴とするピッチ計測方法。

12．　請求項10において、前記ピッチ導出工程は、前記分析結果の中に前記基準波の周波数の1／3倍または2／3倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断する高調波確認工程と、

前記基準波の周波数の1／3倍または2／3倍の少なくともいずれかの周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに前記基準波を前記第2高調波であると判断する信号判別工程とを備えていることを特徴とするピッチ計測方法。

13．　請求項11において、高調波確認工程では、前記基準波の周波数の1／3倍および2／3倍の周波数の近傍に高レベルの信号があるか否かを判断し、

前記信号判別工程では、前記基準波の周波数の1／3倍の周波数の近傍に高レベルの信号がなく、さらに、前記基準波の周波数の2／3

倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないと判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断することを特徴とするピッチ計測方法。

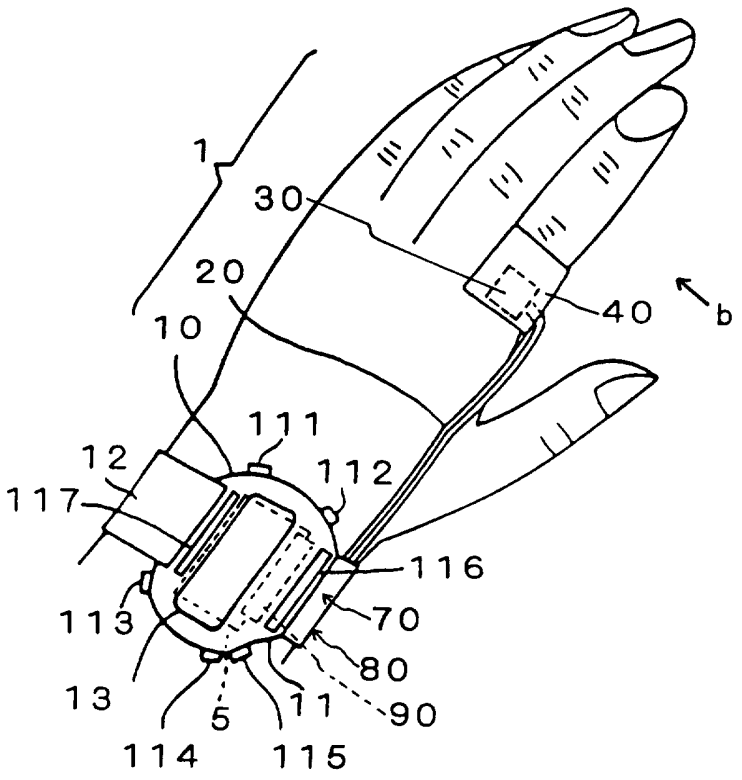
１４．　請求項１０において、前記ピッチ導出工程は、前記基準波の周波数が第２の設定周波数未満であると判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断する信号判別工程を備えていることを特徴とするピッチ計測方法。

１５．　請求項１２において、前記信号判別工程では、前記基準波の周波数の１／３倍および２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号がないか、または、前記基準波の周波数が第２の設定周波数未満であると判断したときに前記基準波を前記第２高調波であると判断し、

前記基準波の周波数の１／３倍または２／３倍の周波数の近傍に高レベルの信号があり、前記基準波の周波数が前記第２の設定周波数以上であると判断したときに前記基準波を前記第３高調波であると判断することを特徴とするピッチ計測方法。

図1

(a)


1
30
20
10
40
b
111
12
112
117
116
113
70
80
13
5
11
90
114
115

(b)

