

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-24857
(P2004-24857A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int.Cl.⁷
A 6 1 B 5/0245
A 6 1 H 7/00
A 6 1 H 15/00

F I
A 6 1 B 5/02 3 2 1 Z
A 6 1 H 7/00 3 2 3 Z
A 6 1 H 15/00 3 5 0 Z

テーマコード (参考)
4 C 0 1 7
4 C 1 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-131320 (P2003-131320)	(71) 出願人	000003562
(22) 出願日	平成15年5月9日 (2003.5.9)		東芝テック株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2002-134129 (P2002-134129)		東京都千代田区神田錦町1丁目1番地
(32) 優先日	平成14年5月9日 (2002.5.9)	(74) 代理人	100082670
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 西脇 民雄
		(74) 代理人	100114454
			弁理士 西村 公芳
		(72) 発明者	伊久美 智則
			静岡県三島市南町6番78号 東芝テック株式会社三島事業所内
		(72) 発明者	渡辺 美香
			静岡県三島市南町6番78号 東芝テック株式会社三島事業所内
		Fターム(参考)	4C017 AA09 AB08 AC27 BC11 BC14 CC02 4C100 BA03 BA09 CA03

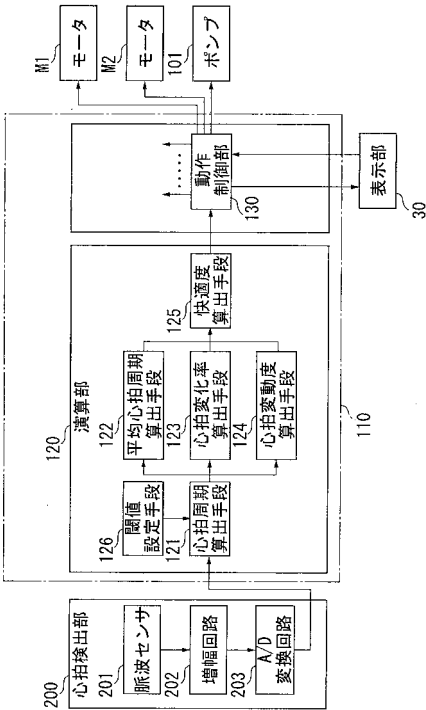
(54) 【発明の名称】 快適度算出方法と装置

(57) 【要約】

【課題】心地よさを感じてリラックス状態になっているか否かを的確に判断することのできる快適度算出方法を提供する。

【解決手段】心拍周期検出手段121が検出する被検者の心拍周期に基づいて被検者の快適度を算出する快適度算出方法であって、心拍周期から評価対象単位時間毎に求める平均心拍周期算出手段122と、心拍周期から評価対象単位時間毎に求める心拍変化率算出手段123と、心拍周期から評価対象単位時間毎に求める心拍変動度算出手段124のうち少なくとも1つの算出手段を設け、算出された値を基にして被検者の快適度を快適度算出手段125で算出する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外的刺激を受けている被検者の心拍周期に基づいて被検者の快適度を算出する快適度算出方法であって、

前記心拍周期から評価対象単位時間毎に下記の(1)式により求められる平均心拍周期と、

前記心拍周期から評価対象単位時間毎に下記の(2)式により求められる心拍変化率と、
前記心拍周期から評価対象単位時間毎に下記の(3)式または(4)式により求められる心拍変動度とのうちから少なくとも1つを求め、この求めた値を被検者の快適度とすることを特徴とする快適度算出方法。

10

平均心拍周期 = $(\sum y_i) / n$... (1) 式

ここで、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期で、 n は評価対象単位時間内のデータ数である。

心拍変化率 = $\{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)\} / \{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\}$... (2) 式

ここで、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したものである。

心拍変動度 = n_1 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 - n_2 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 ... (3) 式

ただし、 n_1 、 n_2 はデータ数、 $n_1 > n_2$ である。

20

心拍変動度 = $\{n \sum z_i^2 y_i - (\sum z_i^2)(\sum y_i)\} / \{n \sum z_i^4 - (\sum z_i^2)^2\}$... (4) 式

ただし、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 z_i は $x_i - x$ 、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したもの、 x は平均心拍周期である。

【請求項 2】

前記(3)式の心拍変動度は、心拍周期の移動平均値から求め、この移動平均値は、心拍周期検出手段が検出する所定の検出個数分の心拍周期の平均値を、その心拍周期の検出毎に1個づつずらしながら求めていく値であることを特徴とする請求項1に記載の快適度算出方法。

30

【請求項 3】

快適度は次式により求めることを特徴とする請求項1に記載の快適度算出方法。

快適度 = $C_1 \times \text{平均心拍周期} + C_2 \times \text{心拍変化率} + C_3 \times (\text{心拍変動度})^2$

ただし、 C_1 、 C_2 、 C_3 は重み定数である。

【請求項 4】

外的刺激を受けている被検者の心拍を検出する心拍検出手段と、この心拍検出手段が検出する心拍から被検者の心拍周期を算出する心拍周期算出手段とを備え、前記心拍周期に基づいて被検者の快適度を算出する快適度算出装置であって、前記心拍周期から評価対象単位時間毎に平均心拍周期を算出する平均心拍周期算出手段と、

前記心拍周期から評価対象単位時間毎に心拍変化率を算出する心拍変化率算出手段と、
前記心拍周期から評価対象単位時間毎に心拍変動度を算出する心拍変動度算出手段とのうちから少なくとも1つの算出手段を設け、

40

前記平均心拍周期算出手段は、次式に基づいて平均心拍周期を算出し、

平均心拍周期 = $(\sum y_i) / n$

ここで、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期で、 n は評価対象単位時間内のデータ数である。

前記心拍変化率算出手段は、次式に基づいて心拍変化率を算出し、

心拍変化率 = $\{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)\} / \{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\}$

ここで、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したものである。

50

前記心拍変動度算出手段は、下記の(3)式または(4)式に基づいて心拍変動度を算出し、

心拍変動度 = n_1 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 - n_2 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 ... (3) 式

