

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7256170号
(P7256170)

(45)発行日 令和5年4月11日(2023.4.11)

(24)登録日 令和5年4月3日(2023.4.3)

(51)国際特許分類	F I			
A 6 1 N 5/06 (2006.01)	A 6 1 N	5/06	Z	
A 6 1 F 7/00 (2006.01)	A 6 1 F	7/00	3 0 0	
A 6 1 B 5/0245(2006.01)	A 6 1 B	5/0245	A	
A 6 1 M 21/00 (2006.01)	A 6 1 B	5/0245	B	
	A 6 1 M	21/00	Z	
請求項の数 10 (全20頁)				

(21)出願番号	特願2020-504917(P2020-504917)	(73)特許権者	000001960 シチズン時計株式会社 東京都西東京市田無町六丁目1番12号
(86)(22)出願日	平成31年2月21日(2019.2.21)	(74)代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/006634	(74)代理人	100123582 弁理士 三橋 真二
(87)国際公開番号	WO2019/171975	(74)代理人	100114018 弁理士 南山 知広
(87)国際公開日	令和1年9月12日(2019.9.12)	(74)代理人	100180806 弁理士 三浦 剛
審査請求日	令和3年11月12日(2021.11.12)	(74)代理人	100151459 弁理士 中村 健一
(31)優先権主張番号	特願2018-41845(P2018-41845)	(72)発明者	清水 秀樹 東京都西東京市田無町六丁目1番12号
(32)優先日	平成30年3月8日(2018.3.8)		最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 心拍数調整装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被験者の心拍情報を検出する検出部と、
 前記被験者の心拍数に関する目標値の情報が入力される入力部と、
 前記心拍情報から算出される前記被験者の心拍数に関する現在値と前記目標値との差分を抽出する差分抽出部と、
 前記現在値が前記目標値に近付くように、前記差分に応じて、交感神経を刺激する交感神経刺激、副交感神経を刺激する副交感神経刺激、および交感神経または副交感神経の刺激飽和を抑制する初期化刺激を組み合わせた刺激パターンを生成するパターン生成部と、
 前記刺激パターンに従って、前記交感神経刺激、前記副交感神経刺激および前記初期化刺激を前記被験者に出力する出力部と、を有し、
 前記パターン生成部は、
 前記刺激パターンとして、前記交感神経刺激または前記副交感神経刺激の前後に前記初期化刺激が出力される第1の刺激パターンを生成し、
 前記パターン生成部は、前記刺激パターンとして、さらに、
 前記初期化刺激、第1の期間にわたる前記交感神経刺激、第2の期間にわたる前記副交感神経刺激、および前記初期化刺激が順に出力される第2の刺激パターンか、または
 前記初期化刺激、第1の期間にわたる前記副交感神経刺激、第2の期間にわたる前記交感神経刺激、および前記初期化刺激が順に出力される第3の刺激パターン
 を生成し、

10

20

前記第 1 の期間は前記被験者の心拍数に影響を与えない程度の短期間であり、前記第 2 の期間は前記交感神経刺激または前記副交感神経刺激による前記被験者の心拍数応答が飽和する期間よりも長い期間である、

ことを特徴とする心拍数調整装置。

【請求項 2】

予め検出された前記心拍情報から前記交感神経刺激または前記副交感神経刺激による前記被験者の心拍数応答が飽和する期間である飽和時間の長さを計測する学習部をさらに有し、

前記パターン生成部は、前記飽和時間の長さに応じて、前記第 1、第 2 および第 3 の刺激パターンにおける前記交感神経刺激または前記副交感神経刺激に対応する期間の長さを

10

変化させる、請求項 1 に記載の心拍数調整装置。

【請求項 3】

前記学習部は、さらに、前記被験者の基底心拍数、定常心拍数、および運動直後の心拍数のうちの複数を予め計測し、

前記入力部には、前記目標値の情報として、前記学習部が予め計測した複数の心拍数から決まる前記被験者の心拍数の変動範囲内の心拍数に対応する値が入力される、請求項 2 に記載の心拍数調整装置。

【請求項 4】

前記出力部は発光部であり、前記交感神経刺激として赤色光を、前記副交感神経刺激として青色光を、前記初期化刺激として白色光をそれぞれ出射する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の心拍数調整装置。

20

【請求項 5】

前記出力部は、前記被験者の皮膚に取り付けられ、体温よりも高い第 1 の温度から体温よりも低い第 2 の温度の間で温度を制御可能な温冷ユニットであり、前記交感神経刺激として前記第 2 の温度に、前記副交感神経刺激として前記第 1 の温度に、前記初期化刺激として前記体温と同じ温度にそれぞれ変化する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の心拍数調整装置。

【請求項 6】

前記出力部は音響ユニットであり、前記交感神経刺激として前記被験者の定常心拍数よりも速いテンポの音楽を、前記副交感神経刺激として前記定常心拍数よりも遅いテンポの音楽を、前記初期化刺激として前記定常心拍数と同じテンポの音楽をそれぞれ再生する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の心拍数調整装置。

30

【請求項 7】

前記入力部には、前記被験者が主観的に感ずる時間である感覚時間の流れの速さの目標値を示す値が入力され、

前記差分抽出部は、前記心拍情報から算出される前記被験者の心拍数に対応する前記感覚時間の流れの速さの現在値と前記目標値との差分を抽出する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の心拍数調整装置。

【請求項 8】

前記入力部には、前記被験者の消費カロリーの目標値を示す値が入力され、

40

前記差分抽出部は、前記心拍情報から算出される前記被験者の現在の心拍数が一定時間継続したときに消費されるカロリーに相当する現在値と前記目標値との差分を抽出する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の心拍数調整装置。

【請求項 9】

前記検出部は、前記被験者の手に装着される加速度センサであり、前記心拍情報として、心拍に同期した手の周期性の脈動を検出し、

前記入力部には、前記脈動の間隔の目標値を示す値が入力され、

前記差分抽出部は、前記心拍情報から算出される前記脈動の間隔の現在値と前記目標値との差分を抽出する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の心拍数調整装置。