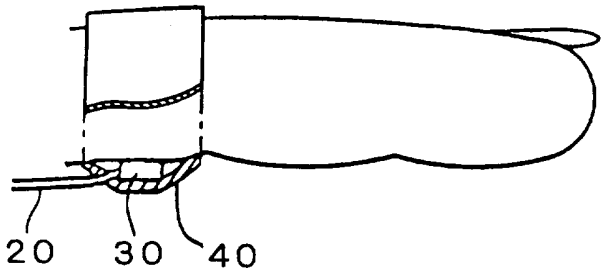

20
30
40

図2

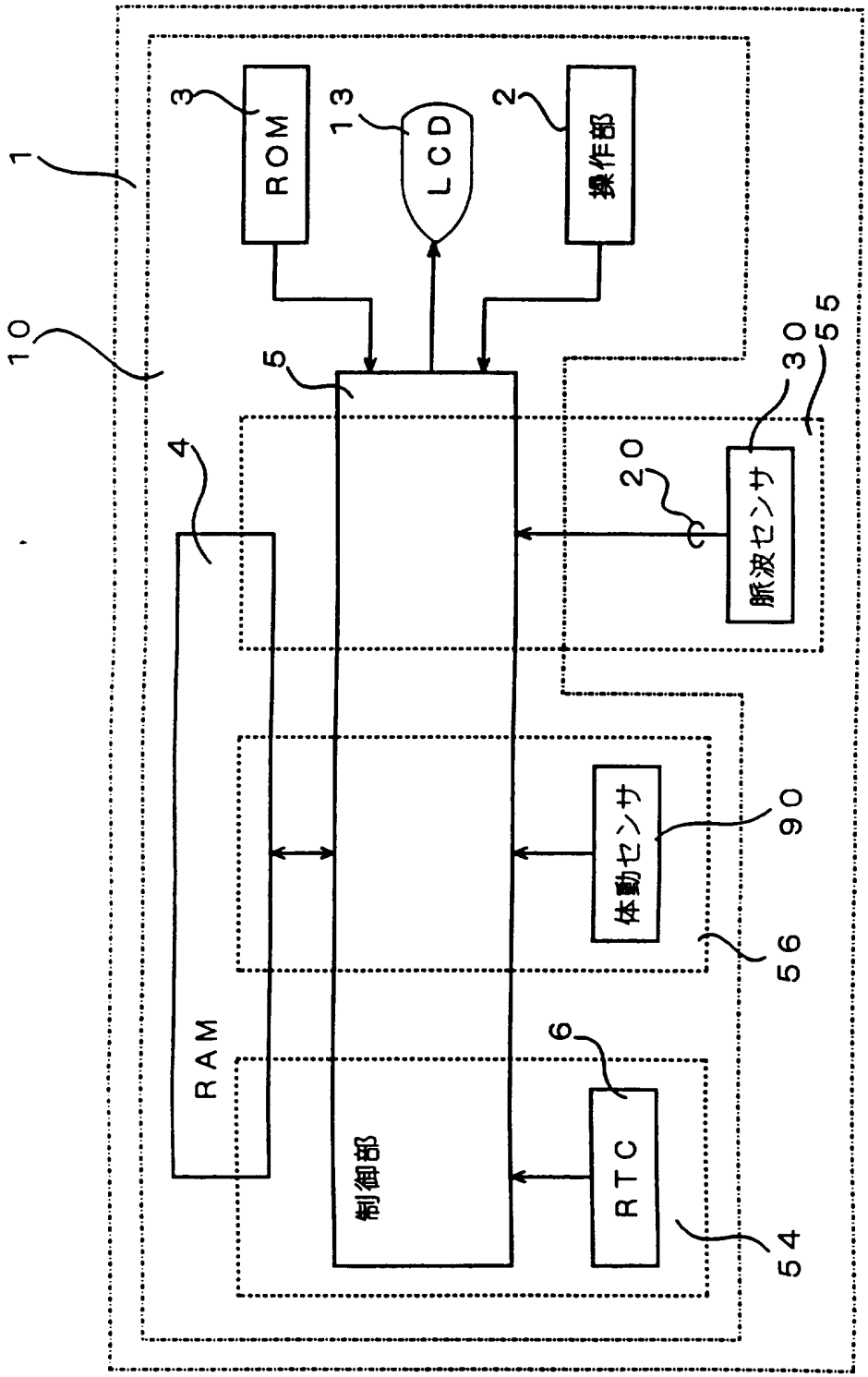

1
10
3
ROM
13
LCD
2
操作部
5
4
RAM
制御部
6
RTC
54
20
脈波センサ
30
55
体動センサ
90
56

図3

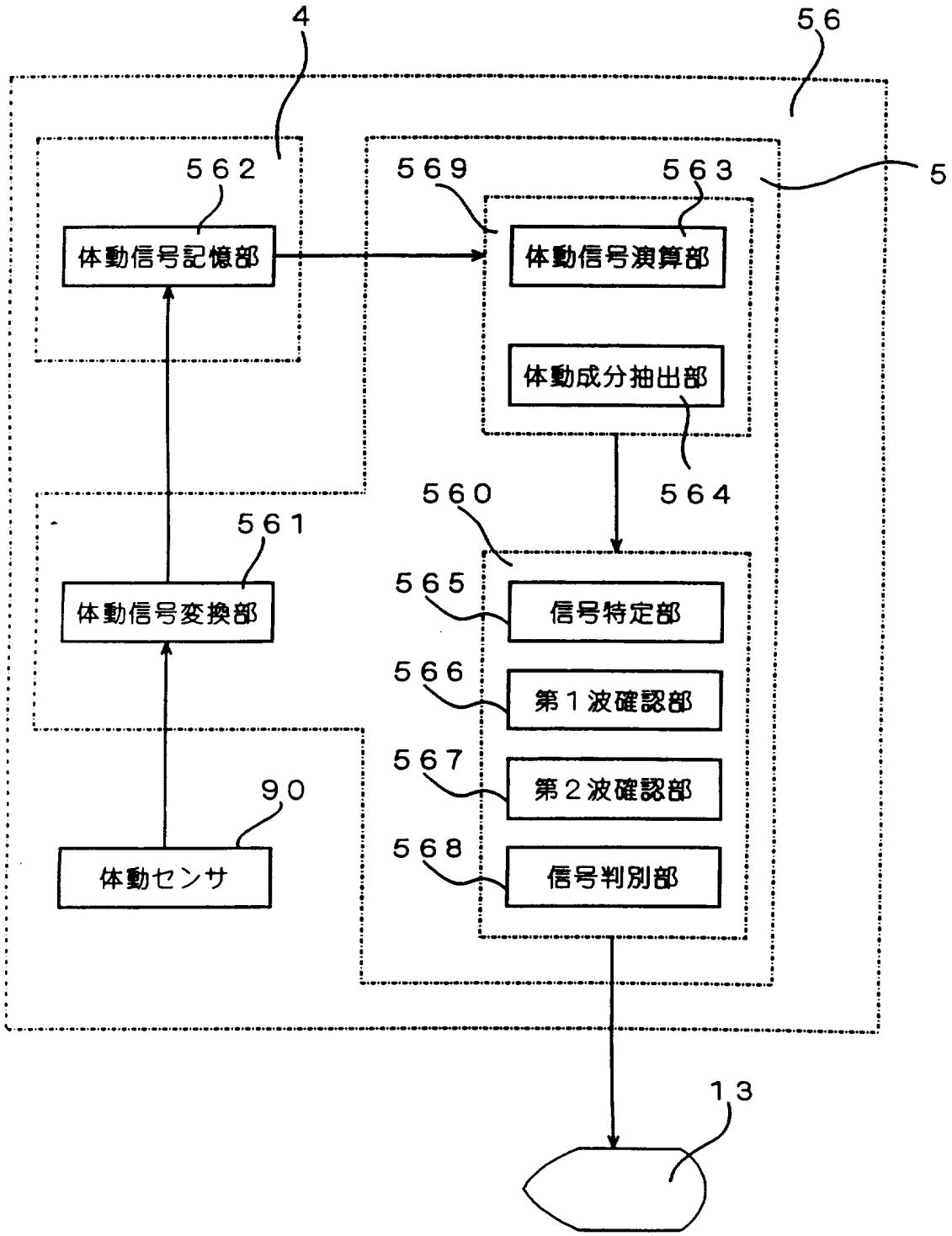
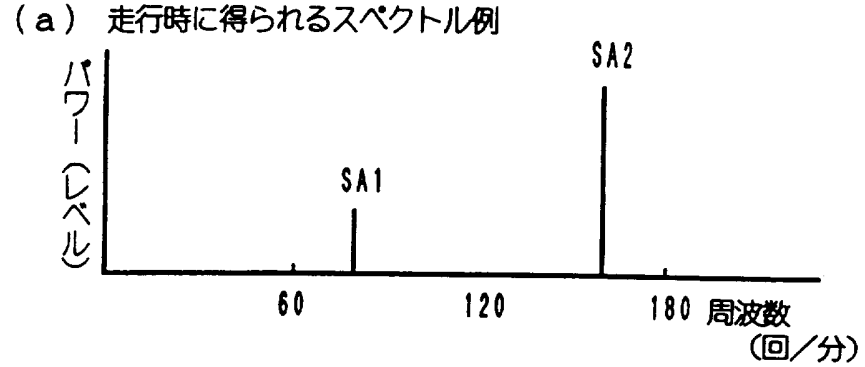

4
56
562
569
563
5
体動信号記憶部
体動信号演算部
体動成分抽出部
564
560
561
565
体動信号変換部
信号特定部
566
第１波確認部
567
90
第２波確認部
568
体動センサ
信号判別部
13