ただし、 n_1 、 n_2 はデータ数、 $n_1 > n_2$ である。

心拍変動度 = $\{ n \sum z_i^2 y_i - (\sum z_i^2 y_i)^2 \} / \{ n \sum z_i^4 - (\sum z_i^2)^2 \}$... (4) 式

ただし、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 z_i は $x_i - x$ 、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したもの、 x は平均心拍周期である。

10

前記算出手段が算出した値を快適度として出力することを特徴とする快適度算出装置。

【請求項5】

前記心拍変動度算出手段は、第1移動平均値 - 第2移動平均値から求め、

第1移動平均値は、心拍周期検出手段が検出する所定の検出個数分の心拍周期の平均値を、その心拍周期の検出毎に1個ずつずらしながら求めていく値であり、

第2移動平均値は、前記所定の検出個数分より少ない個数で心拍周期の平均値を、その心拍周期の検出毎に1個ずつずらしながら求めていく値であることを特徴とする請求項4に記載の快適度算出装置。

【請求項6】

前記平均心拍周期算出手段と心拍変化率算出手段と心拍変動度算出手段が算出する平均心拍周期と心拍変化率と心拍変動度とから快適度を算出する快適度算出手段とを備え、この快適度算出手段は、次式によって快適度を算出して出力することを特徴とする請求項4に記載の快適度算出装置。

20

快適度 = $C_1 \times \text{平均心拍周期} + C_2 \times \text{心拍変化率} + C_3 \times (\text{心拍変動度})^2$

ただし、 C_1 、 C_2 、 C_3 は重み定数である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えばマッサージ機やリラクゼーション機等の使用者の快適度を数値化して算出する快適度算出方法および装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来から、特開2001-190616号公報や特開平9-192186号公報に示すマッサージ機が知られている。

【0003】

前者のマッサージ機は、リモコン装置に設けたセンサ部から皮膚温、心拍周期、血圧などの生体情報を検出し、この検出した生体情報に基づいて使用者の体調に合わせたマッサージを行うようにしたものである。

【0004】

また、後者のマッサージ機は、心拍数、呼吸数や脳波等の生体情報を検出する検出装置と、動作速度が可変となっているマッサージ機構と、検出装置の検出出力に応じてマッサージ機構の動作速度を変更する制御部とからなり、生体情報を参照しつつマッサージ機構の動作速度を変更していくものである。

40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前者のマッサージ機では、生体情報を複数回検知してその生体情報の変化パターンからマッサージ方法を決定することで、より効果の高いマッサージを実現しようとしているが、複数の生体情報を検知しているため、多数のセンサが必要であるとともにその処理回路等が煩雑になる等の多くの問題があった。

【0006】

50

また、後者のマッサージ機では、心拍数や呼吸数の変化量に合わせてマッサージ機の動作速度を変えるものであるが、単に心拍数や呼吸数の変化をそのまま使用して動作速度を制御しても、心拍数や呼吸数の変化量が快適度と一致しているわけでないので、心地よいと感じるマッサージが実際に行えているかが分からなかった。

【0007】

この発明の目的は、検出された心拍周期に基づいて快適度を的確に算出する快適度算出方法および装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1の発明は、外的刺激を受けている被検者の心拍周期に基づいて被検者の快適度を算出する快適度算出方法であって、

前記心拍周期から評価対象単位時間毎に下記の(1)式により求められる平均心拍周期と、

前記心拍周期から評価対象単位時間毎に下記の(2)式により求められる心拍変化率と、前記心拍周期から評価対象単位時間毎に下記の(3)式または(4)式により求められる心拍変動度とのうちから少なくとも1つを求め、この求めた値を被検者の快適度とすることを特徴とする快適度算出方法。

【0009】

平均心拍周期 = $(y_i) / n$... (1) 式

ここで、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期で、 n は評価対象単位時間内のデータ数である。

【0010】

心拍変化率 = $\{n \times y_i - (x_i)(y_i)\} / \{n \times i^2 - (x_i)^2\}$... (2) 式

ここで、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したものである。

心拍変動度 = n_1 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 - n_2 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 ... (3) 式

ただし、 n_1 、 n_2 はデータ数、 $n_1 > n_2$ である。

心拍変動度 = $\{n \times z_i^2 y_i - (z_i^2 y_i)\} / \{n \times z_i^4 - (z_i^2)^2\}$... (4) 式

ただし、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 z_i は $x_i - x$ 、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したもの、 x は平均心拍周期である。

【0011】

請求項4の発明は、外的刺激を受けている被検者の心拍を検出する心拍検出手段と、この心拍検出手段が検出する心拍から被検者の心拍周期を算出する心拍周期算出手段とを備え、前記心拍周期に基づいて被検者の快適度を算出する快適度算出装置であって、前記心拍周期から評価対象単位時間毎に平均心拍周期を算出する平均心拍周期算出手段と、

前記心拍周期から評価対象単位時間毎に心拍変化率を算出する心拍変化率算出手段と、

前記心拍周期から評価対象単位時間毎に心拍変動度を算出する心拍変動度算出手段とのうちから少なくとも1つの算出手段を設け、

前記平均心拍周期算出手段は、次式に基づいて平均心拍周期を算出し、

平均心拍周期 = $(y_i) / n$

ここで、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期で、 n は評価対象単位時間内のデータ数である。

【0012】

前記心拍変化率算出手段は、次式に基づいて心拍変化率を算出し、

心拍変化率 = $\{n \times y_i - (x_i)(y_i)\} / \{n \times i^2 - (x_i)^2\}$... 50

ここで、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したものである。

【0013】

前記心拍変動度算出手段は、下記の (3) 式または (4) 式に基づいて心拍変動度を算出し、

心拍変動度 = n_1 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 - n_2 で移動平均をとったデータ群の標準偏差 ... (3) 式

ただし、 n_1 、 n_2 はデータ数、 $n_1 > n_2$ である。

心拍変動度 = $\{n \sum z_i^2 y_i - (\sum z_i^2 y_i)\} / \{n \sum z_i^4 - (\sum z_i^2)^2\}$... (4) 式

10

ただし、 n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 z_i は $x_i - x$ 、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したものの、 x は平均心拍周期である。