【請求項 10】

50

前記出力部は照準器であり、前記交感神経刺激として赤色に、前記副交感神経刺激として青色に、前記初期化刺激として白色に、それぞれ照準線または前記照準線の周囲の表示色を変化させる、請求項 9 に記載の心拍数調整装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、心拍数調整装置に関する。

【背景技術】

【0002】

使用者の心拍などを検知し、現在の精神状態を推定して、目標の精神状態に近づけるように、視覚や聴覚などの刺激情報を使用者にフィードバックするバイオフィードバック装置や照明装置が提案されている。例えば、特許文献 1 には、使用者の生体反応を検出し、その検出結果に基づいて使用者の精神活動状態を判定し、その判定結果に基づいて使用者の五感に対する刺激を時系列的に与えるバイオフィードバック装置が記載されている。特許文献 2 には、ヒトの生体リズムにおける沈静化期には低色温度光を多く含む照明とし、ヒトの生体リズムにおける活動化期には高色温度光を多く含む照明とするように照明を制御する方法が記載されている。これらの装置や方法は、使用者の五感に対して刺激を与えることで、交感神経を刺激して心拍数が増加する精神的な活動状態に近付けたり、副交感神経を刺激して心拍数が低下する精神的な安静状態に近付けたりする。

【0003】

また、特許文献 3 には、自律神経活動を検知し、交感神経と副交感神経に神経刺激を加えて自律神経平衡を制御する神経刺激システムが記載されている。特許文献 4 には、運動開始時点からウォームアップ時間には、心拍数が増大しない光色にし、ウォームアップ時間の後の主運動時間には、運動効果を高めるべく心拍数を増大させる光色にし、主運動時間の後のクールダウン時間には、再び心拍数を下げる光色にする照明装置が記載されている。特許文献 5 には、リラックス効果のある低色温度と中色温度を交互に発生させ、覚醒効果のある高色温度と中色温度を交互に発生させ、その発生させる時間間隔が人間が色順応を起こすよりも短い時間間隔である色温度制御照明装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2001 - 252265 号公報

特開 2000 - 294387 号公報

特表 2008 - 539961 号公報

特開 2009 - 283317 号公報

特開平 11 - 135273 号公報

【発明の概要】

【0005】

人の心拍数と代謝の間には相関があり、心拍数を上げれば代謝も上がることが知られている。例えば特許文献 1 のバイオフィードバック装置のように、色や音などで交感神経と副交感神経に刺激を与えれば、装置の使用者（被験者）の心拍数は目標値に向けて変化する。しかしながら、ただ刺激を与えるだけでは、交感神経も副交感神経もその刺激に対して時間とともに順応してしまい、被験者の心拍数は限定的に変化するだけで飽和するため、必ずしも心拍数を所望の値に調整することはできない。

【0006】

そこで、本発明は、被験者の心拍数を基底心拍数と運動直後などの活動時心拍数との間の所望の値に調整可能な心拍数調整装置を提供することを目的とする。

【0007】

被験者の心拍情報を検出する検出部と、被験者の心拍数に関する目標値の情報が入力される入力部と、心拍情報から算出される被験者の心拍数に関する現在値と目標値との差分

10

20

30

40

50

を抽出する差分抽出部と、現在値が目標値に近付くように、差分に応じて、交感神経を刺激する交感神経刺激、副交感神経を刺激する副交感神経刺激、および交感神経または副交感神経の刺激飽和を抑制する初期化刺激を組み合わせた刺激パターンを生成するパターン生成部と、刺激パターンに従って、交感神経刺激、副交感神経刺激および初期化刺激を被験者に出力する出力部とを有することを特徴とする心拍数調整装置が提供される。

【0008】

パターン生成部は、刺激パターンとして、交感神経刺激または副交感神経刺激の前後に初期化刺激が出力される第1の刺激パターンを生成することが好ましい。

【0009】

パターン生成部は、刺激パターンとして、さらに、初期化刺激、第1の期間にわたる交感神経刺激、第2の期間にわたる副交感神経刺激、および初期化刺激が順に出力される第2の刺激パターンか、または初期化刺激、第1の期間にわたる副交感神経刺激、第2の期間にわたる交感神経刺激、および初期化刺激が順に出力される第3の刺激パターンを生成し、第1の期間は被験者の心拍数に影響を与えない程度の短期間であり、第2の期間は交感神経刺激または副交感神経刺激による被験者の心拍数応答が飽和する期間よりも長い期間であることが好ましい。

10

【0010】

心拍数調整装置は、予め検出された心拍情報から交感神経刺激または副交感神経刺激による被験者の心拍数応答が飽和する期間である飽和時間の長さを計測する学習部をさらに有し、パターン生成部は、飽和時間の長さに応じて、第1、第2および第3の刺激パターンにおける交感神経刺激または副交感神経刺激に対応する期間の長さを変化させることが好ましい。

20

【0011】

学習部は、さらに、被験者の基底心拍数、定常心拍数、および運動直後の心拍数のうちの複数を予め計測し、入力部には、目標値の情報として、学習部が予め計測した複数の心拍数から決まる被験者の心拍数の変動範囲内の心拍数に対応する値が入力されることが好ましい。

【0012】

出力部は発光部であり、交感神経刺激として赤色光を、副交感神経刺激として青色光を、初期化刺激として白色光をそれぞれ出射することが好ましい。

30

【0013】

出力部は、被験者の皮膚に取り付けられ、体温よりも高い第1の温度から体温よりも低い第2の温度の間で温度を制御可能な温冷ユニットであり、交感神経刺激として第2の温度に、副交感神経刺激として第1の温度に、初期化刺激として体温と同じ温度にそれぞれ変化することが好ましい。

【0014】

出力部は音響ユニットであり、交感神経刺激として被験者の定常心拍数よりも速いテンポの音楽を、副交感神経刺激として定常心拍数よりも遅いテンポの音楽を、初期化刺激として定常心拍数と同じテンポの音楽をそれぞれ再生することが好ましい。