図4


（a） 走行時に得られるスペクトル例
パワー（レベル）
SA1
SA2
60
120
180
周波数
（回／分）

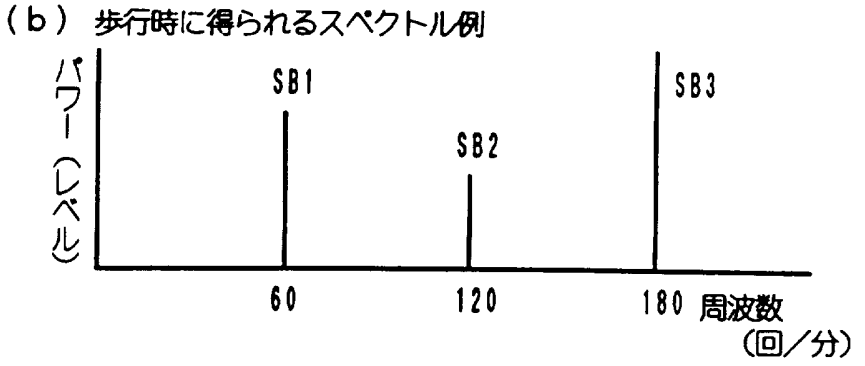

（b） 歩行時に得られるスペクトル例
パワー（レベル）
SB1
SB2
SB3
60
120
180
周波数
（回／分）

図5

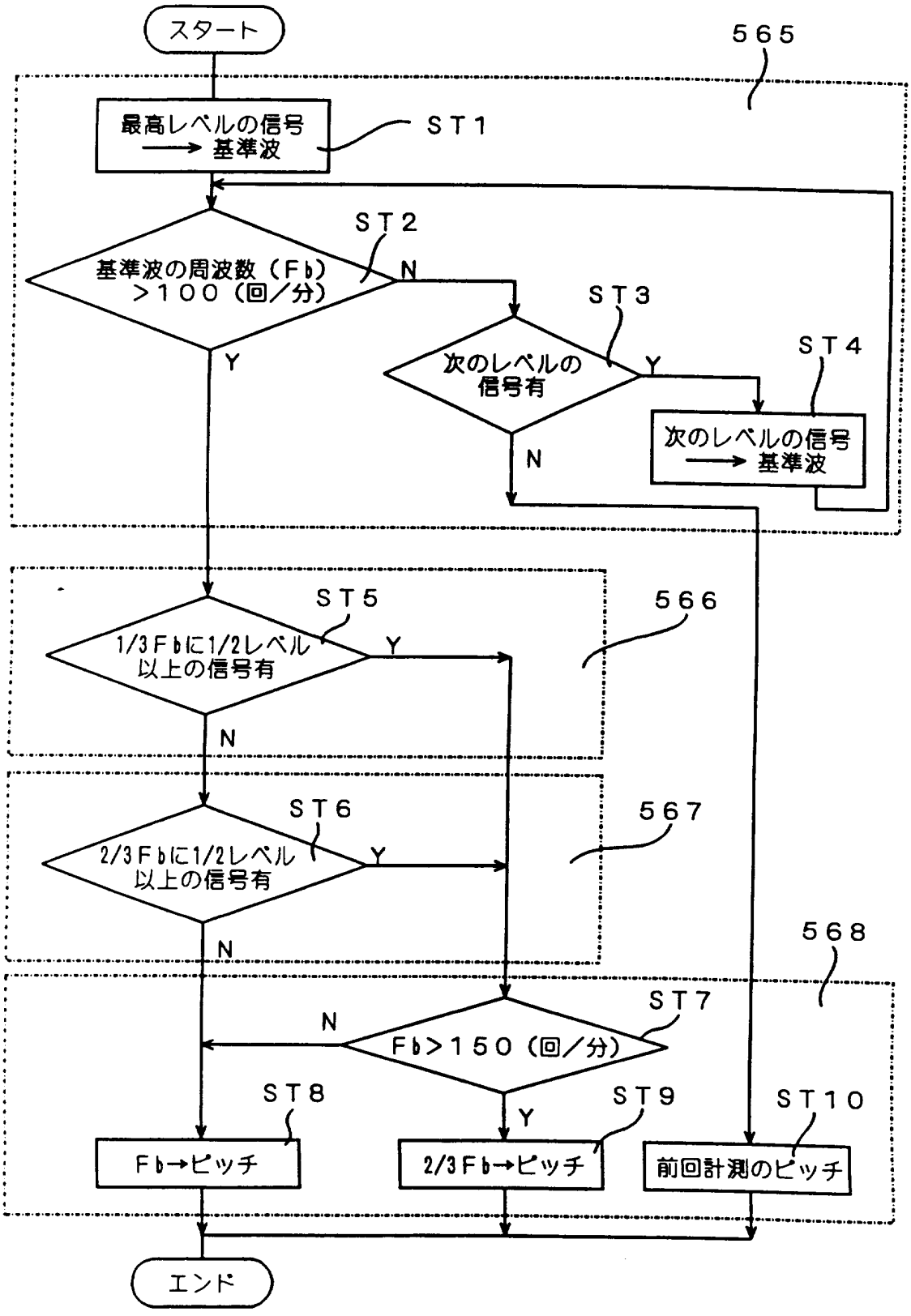

スタート
565
最高レベルの信号
→ 基準波
ST1
ST2
基準波の周波数（Fb）
＞100（回／分）
N
Y
ST3
次のレベルの
信号有
Y
N
ST4
次のレベルの信号
→ 基準波
566
ST5
1/3 Fbに1/2レベル
以上の信号有
Y
N
567
ST6
2/3 Fbに1/2レベル
以上の信号有
Y
N
568
ST7
Fb＞150（回／分）
N
Y
ST8
Fb→ピッチ
ST9
2/3 Fb→ピッチ
ST10
前回計測のピッチ
エンド

図6

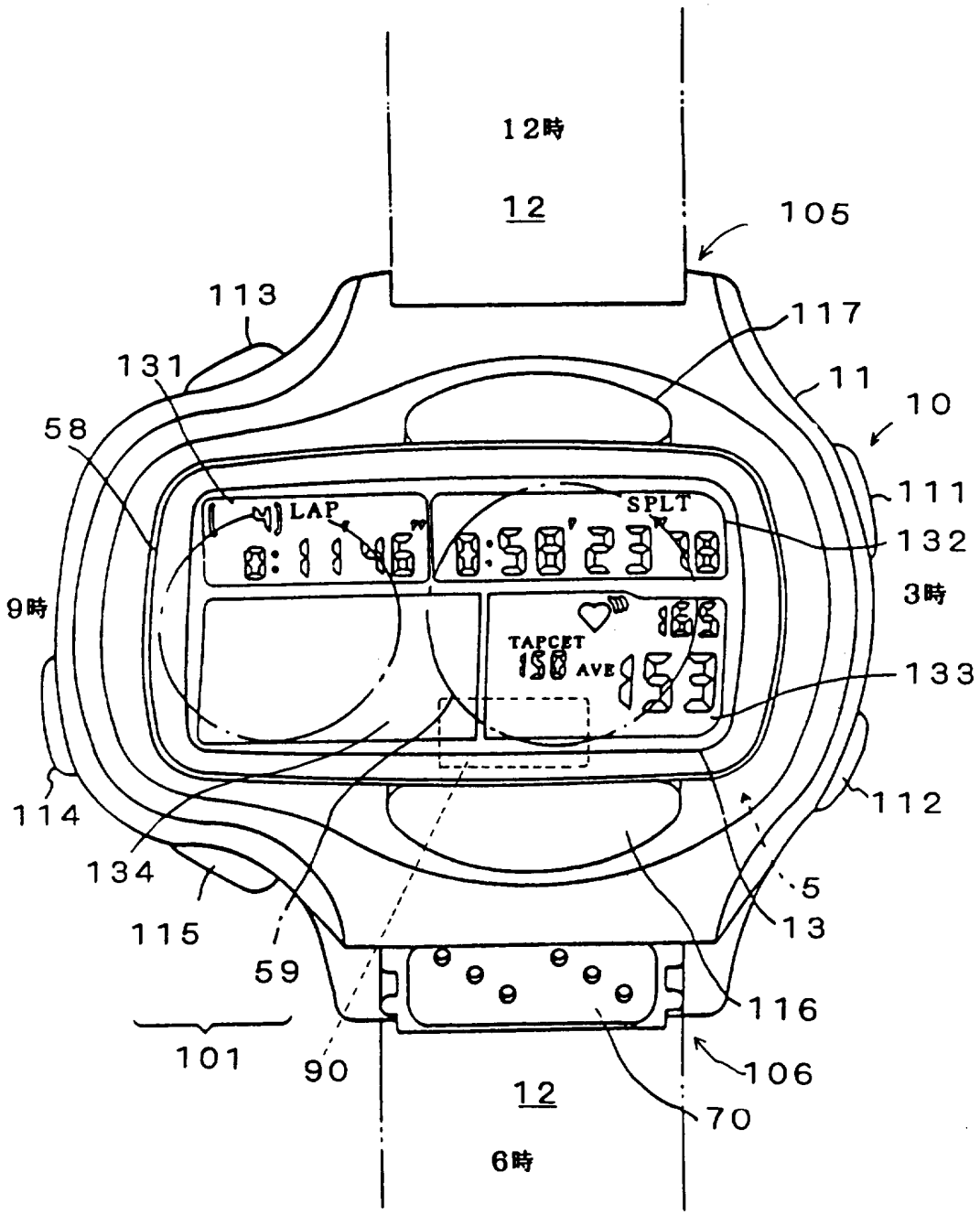

12時
12
105
113
117
131
11
10
58
111
LAP
SPLT
132
9時
3時
TAPCET
150 AVE
133
114
112
134
5
115
13
59
116
101
90
106
12
70
6時