【0014】

前記算出手段が算出した値を快適度として出力することを特徴とする。

【0015】

【実施の形態】

以下、この発明に係る快適度算出方法を適用した椅子式のマッサージ装置の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0016】

20

図1に示すマッサージ装置10は、座部11と、この座部11の後ろに設けた背もたれ部12と、座部11の前に設けたオットマン13と、座部11の両側に設けたアームレスト部14、15と、座部11の下側に設けられた給排気装置100（図示せず）とを有している。背もたれ部12はリクライニングが可能となっており、モータM1（図3参照）を備えた図示しない電動機構により背もたれ部12が傾動するようになっている。

【0017】

背もたれ部12の前面には、首肩用のエアバック20と、背筋用のエアバック21と、背中用の一対のエアバック22、23と、腰用のエアバック24とが設けられている。座部11の上面には、臀部用のエアバック25と、もも用のエアバック26とが設けられている。また、オットマン13には左右に一対のエアバック27、28がそれぞれ設けられている。首肩用のエアバック20は、図示しない電動機構により上下にスライド移動できるようになっており、この電動機構はモータM2（図3参照）を備えている。

30

【0018】

各エアバック20～28は、座部11、背もたれ部12、オットマン13に取り付けられたカバーKによって覆われている。

【0019】

アームレスト部14の上面の前側には表示部30が設けられており、この表示部30には、図2に示すように、オン・オフスイッチ31と、全身コースと上半身コースと下半身コース等を選択する選択スイッチ32と、エアバック20を上スライド移動させる上スイッチ33S1と、エアバック20を下スライド移動させる下スイッチ33S2と、背もたれ部12を倒していく倒スイッチ34S1と、背もたれ部12を起こしていく起スイッチ34S2と、各エアバック20～28の膨・縮の速さを調整するパルススイッチ35と、マッサージの強さを調整する強さスイッチ36と、快適お探しモードと自動コースモードなどを選択する選択スイッチ37と、納得スイッチ38と、足同時スイッチ39等とが設けられている。各スイッチ31～39はタッチパネルで構成され、そのタッチパネルに触れることにより各スイッチ31～39が操作されるようになっている。

40

【0020】

また、表示部30には、首／肩、背中、背筋、腰、しり、もも、脚の心地よさを示す4つのランプ画像L1a～L1d、... L7a～L7dがそれぞれ表示されており、その心地よさに応じてランプ画像L1a～L1d、... L7a～L7dが点灯表示するようになっている。

50

る。

【0021】

また、表示部30には、その心地よさを示す棒グラフ画像40が表示される他に人体を示す人体画像41と、各エアバック20～28に対応したエアバック画像G20～G28とが表示され、各エアバック画像G20～G28にはタッチパネルが設けられており、これらタッチパネルに触れることにより各エアバック画像G20～G28に対応した各エアバック20～28が選択され、その選択されたエアバックだけを膨縮させることができるようになっている。

【0022】

給排気装置100は、図3に示すように、ポンプ101と複数の電磁弁102～109と制御装置110とを有している。 10

【0023】

電磁弁102は、開成されるとポンプ101とエアバック20とを連通してポンプ101からエアバック20にエアを給気するようになっている。電磁弁102が閉成されるとエアバック20が大気開放されてエアバック20のエアは排気されていくようになっている。

【0024】

同様に、各電磁弁103～109は、開成されるとポンプ101とエアバック21～28とを連通してポンプ101からエアバック21～28にエアを給気するようになっている。電磁弁102～109が閉成されるとエアバック21～29が大気開放されてエアバック21～29のエアは排気されていくようになっている。 20

【0025】

制御装置110は、表示部30のスイッチ操作と心拍検出部200の検出信号に基づいてポンプ101、電磁弁102～109、モータM1、M2等を制御する。

【0026】

また、制御装置110は、図4に示すように演算部120と動作制御部130とを有している。演算部120は、心拍検出部200の検出信号から心拍周期を算出する心拍周期算出手段（心拍周期検出手段）121と、この心拍周期算出手段121が算出した心拍周期から平均心拍周期を算出する平均心拍周期算出手段122と、その心拍周期から心拍変化率を算出する心拍変化率算出手段123と、その心拍周期から心拍変動度を算出する心拍変動度算出手段124と、平均心拍周期算出手段122が算出した平均心拍周期と心拍変化率算出手段123が算出した心拍変化率と心拍変動度算出手段124が算出した心拍変動度とから快適度を算出する快適度算出手段125とを備えている。126は心拍周期を算出するための閾値を設定する閾値設定手段である。この閾値設定手段126は必ずしも必要とするものではない。 30

【0027】

動作制御部130は、快適度算出手段125が算出した快適度に基づいてポンプ101や電磁弁102～109を制御するものであり、また、モータM1、M2を制御する他に表示部30の表示を制御するようになっている。

【0028】

心拍検出部200は、耳朶に装着して耳朶の血流に応じた血流信号を出力する脈波センサ（心拍センサ：心拍検出手段）201と、血流信号を増幅する増幅回路202と、増幅した血流信号をA/D変換するA/D変換回路203とを備えている。 40

【0029】

脈波センサ201は、耳朶に向けて光りを発光する発光素子と、その耳朶を透過する光を受光する受光センサ等とから構成されている。ここでは、脈波センサ201は耳朶の血流を検出するが、指などの血流を検出するものでもよい。また、受光素子から十分な大きさの血流信号が得られる場合には増幅回路202は不要である。また、A/D変換回路203も制御装置110の演算部120にA/D変換回路があれば不要となる。

【0030】

そして、心拍検出部 200 と演算部 120 とで快適度算出装置が構成される。すなわち、脈波センサ 201 と心拍周期算出手段 121 と平均心拍周期算出手段 122 と心拍変化率算出手段 123 と心拍変動度算出手段 124 と快適度算出段 125 とで快適度算出装置が構成される。この快適度算出装置は、平均心拍周期算出手段 122 と心拍変化率算出手段 123 と心拍変動度算出手段 124 のうち少なくともいずれか 1 つの算出手段を備えていればよい。1 つの算出手段だけを備えている場合、その算出手段が算出する値を快適度とすれば、快適度算出段 125 は不要となる。