【0015】

入力部には、被験者が主観的に感ずる時間である感覚時間の流れの速さの目標値を示す値が入力され、差分抽出部は、心拍情報から算出される被験者の心拍数に対応する感覚時間の流れの速さの現在値と目標値との差分を抽出することが好ましい。

40

【0016】

入力部には、被験者の消費カロリーの目標値を示す値が入力され、差分抽出部は、心拍情報から算出される被験者の現在の心拍数が一定時間継続したときに消費されるカロリーに相当する現在値と目標値との差分を抽出することが好ましい。

【0017】

検出部は、被験者の手に装着される加速度センサであり、心拍情報として、心拍に同期した手の周期性の脈動を検出し、入力部には、脈動の間隔の目標値を示す値が入力され、

50

差分抽出部は、心拍情報から算出される脈動の間隔の現在値と目標値との差分を抽出することが好ましい。

【0018】

出力部は照準器であり、交感神経刺激として赤色に、副交感神経刺激として青色に、初期化刺激として白色に、それぞれ照準線または照準線の周囲の表示色を変化させることが好ましい。

【0019】

上記の心拍数調整装置によれば、被験者の心拍数を基底心拍数と運動直後などの活動時心拍数との間の所望の値に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】調整装置1の使用状態を説明するための図である。

【図2】調整装置1の概略ブロック図である。

【図3】感覚時間と心拍数の関係を示すグラフである。

【図4】外部刺激による心拍数の時間変化の傾向を説明するためのグラフである。

【図5】(A)～(F)は、調整装置1が使用する刺激パターンの例を説明するためのグラフである。

【図6】心拍数調整の目標値を設定するときの表示画面の例を示す図である。

【図7】調整装置1による心拍数の調整例を示すグラフである。

【図8】調整装置1の動作例を示すフローチャートである。

【図9】温冷ユニット50を説明するための図である。

【図10】(A)および(B)は、別の調整装置2とその検出部10aを示す図である。

【図11】(A)～(D)は、別の検出部10b, 10cを示す図である。

【図12】(A)および(B)は、人が腕を浮かせたときの手首近傍の加速度変化の例を示すグラフである。

【図13】調整装置3の概略構成および使用例を示す図である。

【図14】(A)～(C)は、調整装置4の概略構成および使用例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照しつつ、心拍数調整装置について説明する。ただし、本発明は図面または以下に記載される実施形態には限定されないことを理解されたい。

【0022】

図1は、調整装置1の使用状態を説明するための図である。図2は、調整装置1の概略ブロック図である。調整装置1は、検出部10、入力部20、記憶部25、制御部30および表示部40を有する。調整装置1は、心拍数調整装置の一例であり、検出部10で被験者HKの心拍情報を検出し、被験者HKの心拍数を変化させるための交感神経と副交感神経への刺激として色刺激を表示部40に出力(表示)して、心拍数を目標値に近付けるように調整する。図1では、撮像部(カメラ)を内蔵するスマートフォンまたはタブレット端末で調整装置1を実現する場合を図示しているが、調整装置1はPCまたは専用の処理装置でもよく、携帯端末に限らず据置き端末でもよい。

【0023】

調整装置1は、心拍数の調整により、特に被験者HKの感覚時間を調整する。そこで、まずは心拍数と感覚時間の関係について説明する。人が主観的に感じる時間の長さには個人差があり、同じ長さの時間でも、人によって長く感じたり、短く感じたりすることがある。人が主観的に感じる個人差のある時間の長さのことを「感覚時間」という。

【0024】

図3は、感覚時間と心拍数の関係を示すグラフである。図3では、被験者が時計を見ずに300秒(5分間)経過したと感じたときの実際の時間(物理時間)とそのときの心拍数を計測した結果を示している。横軸は被験者の心拍数HR(bpm: beats per minute)を表し、縦軸は300秒(5分間)経過したと感じたときの実際の時間t(秒)を表す

10

20

30

40

50

。曲線 a ~ c は、それぞれ異なる被験者についての結果である。

【 0 0 2 5 】

符号 8 1 の部分は、起床直後などの基底心拍数に近い状態（低代謝時）に相当し、このときは、被験者にとって、物理時間が約 1 . 5 倍に長く認識される（すなわち、時間を速く感じる）。符号 8 2 の部分は、日中の座位時の心拍数に近い状態（平常時）に相当し、このときは、被験者の感覚時間は物理時間にほぼ等しい。符号 8 3 の部分は、運動直後の心拍数が上がった状態（高代謝時）に相当し、このときは、被験者にとって、物理時間が約 0 . 7 倍に短く認識される（すなわち、時間を遅く感じる）。

【 0 0 2 6 】

このように、感覚時間には、心拍数（代謝）との間に相関がある。例えば、高齢になると心拍が遅くなるため、自分の感覚時間が物理時間よりも遅くなり、物理時間を速く感じることがある。このため、心拍数から現在の感覚時間を推定することができ、心拍数の調整により感覚時間を速めたり遅くしたりすることもできる。特に高齢者の場合には、感覚時間のズレに起因して介護者などとの間でトラブルになることがあるので、携帯端末などを使用して簡易に感覚時間の遅れを改善できることが望ましい。しかしながら、漠然と交感神経と副交感神経に刺激を与えるだけでは、任意の心拍数を目標値として心拍数をその値に調整することは困難である。

10

【 0 0 2 7 】

図 4 は、外部刺激による心拍数の時間変化の傾向を説明するためのグラフである。横軸は時間 t （秒）を表し、縦軸は心拍数 HR （b p m）を表す。図示したグラフは、時刻 0 ~ t_0 の期間 T_0 では被験者に白色照明を当て、時刻 t_0 以降の期間 T_1 では副交感神経を刺激する青色照明を被験者に当てたときの心拍数の時間変化（心拍数応答）を示している。