図7

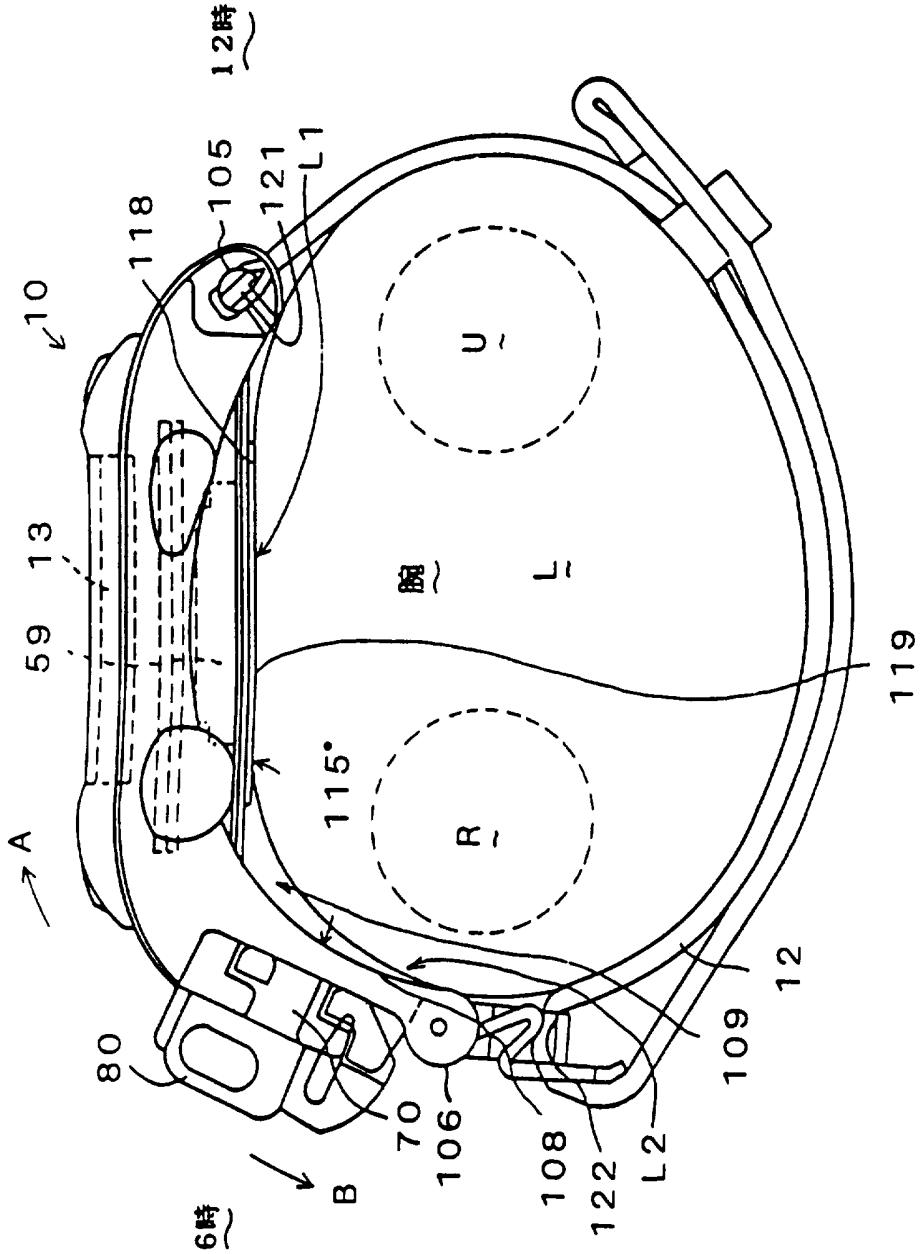

12時
105
121
L1
118
10
13
59
U
L
腕
119
115°
R
A
12
109
80
70
106
108
122
L2
B
6時

図8

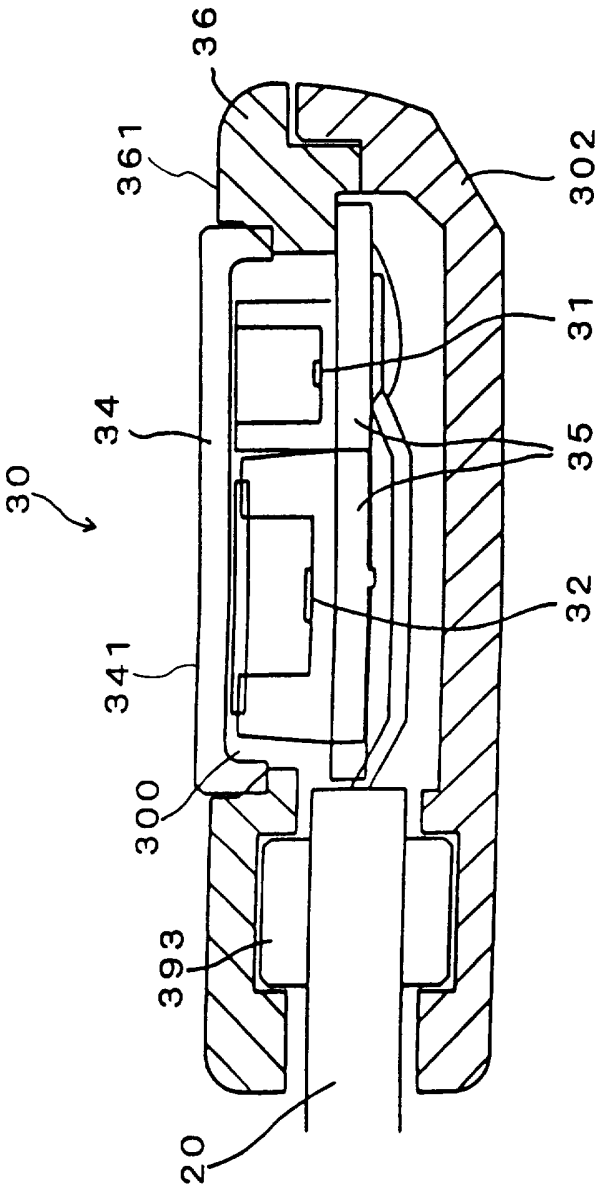


図９

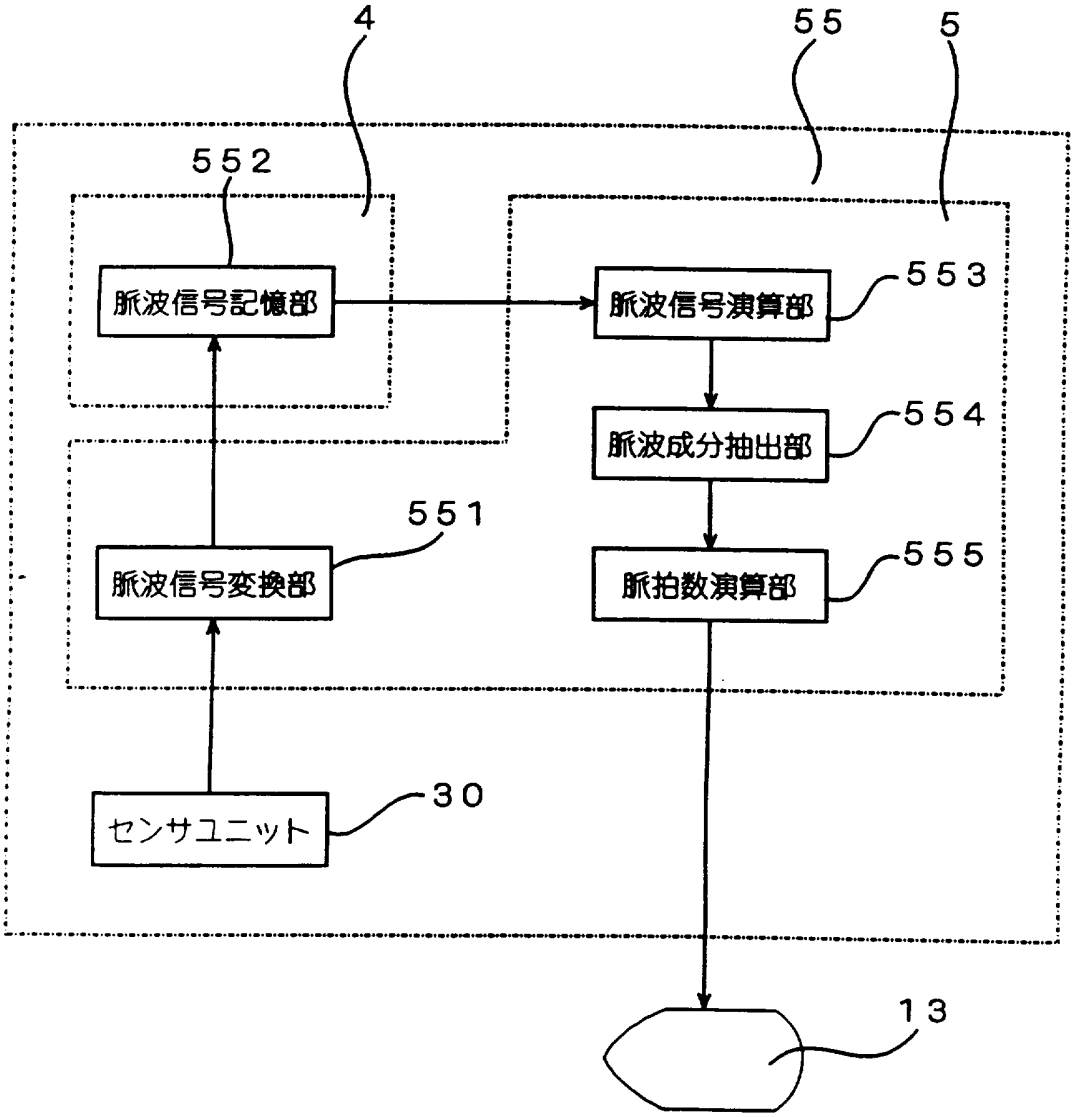

4
55
5
552
脈波信号記憶部
脈波信号演算部
553
脈波成分抽出部
554
551
脈波信号変換部
脈拍数演算部
555
センサユニット
30
13

図10

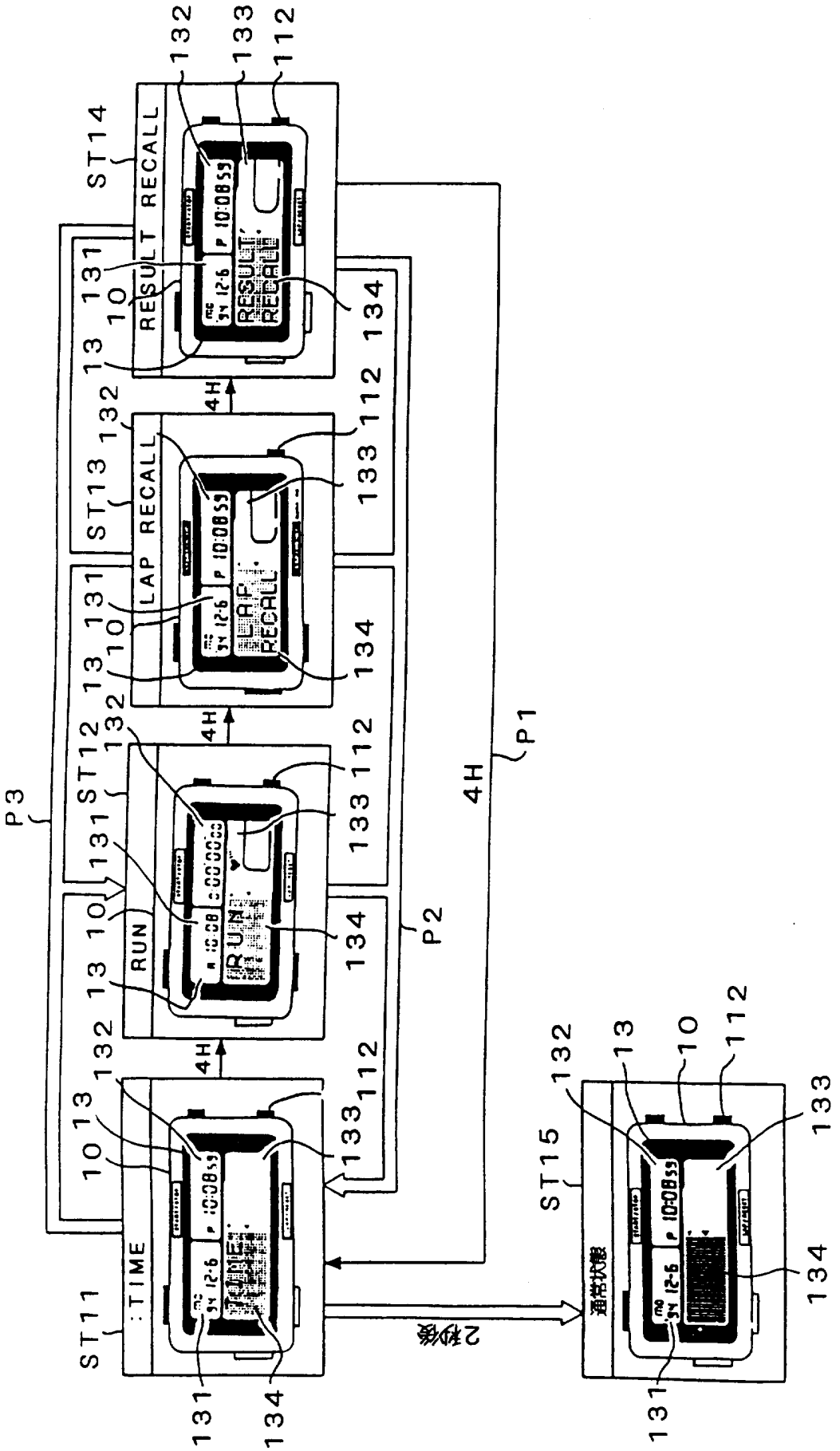
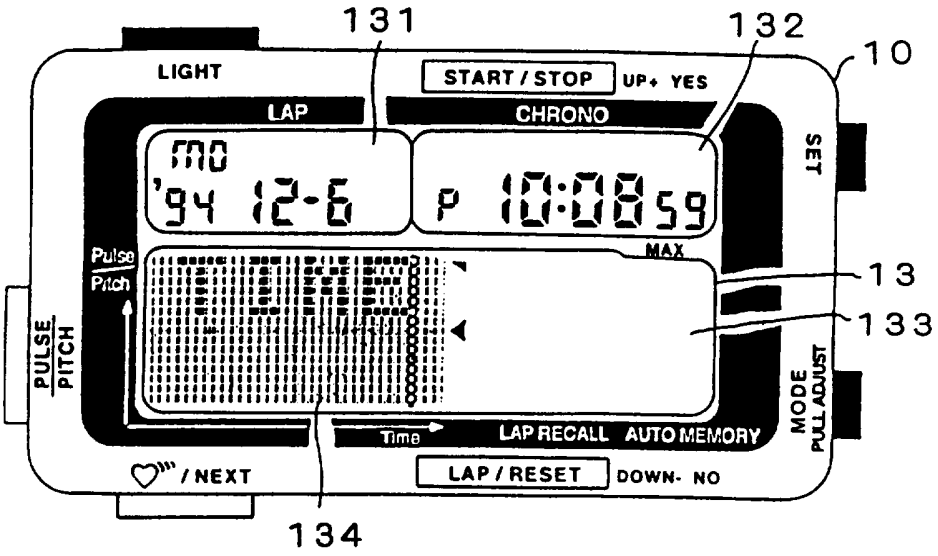

ST11
TIME
ST12
RUN
ST13
LAP RECALL
ST14
RESULT RECALL
ST15
通常状態
4H
2秒後
P1
P2
P3
10
112
131
132
133
134

図11

(a)


131
132
10
LIGHT
START / STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
SET
MO
'94 12-6
P 10:08 59
MAX
13
133
Pulse
Pitch
PULSE
PITCH
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
MODE
PULL ADJUST
/ NEXT
LAP / RESET
DOWN- NO
134