【0031】

ここで、脈波波形の一例を図 5 に示す。図 5 において、横軸が時間、縦軸が透過光量（すなわち血流量）を示している。血流量は心臓の鼓動で変化するものであるから、脈波波形の 1 つの山が心臓一拍分とみなすことができる。 10

【0032】

従って、例えば脈波波形のピークを検知し、次のピークまでの時間を計測すれば心拍の周期が求められることになる。尚、図 5 ではピーク検出を脈波波形の山のピークで行っているが、谷のピーク（底部）を検知しても同様に心拍周期を求める事ができる。また、ピーク検出を行う以外にもゼロクロス法等で心拍周期を求めてもよい。これら心拍周期は心拍周期算出手段 121 が求める。

【0033】

このようにして、得られた瞬時心拍周期から、評価対象単位時間（評価対象刺激単位）内の心拍周期を 1 つのグループとみなし、そのグループ内での変化の仕方を捉える事で、マッサージ装置の使用者の刺激に対する心地よさの程度、すなわち快適度を数値として算出することができる。 20

【0034】

ここで評価対象単位時間とは、同じマッサージを続けている時間であり、発明者らの実験によれば 5 秒から 10 秒程度がもっとも効果的に情報の収集ができることが判った。これは、これよりも短い時間では情報量（心拍数）が少なく、正確に推定できず、逆に長い時間では使用者のマッサージに対する感覚が変わるため、その感覚によって心拍周期が変化したのかマッサージ効果によって心拍周期が変わったのかが判断できないからである。

【0035】

次に、この快適度の数値化について説明する。 30

【0036】

快適度の数値化は、平均心拍周期、心拍変化率、心拍変動度の 3 つの値のうち少なくとも 1 つを算出する事で実現できる。以下、その具体的計算方法を示す。

【0037】

まず、平均心拍周期は、評価対象単位時間内の心拍周期の平均値であり、下記の（1）式で求めることができる。

【0038】

平均心拍周期 = $(y_i) / n \dots (1)$

ここで、（1）式の y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期で、 n は評価対象単位時間内のデータ数（心拍周期の数）である。 40

【0039】

演算部 120 の平均心拍周期算出手段 122 は、心拍周期算出手段 121 が算出した心拍周期 y_i に基づいて（1）式から平均心拍周期を算出していく。

【0040】

この平均心拍周期の値が大きいほど快適度（心地よさの度合）が大きいと考えられる。

【0041】

心拍変化率は、評価対象単位時間内で心拍周期が長くなってゆくのか、逆に短くなっていくのかを表すものであり、ある評価対象単位時間内で横軸に時間を縦軸に心拍周期をとった図 6 のグラフ F1 を直線近似した場合のその直線 F2 の傾きで定義されるものである。 50

【 0 0 4 2 】

この傾き（心拍変化率）は、（ 2 ）式によって求められる。

【 0 0 4 3 】

心拍変化率 = $\{ n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i) \} / \{ n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 \}$
... (2)

ここで、n は評価対象単位時間内のデータ数、 y_i は評価対象単位時間内の i 番目の心拍周期、 x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したものである。

【 0 0 4 4 】

この心拍変化率が大きいほど快適度が大きいと判断する。

【 0 0 4 5 】

この心拍変化率は、演算部 1 2 0 の心拍変化率算出手段 1 2 3 が心拍周期算出手段 1 2 1 の心拍周期 y_i に基づいて（ 2 ）式から算出するものである。

【 0 0 4 6 】

次に、心拍変動度の算出方法について説明する。

【 0 0 4 7 】

図 7 はあるマッサージ刺激を 1 分間継続したときの心拍周期を、横軸：時間、縦軸：心拍周期としてプロットしたグラフを示すものであり、+ 印は心拍周期の実測値を示す。印は 5 つの実測値の平均値を算出したものであり、この平均値の出し方は、1 番目から 5 番目までの平均と、2 番目から 6 番目までの平均と、という様に 5 つの実測値を 1 つずつずらしながら順番に選び、平均を求めた値（第 2 移動平均値）である。

【 0 0 4 8 】

また、図 7 において、印は 9 つの実測値の平均値を算出したものであり、9 つの実測値を 1 つずつずらしながら順番に選び、平均を求めた値（第 1 移動平均値）である。

【 0 0 4 9 】

この + 印の実測値は、マッサージ刺激終了後にマッサージ使用者に対するインタビューを行い、気持ちよかったという回答が有ったもののデータを示したものであり、気持ちよかった場合には、図 7 に示すように心拍周期が周期的に変動することが発明者らの実験で明らかになった。

【 0 0 5 0 】

これは、心拍周期の移動平均値、心拍周期の心拍変化率や周期的変動度の大きさからマッサージ効果を求めることができることを意味するものである。

【 0 0 5 1 】

そこで、この周期的変動の大きさを心拍変動度として算出し、この心拍変動度を快適度とすれば、よりの確にマッサージの効果を求めることができる。

【 0 0 5 2 】

ところで、移動平均は、ローパスフィルターと同等の効果があり、平均をとる数（n）を増やすと、波形がだんだん滑らかになる。そこで、 $n = 9$ の場合と $n = 5$ の場合とをそれぞれ算出し、それぞれ全体のばらつき、すなわち標準偏差を算出し、その差を算出すれば周期的な変動のある場合のみ値が大きくなり、周期変動の大きさを数値化する事が可能である。

【 0 0 5 3 】

つまり、周期変動の大きさ（心拍変動度）は次式で求める事が可能である。

【 0 0 5 4 】

心拍変動度 = n_1 で移動平均をとったデータ群の標準偏差（第 1 移動平均値） - n_2 で移動平均をとったデータ群の標準偏差（第 2 移動平均値）... (3)

ただし、 $n_1 > n_2$

尚、周期的変動の大きさを求めるには、フーリエ変換等の周波数解析手法を使うことも可能であるが、上の方法の様に単位データ数の異なる 2 種類の移動平均値を算出して、それぞれのデータ群の標準偏差を算出する方法で心拍変動度の計算を行うことで、フーリエ変換などの複雑な計算を行うことなく、周期的変動の大きさを求めることが出来る。この心