20

【 0 0 2 8 】

青色照明による刺激を与え続けても、副交感神経が一定時間の経過後に刺激に順応するため、心拍数は初期値の 9 0 b p m からある程度下降した 7 5 b p m 程度（ HR_n ）で飽和してしまい、それよりも低くはならない。心拍数が下がる方向に向かえば精神安定感が得られるので、精神安定感を得る目的であればこれでも十分である。しかしながら、例えば心拍数を基底心拍数の 5 0 b p m（ HR_f ）に調整したい場合には、青色刺激を与え続けるだけでは 2 5 b p m 程度の差分 HR が残ってしまい、目標値の 5 0 b p m に到達することはできない。この傾向は、交感神経を赤色照明で刺激しても同様であり、交感神経も一定時間の経過後に刺激に順応するため、心拍数はある程度上昇するだけで飽和してしまう。

30

【 0 0 2 9 】

調整装置 1 は、被験者（使用者）の感覚時間を調整する目的で、被験者に刺激を与えて心拍数を調整する。そのために、調整装置 1 は、被験者の心拍数を計測し、その計測値（現在値）を目標値と比較して差分を抽出し、心拍数を目標値に近付けるための交感神経および副交感神経の刺激パターンを選択し、選択した刺激パターンに従った刺激を被験者に出力する。特に、調整装置 1 は、刺激への順応による心拍数応答の飽和を避けるために、刺激パターンとして、交感神経と副交感神経に独立に作用して心拍数を変化させる刺激と、その神経の刺激飽和を抑制する初期化刺激とを組み合わせたものを使用する。

40

【 0 0 3 0 】

図 5（A）~図 5（F）は、調整装置 1 が使用する刺激パターンの例を説明するためのグラフである。各グラフの横軸は時間 t （秒）を表し、縦軸は心拍数 HR （b p m）を表す。これらのグラフは、被験者に赤色、青色または白色の照明を当てたときの心拍数応答を示している。符号 R, B, W は、それぞれ、赤色、青色および白色の照明を被験者に当てる期間（赤色期間、青色期間および白色期間）に相当する。赤色照明は、交感神経を刺激する交感神経刺激（活性化させる刺激）に、青色照明は、副交感神経を刺激する副交感神経刺激（安静化させる刺激）に、白色照明は、刺激飽和を抑制し平常状態に近い状態を作り出す初期化刺激（無刺激）に、それぞれ相当する。

50

【 0 0 3 1 】

図 5 (A) ~ 図 5 (C) の曲線 a 1 ~ a 3 は、交感刺激系の刺激パターンの例を示している。図 5 (A) のパターン A 1 では、時刻 0 ~ t 1 に白色の初期化刺激が、時刻 t 1 ~ t 2 に赤色の交感神経刺激が、時刻 t 2 ~ t 3 に白色の初期化刺激が、それぞれ与えられる ($0 < t 1 < t 2 < t 3$)。図 5 (B) のパターン A 2 では、時刻 0 ~ t 1 に白色の初期化刺激が、時刻 t 1 ~ t 4 に赤色の交感神経刺激が、時刻 t 4 ~ t 3 に白色の初期化刺激が、それぞれ与えられる ($0 < t 1 < t 4 < t 3$)。図 5 (C) のパターン A 3 では、時刻 0 ~ t 1 に白色の初期化刺激が、時刻 t 1 ~ t 5 に青色の副交感神経刺激が、時刻 t 5 ~ t 6 に赤色の交感神経刺激が、時刻 t 6 ~ t 3 に白色の初期化刺激が、それぞれ与えられる ($0 < t 1 < t 5 < t 6 < t 3$)。

10

【 0 0 3 2 】

パターン A 1 , A 3 における赤色期間の長さは、その刺激による被験者の心拍数応答が飽和する期間である飽和時間以上であり、パターン A 2 における赤色期間の長さは飽和時間未満である。パターン A 3 における青色期間の長さは、心拍数に影響を与えない 1 ~ 2 秒程度の短期間であり、パターン A 2 における赤色期間よりも短い。パターン A 1 ~ A 3 により心拍数が増加する方向への変化が起こり、その変化量は、パターン A 2 , A 1 , A 3 の順に大きくなる。

【 0 0 3 3 】

図 5 (D) ~ 図 5 (F) の曲線 b 1 ~ b 3 は、副交感刺激系の刺激パターンの例を示している。図 5 (D) のパターン B 1 では、時刻 0 ~ t 1 に白色の初期化刺激が、時刻 t 1 ~ t 2 に青色の副交感神経刺激が、時刻 t 2 ~ t 3 に白色の初期化刺激が、それぞれ与えられる。図 5 (E) のパターン B 2 では、時刻 0 ~ t 1 に白色の初期化刺激が、時刻 t 1 ~ t 4 に青色の副交感神経刺激が、時刻 t 4 ~ t 3 に白色の初期化刺激が、それぞれ与えられる。図 5 (F) のパターン B 3 では、時刻 0 ~ t 1 に白色の初期化刺激が、時刻 t 1 ~ t 5 に赤色の交感神経刺激が、時刻 t 5 ~ t 6 に青色の副交感神経刺激が、時刻 t 6 ~ t 3 に白色の初期化刺激が、それぞれ与えられる。

20

【 0 0 3 4 】

パターン B 1 , B 3 における青色期間の長さは飽和時間以上であり、パターン B 2 における青色期間の長さは飽和時間未満である。パターン B 3 における赤色期間の長さは、心拍数に影響を与えない 1 ~ 2 秒程度の短期間であり、パターン B 2 における青色期間よりも短い。パターン B 1 ~ B 3 により心拍数が減少する方向への変化が起こり、その変化量は、パターン B 2 , B 1 , B 3 の順に大きくなる。

30

【 0 0 3 5 】

パターン A 1 , A 2 , B 1 , B 2 は、第 1 の刺激パターンの一例である。これらの刺激パターンでは、交感神経刺激 (R) または副交感神経刺激 (B) の前後に初期化刺激 (W) が出力される。初期化刺激 (無刺激) により刺激の飽和感覚が初期化されるので、初期化刺激を間に挟めば、交感神経刺激または副交感神経刺激を繰り返し与えても心拍数応答が飽和せず、心拍数を変化させ続けることが可能になる。