(b)

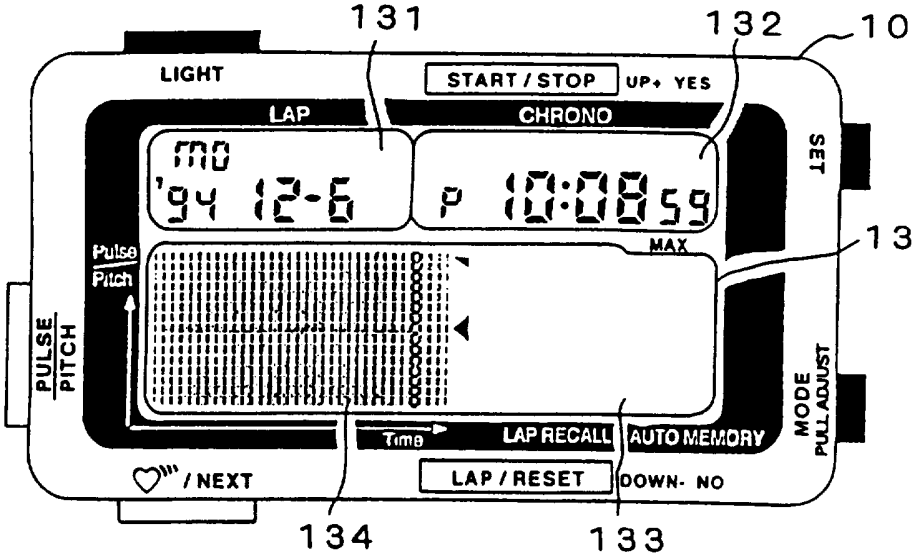

131
132
10
LIGHT
START / STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
SET
MO
'94 12-6
P 10:08 59
MAX
13
Pulse
Pitch
PULSE
PITCH
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
MODE
PULL ADJUST
/ NEXT
LAP / RESET
DOWN- NO
134
133

図12

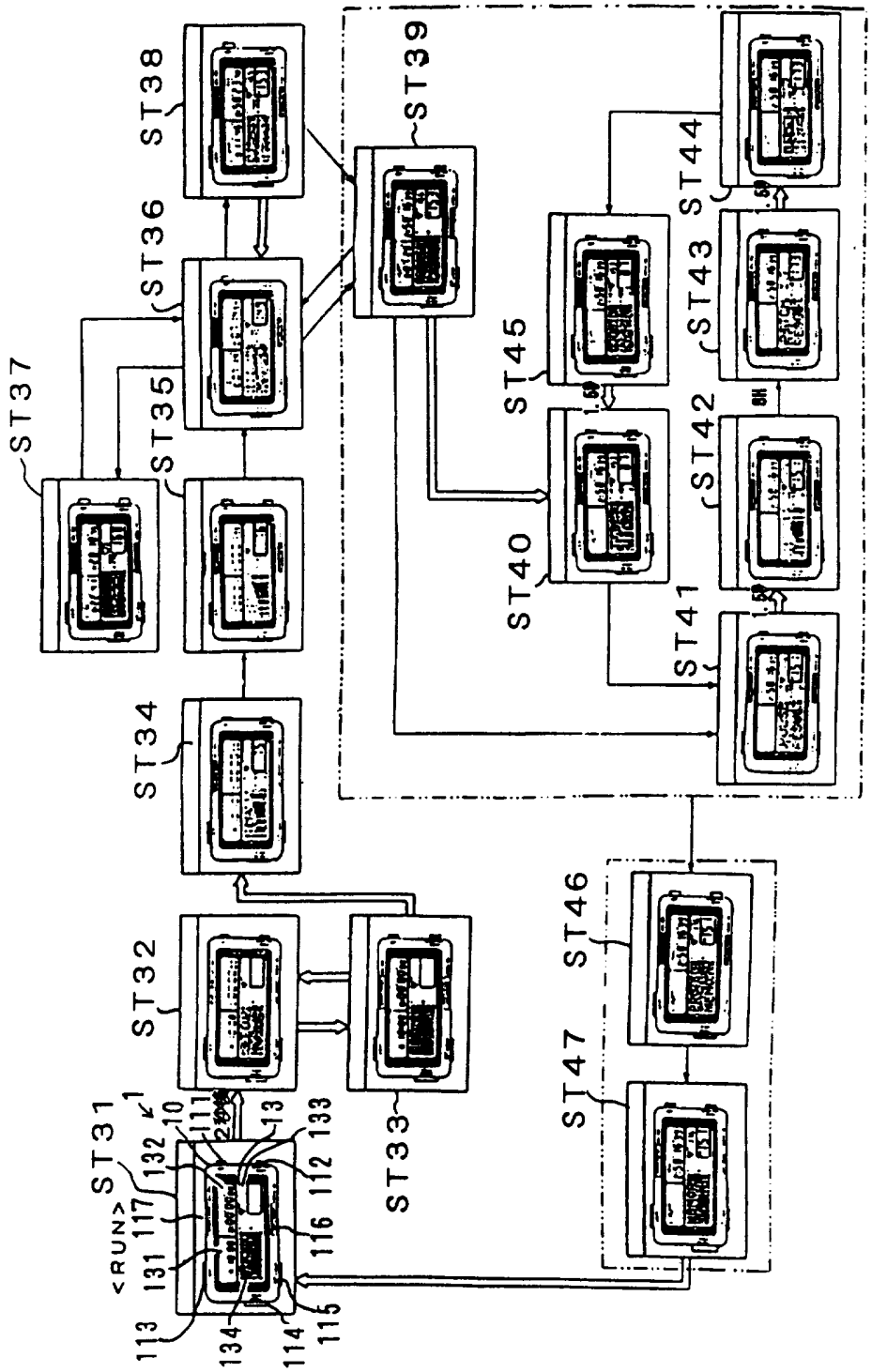
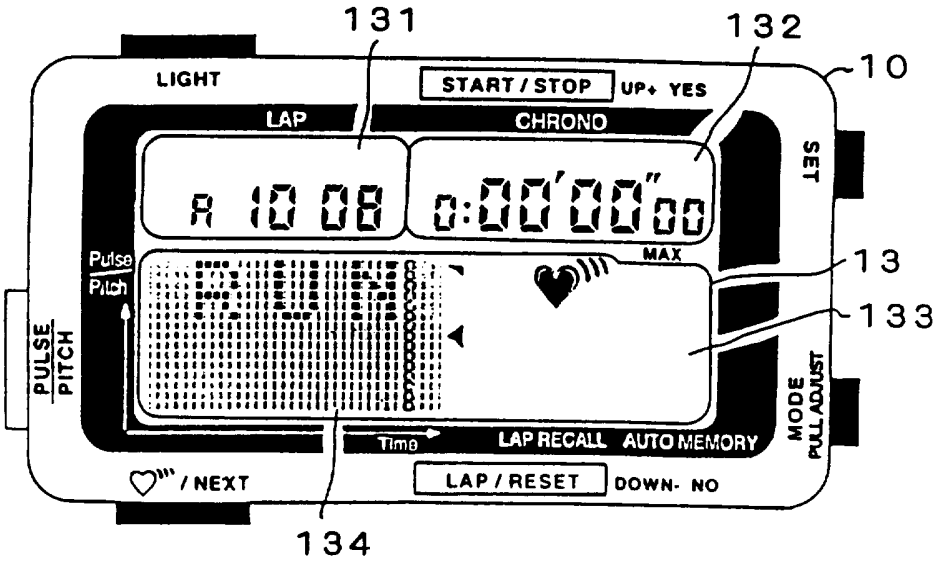

ST31
ST32
ST33
ST34
ST35
ST36
ST37
ST38
ST39
ST40
ST41
ST42
ST43
ST44
ST45
ST46
ST47
<RUN>
1
10
111
13
133
132
112
117
116
131
113
134
114
115