10

20

30

40

50

拍変動度が大きいほどマッサージ効果が大きいと考えられる。

【0055】

図7から心拍周期の周期的変動の周波数は0.1Hz程度(周期が約10秒)であることが分かり、評価対象単位時間(同じマッサージを行う時間)が短い場合、例えば10秒程度では、山1つが収まるだけである。そこで、心拍変動を数値化する方法として次のような方法も適用する事が可能である。

【0056】

図8は、ある評価対象単位時間内で横軸に時間を縦軸に心拍周期をとったグラフを示した例である。

【0057】

マッサージの効果に応じて、周期的な変動を起こす例は、短い時間(図8では10秒)のデータを見ると、いったん心拍周期が短くなった後に長くなる。すなわち、谷型のグラフとなる(山型の場合もある)。そこで、この谷型の分布を放物線近似して、この近似放物線の2乗係数をマッサージ効果(リラックス状態)の推定に用いる事が可能である。

【0058】

この様に、評価対象単位時間内の心拍周期の時系列データを放物線近似した場合の2次係数として心拍変動度を求める事で、短い時間での確にマッサージ効果、すなわち快適度を算出することができる。

【0059】

近似放物線の2乗係数は次の(4)式で求められる。

【0060】

心拍変動度(2乗係数) = $\{ n \sum z_i^2 y_i - (\sum z_i^2 y_i) \} / \{ n \sum z_i^4 - (\sum z_i^2)^2 \} \dots (4)$

ただし、nは評価対象単位時間内のデータ数

y_i は評価対象単位時間内のi番目の心拍周期

z_i は $x_i - x$

x_i は評価対象単位時間内の y_1 から y_i までの心拍周期を足したもの

x は 平均心拍周期

心拍変動度は、演算部120の心拍変動度算出手段124が心拍周期算出手段121の心拍周期 y_i に基づいて(3)式あるいは(4)式から算出するものである。

【0061】

図12は実験結果の一例を示したものである。この実験はエアバッグ式マッサージ装置で、もも、脚、首の三箇所を各一分間マッサージした際の心拍周期を測定したものであり、3つの刺激の前後(各一分間)に比較対象用に安静(マッサージなし)の心拍も測定している。

【0062】

横軸が時間、縦軸が心拍周期を示している。実験において被験者(マッサージを受ける人)はグリップスイッチを保持しており、自身が気持ちよいと感じている場合にボタンを押すように指示してあり、実験システムはボタンを押している間だけプロットを黒丸から白丸に変えるように作成されている。つまり図12の白丸プロット部分は被験者自身が気持ちよいと感じている時を指している。

【0063】

図12をみると脚のマッサージ中(ほぼ全域で白丸プロット)に心拍周期が10秒前後の周期で変動を繰り返している事がわかる。また、同一の領域で緩やかな右上がりをしている事がわかる。さらに首、もも、のマッサージ中も含めて、白丸プロット部分は全体的に黒丸プロットに比べて、心拍周期が長い傾向が読み取れる。これは、心拍周期の長さからマッサージ効果を求める(快適度を算出する)ことができることを示すものである。

【0064】

発明者は、同様な実験を繰り返すことで、心拍平均周期、心拍変化率、心拍変動度が刺激(マッサージ)を受ける人のリラックス状態(心地よいという感覚)と相関があることを

10

20

30

40

50

見い出した。すなわち、心拍平均周期、心拍変化率、心拍変動度が大きいほど快適度が大きいことが分かった。

【0065】

また、図12の例では同一の人物で心拍平均周期と心拍変化率、心拍変動度の3つに変化が現れたが、人によってはこのうち1つあるいは2つだけがリラックスした場合に変化する事もあった。そこで、どのようなタイプの人が使っても同じように快適度の算出が行えるように下記の(5)式を定義した。

【0066】

快適度 = $C_1 \times \text{平均心拍周期} + C_2 \times \text{心拍変化率} + C_3 \times (\text{心拍変動度})^2$

... (5) この(5)式により、リラックスした場合に例えば心拍周期が変化する(遅くなる)だけのタイプの人でも、他の刺激部分との差をとることによって当該刺激のリラックス状態が相対的に定量化できるようになった。尚、(5)式の重み定数 C_1 、 C_2 、 C_3 は多数の実験を繰り返し、その結果を用い快適度が各被験者の印象に最もよく合うように最適化した値を用いた。例えば、 $C_1 = 0.02$ 、 $C_2 = 7.06$ 、 $C_3 = 0.02$ である。なお、平均心拍周期、心拍変化率、心拍変動度のいずれかを用いない場合には対応する定数 C_1 、 C_2 、 C_3 を0にする。

10

【0067】

また、年代や性別毎にカテゴライズしたデータを用いて各カテゴリー毎に最適化を行う事も可能である。この場合は、刺激を受ける人がどの分類に属するかの情報を与える事でより厳密に快適度の算出を行う事が可能である。

20

【0068】

リラックス状態の度合いである快適度は、演算部120の快適度算出手段125によって(5)式に基づいて算出する。

【0069】

この様に算出した快適度をもとに、効果の高かったところを優先的にマッサージする事で使用者が満足できるマッサージを実現する事が可能となる。

【0070】

ところで、心拍周期を検出する際に、ピーク検出の精度不足やノイズ等の影響で正しく検出できない場合がある。また、図9の例に見られるように心地よさを感じていても、心拍周期は一般にばらつきが大きく、直線近似や放物線近似がうまくできない場合がある(図9の印は心拍周期の実測値であり、は5つの実測値の平均値を算出した移動平均値である)。

30

【0071】

そこで、実測値から移動平均を算出し、そのデータを用いてその後の解析を行うと、ノイズ等の影響が小さくなり、よりの確に快適度の算出が可能になる。

【0072】

移動平均を算出する単位データ数があまり大きくなると、周期的な変動が埋もれてしまう。また、逆に小さすぎるとノイズに対するフィルター効果が得られない。発明者らの実験結果では、単位データ数は5前後がもっとも適していた(図9の印)。ただし、心拍周期は脈波波形の注目点(先に述べた例では山のピーク)を順次カウントして求めているため、仮に注目点検知に誤差があって、心拍周期が現実より短く検出されると、次の心拍はその分長く検出されることになる。したがって、注目点のずれが大きい場合にはそれが相殺されるように、単位データ数は偶数の値をとることが望ましい。それ以外の場合は、所定位置の心拍周期の前後同数が取れるように単位データを奇数とすればよい。