【 0 0 3 6 】

パターン A 3 , B 3 は、第 3 および第 2 の刺激パターンの一例である。パターン A 1 とパターン A 3 では、赤色期間が同じ長さでも、パターン A 3 の方が、心拍数の変化量が大きい。パターン B 1 とパターン B 3 では、青色期間が同じ長さでも、パターン B 3 の方が、心拍数の変化量が大きい。これは、変化させたい方向 (正方向) とは逆方向の刺激 (パターン A 3 では副交感神経刺激) を一瞬だけ与えてから、飽和時間以上にわたって正方向の刺激 (パターン A 3 では交感神経刺激) を与えれば、逆方向の刺激がない場合と比べてより大きな刺激として感知されるためである。この原理は、冷たいものを触ってから熱いものを触ったときにより熱く感じるのと同じである。

40

【 0 0 3 7 】

調整装置 1 は、パターン A 1 ~ B 3 のうちで必要なものをパルス状に順次組み合わせた刺激パターンを生成し、それに従って各刺激を出力する。例えば、最初にパターン A 1 ,

50

A 3 , B 1 , B 3 のいずれかを使用して心拍数の現在値を目標値に概ね合わせ、その後で、パターン A 2 , B 2 による刺激をパルス幅変調 (P W M) の方式で繰り返し出力することにより、心拍数 (感覚時間) を目標値に精度よく調整することが可能である。

【 0 0 3 8 】

以下では、図 2 に示した調整装置 1 の構成要素について説明する。

【 0 0 3 9 】

検出部 1 0 は、調整装置 1 に付随する撮像部であり、例えば C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型または C C D (Charge Coupled Device) 型のイメージセンサで構成される。検出部 1 0 は、図 1 に示すように、被験者 H K の皮膚の露出部分 (例えば、顔の額または頬などの部位) における測定枠 S a の画像 G r を、被験者 H K の操作によらずに連続して複数枚、自動撮影する。測定枠 S a における被験者 H K の皮膚の内部には毛細動脈が集中しているので、画像 G r には被験者 H K の血流に同期した輝度変化成分が含まれる。したがって、検出部 1 0 は、皮膚の画像 G r を連続的に撮影することで、被験者 H K の心拍情報を検出する。特に高齢者の中には、測定に対する恐怖感を抱く人や、測定時のセンサ装着などの測定行為そのものに抵抗を感じる人もいるため、被験者に対して非接触で心拍情報を検出することにより、被験者の負担を軽減することができる。

10

【 0 0 4 0 】

入力部 2 0 には、被験者の心拍数に関する目標値の情報が入力される。入力部 2 0 は、調整装置 1 では表示部 4 0 と一体化したタッチパネルであるが、表示部 4 0 とは別個の操作ボタンなどでもよい。目標値の情報は、心拍数そのものの値でもよいし、例えば、感覚時間の流れを現在の 0 . 7 倍に遅くしたり (図 3 における低代謝時から定常時の感覚時間に変化させる) 、 1 . 5 倍に速くしたり (図 3 における高代謝時から定常時の感覚時間に変化させる) するなどの、感覚時間の流れの速さを示す値でもよい。あるいは、目標値の情報は、心拍数または感覚時間を、被験者本人または平均的な人の定常状態に比べて何 % 変化させるかを示す値でもよい。入力部 2 0 に入力可能な目標値は、被験者の心拍数の変動範囲内 (基底心拍数から運動直後などの活動時心拍数までの間) の心拍数に相当する値である。

20

【 0 0 4 1 】

図 6 は、心拍数調整の目標値を設定するときの表示画面の例を示す図である。図示した例では、表示部 4 0 の画面上側の表示窓 4 1 に被験者の現在の心拍数 (8 0 b p m) が表示され、その下に調整バー 4 2 と、さらにその下に U P (増加) ボタン 4 3 および D N (減少) ボタン 4 4 が表示されている。例えば、被験者 (使用者) が U P ボタン 4 3 または D N ボタン 4 4 を押下することで、調整バー 4 2 の黒色部分が伸縮して、被験者の定常心拍数などの基準点 (± 0) に対して $\pm 2 0$ % などの一定範囲内で、心拍数の目標値を設定できるようにしてもよい。あるいは、調整バー 4 2 の基準点 (± 0) を被験者の年齢に応じた定常心拍数の標準値とし、それを中心とする一定範囲内で目標値を設定できるようにしてもよい。また、調整バー 4 2 の黒色部分の長さで感覚時間の流れの速さを表し、感覚時間についての目標値を同様に設定できるようにしてもよい。

30

【 0 0 4 2 】

記憶部 2 5 は、例えば半導体メモリであり、調整装置 1 の動作に必要な情報を記憶する。

40

【 0 0 4 3 】

制御部 3 0 は、例えば C P U (Central Processing Unit) であり、調整装置 1 の動作を制御する。制御部 3 0 は、C P U の動作により実現される機能ブロックとして、目標値設定部 3 1、現在値算出部 3 2、差分抽出部 3 3、学習部 3 4 およびパターン生成部 3 5 を有する。

【 0 0 4 4 】

目標値設定部 3 1 は、入力部 2 0 を介して入力された心拍数 (または感覚時間) の目標値 H R _f を差分抽出部 3 3 に出力する。あるいは、目標値設定部 3 1 は、入力された心拍数の目標値から、図 3 に示した感覚時間と心拍数の関係を参照して、感覚時間の目標値を

50

特定し、それを差分抽出部 3 3 に出力してもよい。あるいは、目標値設定部 3 1 は、入力部 2 0 への入力の有無にかかわらず、心拍数または感覚時間の目標値を自動で設定してもよい。例えば、目標値設定部 3 1 は、感覚時間の目標値を物理時間と同じに設定してもよい。また、心拍数は日中の時間帯によっても変化するので、例えば、朝の時間帯には心拍数を上げ（感覚時間を遅らせ）、昼間の時間帯には心拍数を下げる（感覚時間を速める）ように、目標値設定部 3 1 は、時間帯に応じて目標値を自動で設定してもよい。