図13

(a)


131
132
10
LIGHT
START / STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
SET
A 10 08
0:00'00"00
MAX
13
133
Pulse
Pitch
PULSE
PITCH
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
MODE
FULL ADJUST
/ NEXT
LAP / RESET
DOWN- NO
134

(b)

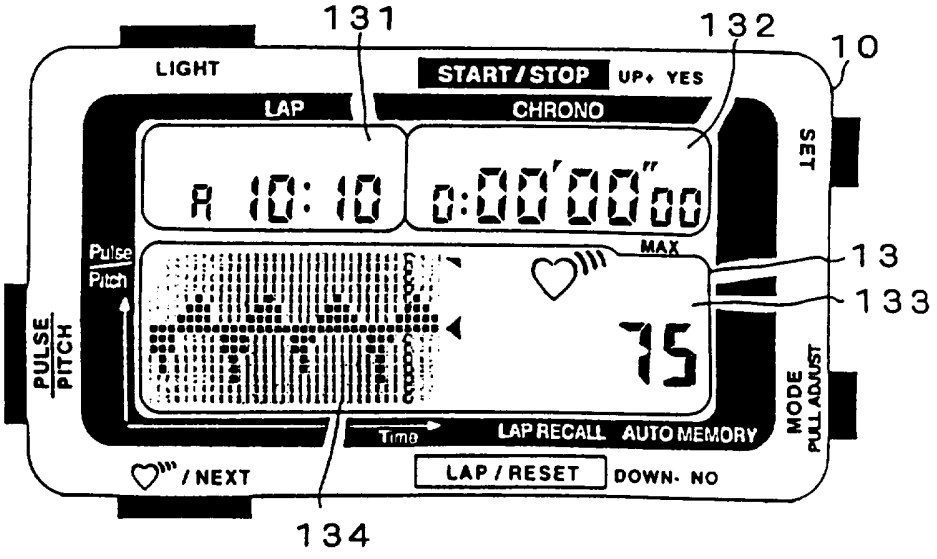
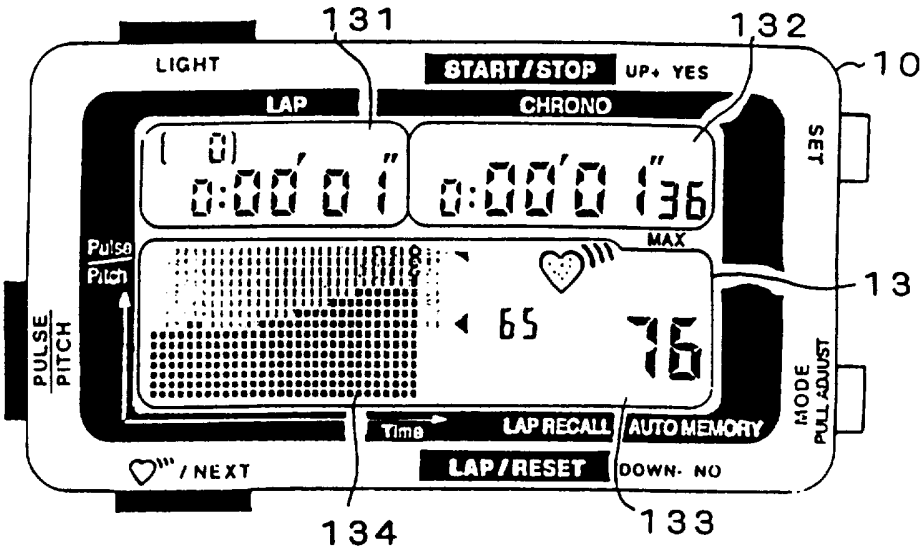
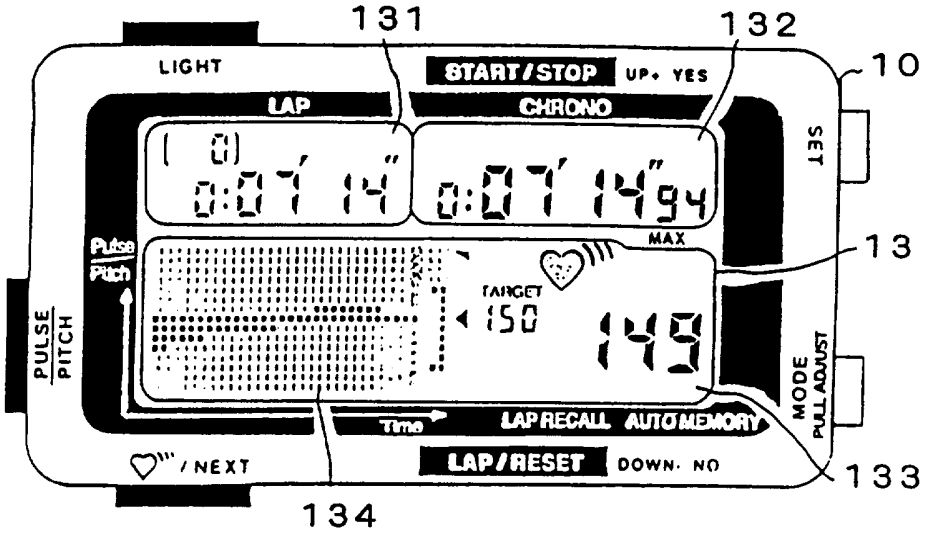

131
132
10
LIGHT
START / STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
SET
A 10:10
0:00'00"00
MAX
13
133
Pulse
Pitch
75
PULSE
PITCH
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
MODE
FULL ADJUST
/ NEXT
LAP / RESET
DOWN- NO
134

図14

(a)


131
132
10
LIGHT
START/STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
(0)
0:00'01"
0:00'01"36
SET
MAX
Pulse
Pitch
13
65
76
PULSE
PITCH
MODE
PULL ADJUST
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
/NEXT
LAP/RESET
DOWN- NO
134
133

(b)


131
132
10
LIGHT
START/STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
(0)
0:07'14"
0:07'14"94
SET
MAX
Pulse
Pitch
13
TARGET
150
149
PULSE
PITCH
MODE
PULL ADJUST
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
/NEXT
LAP/RESET
DOWN- NO
133
134

(c)

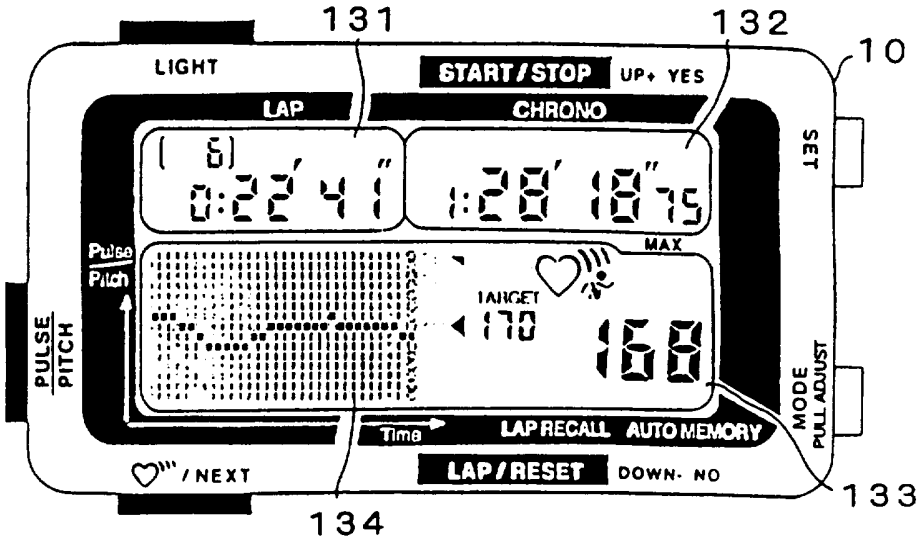
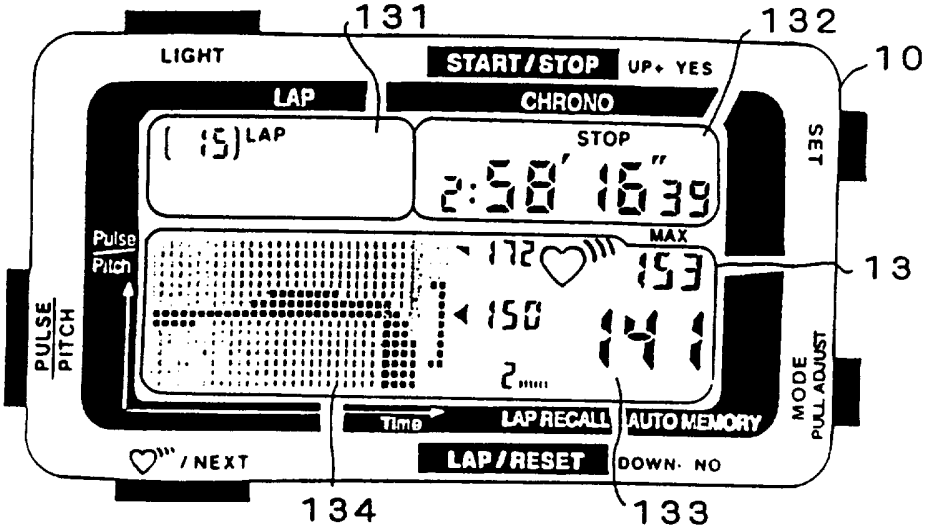