40

【0073】

先に述べた例では、脈波波形から心拍周期を求める方法として、脈波の山もしくは谷のピークを検出し、そのピークと次のピークまでの時間を測定する方法について説明したが、それ以外に2つの別な方法でも可能である。以下、その方法について説明する。

【0074】

図10に示すように、脈波波形上に一定の閾値を設定し、その閾値と脈波波形の例えば立

50

ち上がり波形がクロスする点を検知し、クロス点から次のクロス点までを心拍周期とする事ができる。

【0075】

一般に、山または谷のピーク付近はなだらかな変化をしているため、時間軸方向でどのポイントが真のピークかが判定しにくい場合がある。これに比べて急峻な立ち上がり部分であるクロスポイントは正確に時間を定める事が可能である。

【0076】

図11は、もう一つの方法を示すものであり、一般に、脈波波形は時間軸方向のみでなく、振幅方向にも変動する。そこで、谷側のピークと山側のピークから当該波形の一波分の振幅を求め、この振幅に対し一定の割合(図では50%)を閾値とし、それと脈波波形のクロスするポイントを求める事で心拍周期を求めることができる。

10

【0077】

この場合、一定の閾値を用いる場合に比べて、振幅方向の変動の影響が小さくなるというメリットを有している。

【0078】

ここで、脈波波形の振幅方向の変動は、心臓からの血流量の変化以外に、血管の緊張度合いなどの影響を受けているものと考えられる。この血管の緊張の度合いは自律神経系の活動状態によっても変化するものであり、例えばマッサージ効果によって使用者がリラックスできたとすると、脈波の振幅に変化が現れる事も起こりえる。

【0079】

20

また、この振幅方向の変動はマッサージ椅子の使用者の年齢などによっても変わると考えられる。従って、これらの心拍周期の検出方法のうち、その使用者に適したものを採用すればよい。

【0080】

発明者らの実験によれば、脈波振幅の変動に応じて閾値レベルを変化させる変動型閾値設定方法を用いて快適度を算出した結果がマッサージ椅子の使用者自身の感覚に合うと答える人が多かった。

【0081】

先に述べたように、マッサージ装置にはもみ玉を機械的に動作させてツボを刺激するメカ式のものやエアバッグを収縮させて刺激を得るエアバッグ式がある。また、肩や腰などの上半身はメカ式で、ふくらはぎなどの下半身はエアバッグで挟み込むように刺激するハイブリット型のものもある。

30

【0082】

ところで、図9の測定例はエアバッグ式のマッサージ装置を用いて心拍周期を測定したものであるが、一旦短くなってその後長くなる谷型の変動となっている10秒から20秒までの期間は、マッサージ後の使用者に対するインタビューで、使用者が気持ちよかったと答えた部分である。この一旦短くなって長くなるタイミングがエアバッグの収縮のタイミングとほぼ一致することが実験的に確認されている。

【0083】

すなわち、心拍周期が一旦短くなる区間ではエアバッグは膨張し、心拍周期が増加している区間ではエアバッグが収縮している。これは、エアバッグの刺激により末梢血管が収縮した事の影響と考えられるが、同じ刺激でも気持ちよいと答えなかった場合には谷型にならない傾向が強いことも分かった。すなわち、使用者が気持ちよいと感じた場合にのみエアバッグの収縮と同期した変動が見られる傾向が強い。

40

【0084】

一方、もみ玉が数ヘルツから十数ヘルツで振動して刺激するメカ式のマッサージ機の場合には、このような谷型の変動は見られなかった。

【0085】

従って、本快適度の算出方法をマッサージ機に適用する場合には、心拍変動度による推定が有効になるという意味で、エアバッグ式の様に面で押すマッサージ機に適用するのが有

50

効である。いうまでも無く、ハイブリットタイプのエアバックの収縮による下半身マッサージにも同様に効果が高い。

〔動作〕

次に、上記のように構成されるマッサージ装置の動作について説明する。

【0086】

先ず、電源プラグPをコンセント（図示せず）に接続する。この接続により表示部30に図2に示す画面が表示される。そして、使用者は例えば選択スイッチ37を指で触れると、快適お探しモードと自動モードとが交互に選択されていく。この選択スイッチ37により快適お探しモードを設定し、脈波センサ201を耳朶に装着する。そして、オン・オフスイッチ31をオンすると、エアバック20～28が順番に例えば足から首に向かって順番に膨縮されていく。膨縮の回数は1回であり、膨縮の時間は5秒から10秒の間に設定されている。

10

【0087】

各エアバック20～28の膨縮時の血流信号（心拍信号）を脈波センサ201が出力し、心拍周期算出手段121がその心拍信号から心拍周期を逐一算出していく。そして、平均心拍周期算出手段122がその逐一算出される心拍周期から平均心拍周期を算出し、心拍変化率算出手段123がその逐一算出される心拍周期から心拍変化率を算出し、心拍変動度算出手段124がその逐一算出される心拍周期から心拍変動度を算出する。

【0088】

快適度算出手段125は、算出された平均心拍周期と心拍変化率と心拍変動度とから脚、もも、しり、腰、背筋、背中、首/肩の各部分の快適度（リラックス状態）を算出する。この算出された快適度に応じてランプ画像L1a～L1d、...L7a～L7dがそれぞれ点灯表示される。

20

【0089】

ランプ画像の点灯表示の数については、例えば、各部分毎に算出された快適度全体の最高値と最低値の間を4等分して、各部分の快適度がどの範囲に入るかで、点灯表示の数が最高値が4、最低値が0になるように決定する。