【 0 0 4 5 】

現在値算出部 3 2 は、検出部 1 0 から得られる心拍情報（被験者 H K の皮膚色を示す時系列信号）を基に、被験者の心拍数を算出（計測）する。特に、画像 G r の緑色光の輝度変化成分に脈波（血流変化）が最も反映されているので、現在値算出部 3 2 は、人の脈波が有する 0 . 5 ~ 3 H z の周波数を通過させるバンドパスフィルタを用いて、時系列信号の緑色光の輝度変化成分から脈波信号を抽出する。そして、現在値算出部 3 2 は、得られた脈波信号の脈波間隔をカウントすることで、被験者 H K の心拍数を算出し、その値を現在値（実測心拍数データ） HR_n として差分抽出部 3 3 に出力する。あるいは、現在値算出部 3 2 は、さらに、算出した心拍数の現在値から、図 3 に示した感覚時間と心拍数の関係を参照して、その心拍数に対応する感覚時間を推定し、その値を実測心拍数データとして差分抽出部 3 3 に出力してもよい。

10

【 0 0 4 6 】

差分抽出部 3 3 は、現在値算出部 3 2 から取得した被験者の心拍数の現在値と、目標値設定部 3 1 から取得した心拍数の目標値との差分 HR を抽出し、その差分をパターン生成部 3 5 に出力する。あるいは、差分抽出部 3 3 は、現在値算出部 3 2 および目標値設定部 3 1 から感覚時間についての現在値と目標値を取得する場合には、感覚時間の流れの速さについて、現在値と目標値との差分を抽出してもよい。

20

【 0 0 4 7 】

学習部 3 4 は、被験者に対して実際に心拍数の調整が行われる前に、現在値算出部 3 2 と同様に、検出部 1 0 から得られる心拍情報を基に被験者の心拍数を算出して、刺激に対するその被験者の心拍数応答を学習する。例えば、刺激に対する心拍数応答のグラフ（図 5 (A) ~ 図 5 (F) の曲線 a 1 ~ b 3 ）の形状や、飽和時間、飽和時心拍数は人により異なるため、学習部 3 4 は、被験者ごとに、心拍数応答の曲線 a 1 ~ b 3 や飽和時間、飽和時心拍数を求める。学習部 3 4 は、学習により得られた被験者個人の心拍数応答の情報を、その被験者に対応付けて記憶部 2 5 に記憶させる。

30

【 0 0 4 8 】

学習部 3 4 は、さらに、被験者に対して実際に心拍数の調整が行われる前に、被験者の基底心拍数（起床直後の心拍数）、定常心拍数および運動直後などの活動時心拍数を算出し、これにより、目標値として入力可能な心拍数の変動範囲を決定する。すなわち、心拍数の目標値は、学習部 3 4 が予め計測した複数の心拍数から決まる被験者の心拍数の変動範囲内の値である。学習する心拍数としては、上記した 3 つのうちの 1 つまたは 2 つでもよいが、3 つとも求めておけば、被験者の心拍数の変動幅をより正確に把握することができる。あるいは、例えば、別途、定常心拍数を定期的に測定している場合には、学習部 3 4 による基底心拍数、定常心拍数および活動時心拍数の学習に代えて、その定常心拍数を中心とする一定範囲を被験者の心拍数の変動範囲としてもよい。

40

【 0 0 4 9 】

パターン生成部 3 5 は、差分抽出部 3 3 が抽出した差分に応じて、心拍数の現在値が目標値に近づくように、交感神経刺激、副交感神経刺激および初期化刺激を組み合わせた刺激パターンを生成し、その刺激パターンを表示部 4 0 に出力する。この刺激パターンは、学習部 3 4 が予め学習した心拍数応答から決まる図 5 (A) ~ 図 5 (F) のパターン A 1 ~ B 3 を組み合わせたものである。パターン A 1 ~ B 3 における赤色期間と青色期間の長さは、学習部 3 4 が学習した飽和時間の長さや飽和時心拍数の大きさに応じて調整される。パターン生成部 3 5 は、心拍数（感覚時間）の差分に応じて、パターン A 1 ~ B 3 の組合せおよび全体の刺激パターンの長さを決定し、現在の感覚時間が目標の感覚時間と一致

50

するように制御する。

【0050】

表示部40は、例えば液晶ディスプレイで構成される。表示部40は、出力部（発光部）の一例であり、パターン生成部35が生成した刺激パターンに従って、交感神経刺激として赤色光を、副交感神経刺激として青色光を、初期化刺激として白色光をそれぞれ出射する。例えば、表示部40は、表示画面内の背景の色を赤色、青色または白色に変化させることで、各刺激を被験者に出力する。

【0051】

あるいは、出力部として、表示部40とは別に、LED（発光ダイオード）照明を使用してもよい。この場合、例えば、ピーク波長が630nm付近の赤色LED、530nm付近の緑色LED、および460nm付近の青色LEDを使用し、赤色LED、青色LEDおよび3つのLEDの混色により、赤色光、青色光および白色光を出射してもよい。また、この場合のLED照明は、調整装置1に設置されるものに限らず、例えば室内のLED照明装置でもよい。

10

【0052】

図7は、調整装置1による心拍数の調整例を示すグラフである。横軸は時間 t （秒）を表し、縦軸は心拍数 HR （bpm）を表す。図7では、心拍数の目標値を約50bpmとして、時刻0のとき約84bpmであった心拍数を約50bpmに調整した例を示している。この例では、時刻0～ t_a の期間 T_b3 ではパターンB3の副交感刺激により心拍数が大きく減少し、時刻 t_a ～ t_b の期間 T_b2 ではパターンB2の副交感刺激により心拍数が小幅にさらに減少している（ $0 < t_a < t_b$ ）。これにより、感覚時間の流れの速さは、時刻0のときに物理時間に対して0.7倍程度であったが、調整後には物理時間に対して1.5倍程度に変化する。このように、パターンA1～B3を適宜組み合わせた色刺激により、感覚時間（心拍数）を任意に調整することが可能である。