131
132
10
LIGHT
START/STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
(6)
0:22'41"
1:28'18"75
SET
MAX
Pulse
Pitch
TARGET
170
168
PULSE
PITCH
MODE
PULL ADJUST
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
/NEXT
LAP/RESET
DOWN- NO
133
134

図15

(a)


131
132
10
LIGHT
START/STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
[15] LAP
STOP
2:58' 16" 39
SET
Pulse
Pitch
MAX
172
153
150
141
2
13
PULSE
PITCH
MODE
PULL ADJUST
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
/NEXT
LAP/RESET
DOWN- NO
134
133

(b)

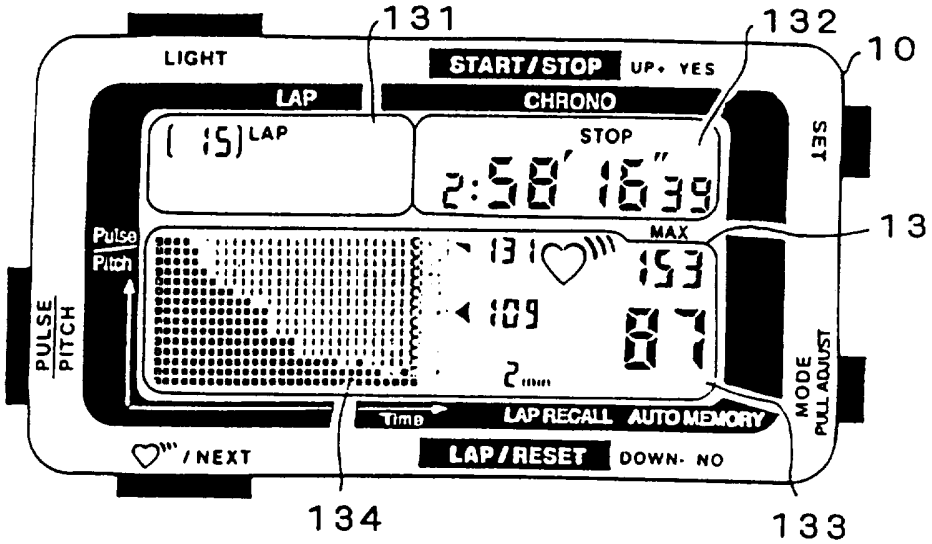
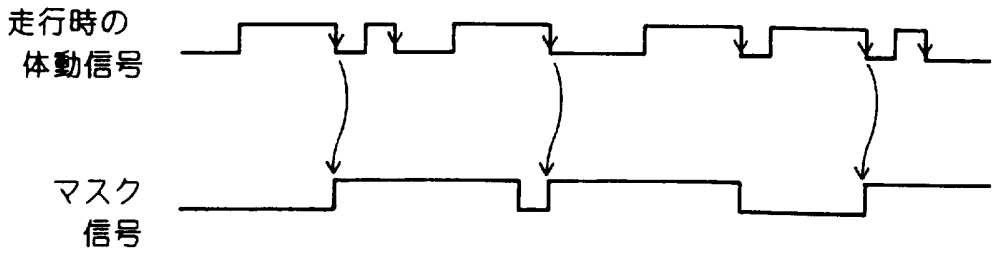
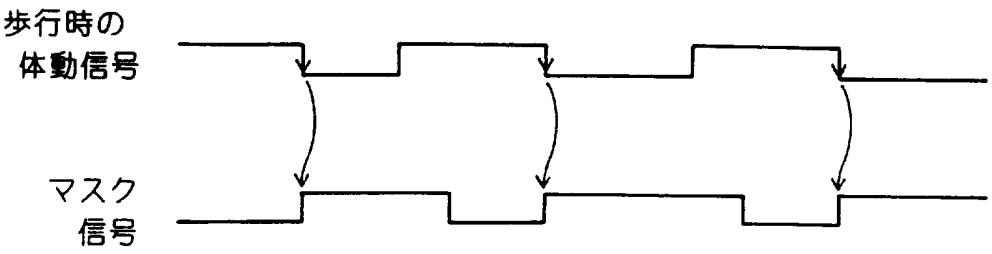

131
132
10
LIGHT
START/STOP
UP+ YES
LAP
CHRONO
[15] LAP
STOP
2:58' 16" 39
SET
Pulse
Pitch
MAX
131
153
109
87
2
13
PULSE
PITCH
MODE
PULL ADJUST
Time
LAP RECALL
AUTO MEMORY
/NEXT
LAP/RESET
DOWN- NO
134
133

図16

（a）



（b）



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP96/03032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl^6 G06M7/00, G01C22/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl^6 G06M7/00, G01C22/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1995
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 6-2098, Y2 (Casio Computer Co., Ltd.), January 19, 1994 (19. 01. 94)(Family: none)	1 - 15
A	JP, 5-76502, A (Casio Computer Co., Ltd.), March 30, 1993 (30. 03. 93)(Family: none)	1 - 15
A	JP, 63-311586, A (Matsushita Electric Work, Ltd.), December 20, 1988 (20. 12. 88)(Family: none)	1 - 15
A	JP, 63-262784, A (Matsushita Electric Work, Ltd.), October 31, 1988 (31. 10. 88)(Family: none)	1 - 15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
October 30, 1996 (30. 10. 96)	November 12, 1996 (12. 11. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP96／03032

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6]　G06M7／00, G01C22／00

B.　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl[6]　G06M7／00, G01C22／00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　1926－1996年
日本国公開実用新案公報　1971－1995年
日本国登録実用新案公報　1994－1996年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP, 6－2098, Y2（カシオ計算機株式会社）, 19. 1月. 1994（19. 01. 94）（ファミリーなし）	1－15
A	JP, 5－76502, A（カシオ計算機株式会社）, 30. 3月. 1993（30. 03. 93）（ファミリーなし）	1－15
A	JP, 63－311586, A（松下電工株式会社）, 20. 12月. 1988（20. 12. 88）（ファミリーなし）	1－15
A	JP, 63－262784, A（松下電工株式会社）, 31. 10月. 1988（31. 10. 88）（ファミリーなし）	1－15

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
30. 10. 96

国際調査報告の発送日　12.11.96

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ISA／JP）
郵便番号100
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）　2F　8505
森　雅之　印

電話番号　03－3581－1101　内線　3217

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（1992年7月）