【0090】

また、その快適度に応じて棒グラフ画像40が表示される。

【0091】

使用者は、ランプ画像L1a～L1d、...L7a～L7dの点灯表示を見て納得できれば納得スイッチ38をタッチする。そして、選択スイッチ32により全身コースが選択されていれば、予め設定されている順番にエアバック20～28が膨縮されていく。各エアバック20～28の膨縮回数は、快適度に応じて調整される。例えば、ランプ画像L1a～L7aが点灯すれば膨縮回数は1回、ランプ画像L1b～L7bが点灯すれば膨縮回数は2回、ランプ画像L1c～L7cが点灯すれば膨縮回数は3回、ランプ画像L1d～L7dが点灯すれば膨縮回数は4回となる。

30

【0092】

例えば、ランプ画像L1aとランプ画像L2a、L2bとランプ画像L3a～L3cとランプ画像L4a～L4dとランプ画像L6aとランプ画像L7aとが点灯した場合には、例えばエアバック20が1回膨縮したのちエアバック22、23が2回膨縮され、この後エアバック21が3回膨縮され、次にエアバック24が4回膨縮され、エアバック25は膨縮されずにエアバック26が1回膨縮され、エアバック27、28が1回膨縮されていく。そして、これら動作が繰り返し行われていく。

40

【0093】

このように、各部の快適度に応じて各エアバック20～28の膨張回数が調整されることにより、マッサージ効果を上げることができ、使用者は気持ちよさを感じて十分にリラックスすることができることになる。

【0094】

ところで、ランプ画像L1a～L1d、...L7a～L7dの点灯表示の数に納得の行かな

50

い場合には、背中や腰等の表示部（各部にタッチパネルが設けられている。）をタッチして、各部分の点灯表示の増減を行なって使用者の納得状態にする。そして、納得スイッチ 38 をタッチすれば上記と同様に各エアバック 20 ~ 28 が膨縮されていく。

【0095】

上記実施形態では、エアバックの膨縮によるマッサージ刺激によって得られるマッサージ効果の推定方法について説明したが、本発明はマッサージの場合のみに限ったものではなく、例えば音楽や映像鑑賞などの他の刺激に関する効果の推定においても有効である。音楽鑑賞に適用する場合には、さまざまなジャンルの音楽や小川のせせらぎ、雨音など自然の音など複数の音源データを一定時間（評価対象単位時間）順次流し、同一の音源データが流れている間の心拍周期の変化を同様の評価手順で解析することで、聞いている人がも

10

【0096】

また、刺激は音や映像だけでなく、色の違う照明や、におい（アロマテラピー）、あるいはそれらの組み合わせなど、リラックス効果の期待できるものであれば何でも良い。

【0097】

また、上記実施形態では、椅子式のマッサージ装置 10 について説明したが、マット式のマッサージ装置であってもよい。

【0098】

上記実施形態では、(5) 式から快適度を求めているが、平均心拍周期と心拍変化率と心拍変動度のうち少なくともいずれか 1 つを求め、この求めた値を使用して快適度を求めている。また、心拍周期の移動平均値を基にして快適度を求めている。

20

【0099】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、検出された心拍周期に基づいて快適度を的確に算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明に係る椅子式のマッサージ装置を示した斜視図である。

【図 2】図 1 に示したマッサージ装置の表示部を示した説明図である。

【図 3】図 1 に示したマッサージ装置の給排気装置の構成を示したブロック図である。

30

【図 4】図 3 に示す制御装置の構成を示したブロック図である。

【図 5】脈波波形の一例を示した説明図である。

【図 6】心拍周期と直線近似した直線とを示したグラフである。

【図 7】マッサージ刺激を 1 分間継続したときの心拍周期を示したグラフである。

【図 8】マッサージ刺激を行ったときの心拍周期を示した他の例のグラフである。

【図 9】心拍周期と移動平均値とを示したグラフである。

【図 10】心拍周期の他の求め方を示した説明図である。

【図 11】心拍周期の別な他の求め方を示した説明図である。

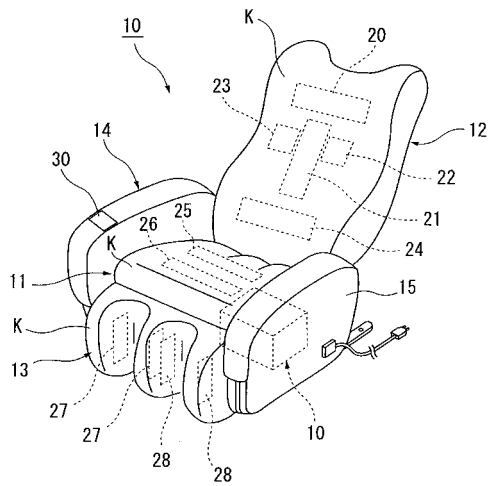
【図 12】マッサージ箇所と心拍周期とマッサージを行わなかった場合の心拍周期を示したグラフである。