20

【0053】

図8は、調整装置1の動作例を示すフローチャートである。図示したフローは、制御部30内のCPUにより実行される。

【0054】

まず、現在値算出部32は、検出部10から得られる心拍情報を基に、被験者の現在の心拍数を計測する（S1）。調整装置1には、事前に目標の心拍数が入力され、目標値設定部31によりその目標値が設定されており、差分抽出部33は、S1で得られた現在の心拍数と目標値との差分 HR （=現在値-目標値）を算出する（S2）。

30

【0055】

差分 HR が正（S3でYes）の場合には、副交感刺激系が選択され、S4に進む。差分 HR が20bpmよりも大きい（S4でYes）場合には、パターン生成部35はパターンB3を選択する（S5）。差分 HR が10bpm以上かつ20bpm以下（S4でNoかつS6でYes）の場合には、パターン生成部35はパターンB1を選択する（S7）。差分 HR が10bpm未満（S6でNo）の場合には、パターン生成部35はパターンB2を選択する（S8）。

【0056】

差分が負（S3でNoかつS9でYes）の場合には、交感刺激系が選択され、S10に進む。差分 HR の絶対値が20bpmよりも大きい（S10でYes）場合には、パターン生成部35はパターンA3を選択する（S11）。差分 HR の絶対値が10bpm以上かつ20bpm以下（S10でNoかつS12でYes）の場合には、パターン生成部35はパターンA1を選択する（S13）。差分 HR の絶対値が10bpm未満（S12でNo）の場合には、パターン生成部35はパターンA2を選択する（S14）。

40

【0057】

S14、S8でパターンA2、B2が選択される場合には、パターン生成部35は同じパターンをパルス幅変調（PWM）の方式で繰り返してもよい。S5、S7、S8、S11、S13、S14の後、パターン生成部35は選択した刺激パターンを表示部40に出

50

力し、表示部 40 は、その刺激パターンに従って色刺激を発生させる (S15)。その後、処理は S1 に戻り、以上の処理が繰り返される。そして、差分 HR が 0 (S9 で No) になると、調整装置 1 は動作を終了する。

【0058】

パターン生成部 35 がパターン A1 ~ B3 を選択するときの差分 HR のしきい値は、上記の 10 bpm と 20 bpm に限らず、適宜設定可能である。また、差分 HR が正確に 0 にならなくても、例えば数 bpm などほぼ 0 とみなせる値になったときに動作を終了してもよい。

【0059】

上記の通り、人の心拍数と代謝の間には相関があるので、調整装置 1 を用いて心拍数を調整することにより、安静時の代謝も上がる。すなわち、心拍数を上げることで、運動せずに代謝を上げて、消費カロリーを上げることができる。このため、調整装置 1 は、高齢者などの感覚時間の調整に限らず、ダイエットや更年期障害の補助などの場面でも、代謝の正常化や向上のために使用可能である。そこで、以下では、心拍数と消費カロリーの関係について説明する。

10

【0060】

消費カロリーは、心拍数から、運動強度 (%HR) および METs (METabolic equivalents) を介して次のように求められる。

(1) 運動強度は、運動時心拍数 HR_x 、安静時心拍数 HR_0 および最大心拍数 HR_{max} (bpm) から次式のように求められる (カルボネン法)。

20

$$\text{運動強度 (\%HR)} = \left(\frac{HR_x - HR_0}{HR_{max} - HR_0} \right) \times 100$$

$$HR_{max} = 220 - \text{年齢}$$

(2) METs は運動の強さを表す値であり、運動強度から次式のように求められる。

$$\text{METs} = \left(\frac{\%HR}{10} \right) \times \text{係数}$$

係数は、20 ~ 39 歳の場合は 1.2 であり、40 ~ 64 歳の場合は 1.0 であり、65 ~ 79 歳の場合は 0.8 であり、80 歳以上の場合は 0.5 である。係数は、男性の場合は 0 であり、女性の場合は 1 である。

(3) 消費カロリーは、METs、運動時間 (h) および体重 (kg) から次式のように求められる。

$$\text{消費カロリー (kcal)} = 1.05 \times \text{METs} \times \text{運動時間} \times \text{体重}$$

30

【0061】

例えば、安静時心拍数 65 bpm、年齢 54 歳、体重 62 kg の男性が 1 時間運動して運動時心拍数 80 bpm を維持した場合の消費カロリーは、次式のように求められる。

$$(1) \text{運動強度 (\%HR)} = \left(\frac{80 - 65}{(220 - 54) - 65} \right) \times 100 = 14.85$$

$$(2) \text{METs} = \left(\frac{14.85}{10} \right) \times 1.0 - 0 = 1.485$$

$$(3) \text{消費カロリー (kcal)} = 1.05 \times 1.485 \times 1 \times 62 = 96.7$$

例えば、市販されているおにぎり 1 個は概ね 150 kcal 程度なので、80 bpm の心拍数を 2 時間維持できれば、おにぎり 1 個分強のカロリーを消費できる計算になる。

【0062】

40

以上のことから、入力部 20 には、心拍数または感覚時間の目標値に限らず、心拍数の調整 (増加) で疑似的な運動状態が実現されることによる運動強度、METs または消費カロリーの目標値を入力してもよい。この場合、現在値算出部 32 または差分抽出部 33 は、心拍数から運動強度、METs または消費カロリーを算出し、差分抽出部 33 は、運動強度、METs または消費カロリーについて、現在値と目標値との差分を抽出してもよい。この場合の消費カロリーは、心拍情報から算出される現在の心拍数が一定時間継続したときに消費されるカロリーに相当する。