40

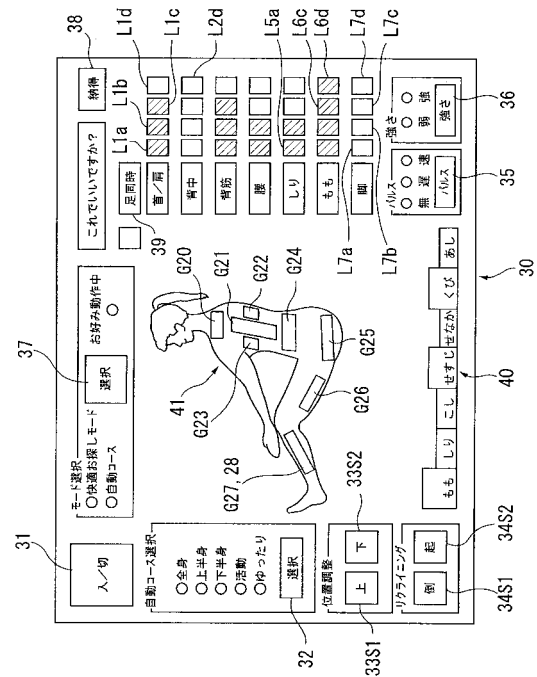
【符号の説明】

1 2 1	心拍周期算出手段
1 2 2	平均心拍周期算出手段
1 2 3	心拍変化率算出手段
1 2 4	心拍変動度算出手段
1 2 5	快適度算出手段

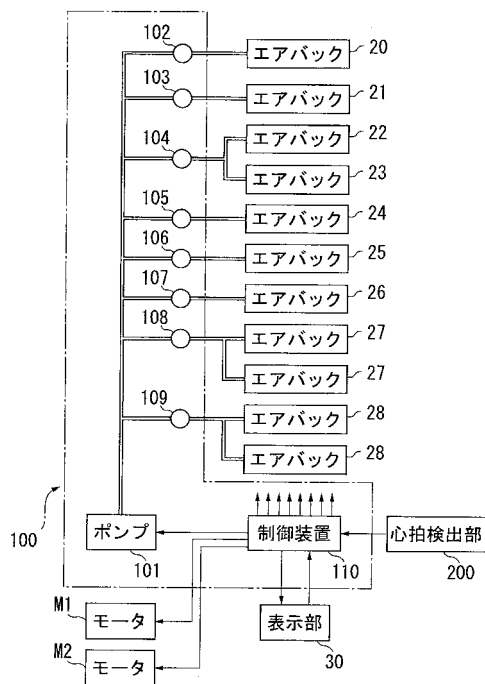
【図 1】



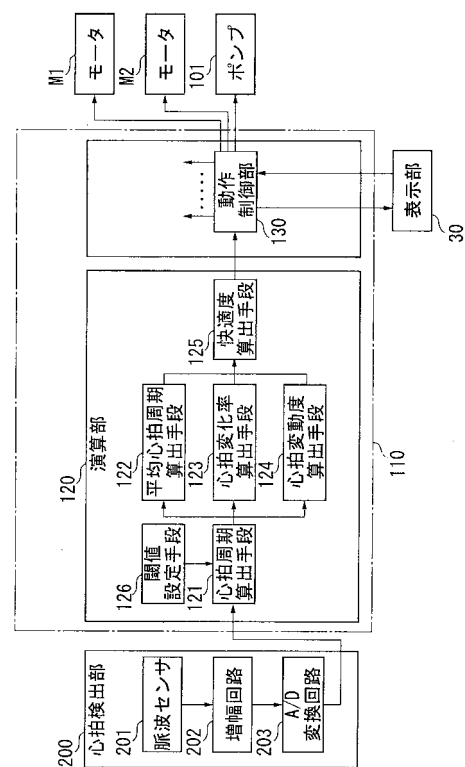
【図 2】



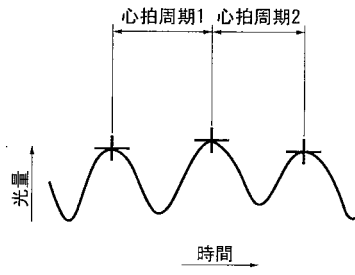
【図 3】



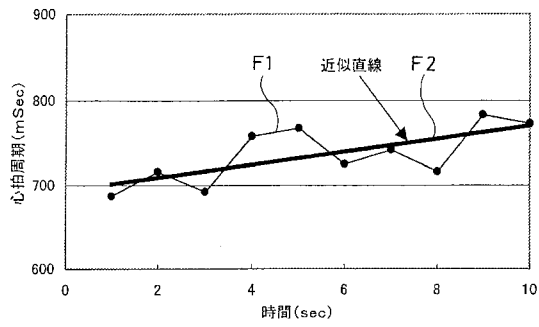
【図 4】



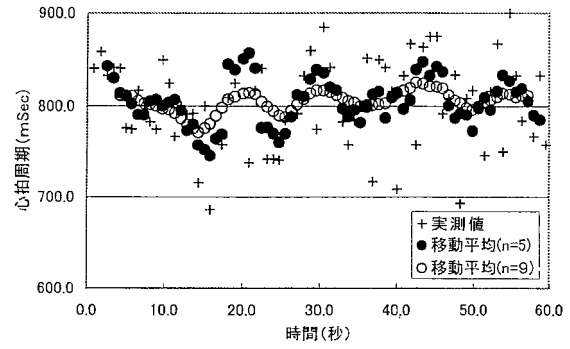
【図 5】



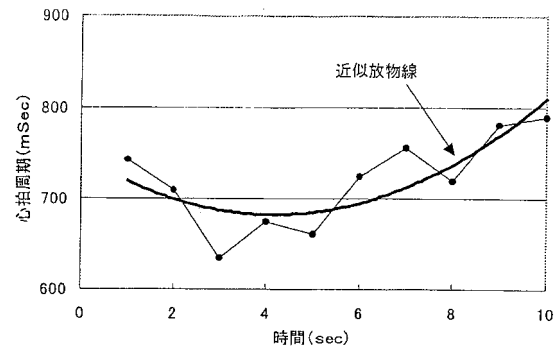
【図 6】



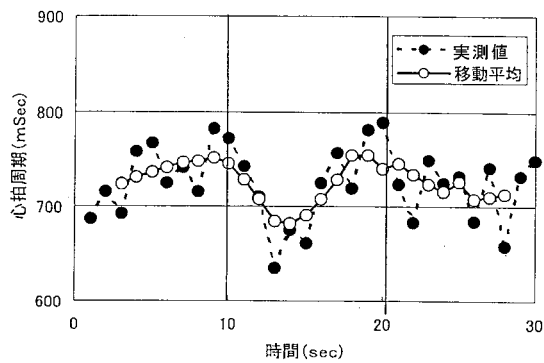
【図 7】



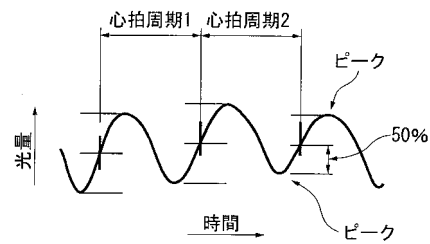
【図 8】



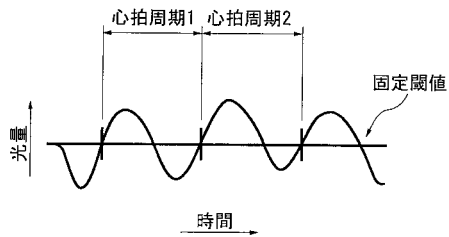
【図 9】



【図 11】



【図 10】



【図 12】