【0063】

交感神経刺激および副交感神経刺激としては、色刺激に限らず、温冷刺激や音刺激も可能である。そこで、以下では、温冷刺激と音刺激を出力する出力部の例を説明する。

50

【 0 0 6 4 】

図 9 は、温冷ユニット 5 0 を説明するための図である。図示した例では、温冷ユニット 5 0 は、首ひも 5 1 に取り付けられており、温感細胞が密集している後頭部首筋の皮膚に貼り付けられる。温冷ユニット 5 0 は、ペルチエ素子およびヒータを内蔵し、例えば、体温 (3 6) よりも高い 4 0 (第 1 の温度) から体温よりも低い 2 0 (第 2 の温度) の間で温度を制御可能である。温冷ユニット 5 0 は、出力部の一例であり、温冷ユニット 5 0 自体の温度を変化させることで、被験者の温感細胞に温冷刺激を与える。

【 0 0 6 5 】

温冷ユニット 5 0 の場合、例えば、交感神経刺激は 2 0 の刺激 (冷) であり、副交感神経刺激は 4 0 の刺激 (温) であり、初期化刺激は 3 6 の刺激 (無刺激) である。したがって、温冷ユニット 5 0 は、図 5 (A) ~ 図 5 (F) に示したパターン A 1 ~ B 3 における赤色期間、青色期間および白色期間に、それぞれ、2 0 、 4 0 および 3 6 に変化する。室温そのものを制御するのではなく、被験者の皮膚のごく限られた範囲だけに温冷ユニット 5 0 を当てることによって、被験者を不快にさせずに温冷刺激を与えることができる。

10

【 0 0 6 6 】

図 1 0 (A) および図 1 0 (B) は、別の調整装置 2 とその検出部 1 0 a を示す図である。図 1 0 (A) に示すように、調整装置 2 は、小円盤型の本体 2 a と、その側面から円弧状に伸びる耳掛け部 2 b を有する。本体 2 a は小型のスピーカ 6 0 を有し、耳掛け部 2 b は検出部 1 0 a を有する。調整装置 2 は、心拍数調整装置の一例であり、イヤホンのように被験者の耳に装着され、音刺激を与えることで被験者の心拍数を調整する。外観形状と、検出部 1 0 が検出部 1 0 a に、入力部 2 0 が図示しない操作ボタンなどに、表示部 4 0 がスピーカ 6 0 にそれぞれ置き換えられている点を除いて、調整装置 2 は、上記の調整装置 1 と同様の構成および機能を有する。

20

【 0 0 6 7 】

検出部 1 0 a は一対のセンサ片 1 1 , 1 2 を有し、調整装置 2 はセンサ片 1 1 , 1 2 で被験者の耳たぶを挟むように被験者の耳に装着される。検出部 1 0 a は、センサ片 1 1 , 1 2 内に、図 1 0 (B) に示す発光部 1 7 、受光部 1 8 および遮光板 1 9 で構成される光学式の脈波センサを有する。例えば、発光部 1 7 は赤外線 LED であり、耳たぶ 9 1 に向けて赤外光を照射する。受光部 1 8 はフォトダイオードであり、耳たぶ 9 1 での反射光を受光して、耳たぶ 9 1 内の毛細血管 9 2 を流れる血流の脈動による反射光量の変化を電気信号に変換する。遮光板 1 9 は、発光部 1 7 と受光部 1 8 の間に配置され、発光部 1 7 からの光が受光部 1 8 に直接に入射しないように遮光する。検出部 1 0 a は、受光された光の強度の変動に基づいて、被測定者の脈波を検出する。脈波は心電波に同期して血流が起こって生じるため、脈波を検出することで心拍数の計測が可能である。

30

【 0 0 6 8 】

スピーカ 6 0 は、出力部および音響ユニットの一例であり、図示しない音声合成回路を含み、被験者に音刺激を与える。調整装置 2 の場合、例えば、交感神経刺激は被験者の定常心拍数よりも速いテンポの音楽であり、副交感神経刺激は定常心拍数よりも遅いテンポの音楽であり、初期化刺激は定常心拍数と同等のテンポの音楽である。したがって、スピーカ 6 0 は、図 5 (A) ~ 図 5 (F) に示したパターン A 1 ~ B 3 における赤色期間、青色期間および白色期間に、それぞれ、活動時心拍数と同等のテンポの音楽、基底心拍数と同等のテンポの音楽、および定常心拍数と同等のテンポの音楽を再生する。

40

【 0 0 6 9 】

調整装置 1 の検出部も、図 1 0 (B) に示したような光学式の脈波センサでもよく、逆に、調整装置 2 の検出部 1 0 も、画像撮影により心拍情報を検出するものでもよい。あるいは、調整装置 1 , 2 の検出部は、例えば、非接触での心拍検知が可能なマイクロ波ドップラー方式のものか、または常時装着の電極方式のものでもよい。また、検出部は、調整装置とは別体のものでもよい。例えば、検出部は、光学式の脈波センサの場合には、手首や指先の脈波を検出するマウス型または腕時計型のものでもよく、画像撮影により心拍情

50

報を検出する方式の場合には、デジタルカメラでもよい。例えば、検出部をマウス型の脈波センサとし、調整装置をPCとすれば、PCの使用中の被験者に色刺激（表示画面の背景の色を変化させる）、温冷刺激または音刺激を与えて心拍数を調整することができる。

【0070】

図11(A)～図11(D)は、別の検出部10b, 10cを示す図である。図11(A)～図11(C)に示す検出部10bは、心電波を検知するための1組の電極14L, 14Rを有する。図11(A)および図11(B)に示すように、電極14L, 14Rは、検出部10bの本体ケースの左側側面と右側側面に設けられている。図11(C)に示すように、被験者が両手で検出部10bの本体ケースをつかみ、左手70Lと右手70Rが電極14L, 14Rにそれぞれ触れている間に、検出部10bは、被験者の心電波を連続して検知する。このように、心拍情報を検出する検出部は、画像撮影により脈波を検出するものに限らず、電極を有するセンサでもよい。さらに、検出部10bなどの電極型のセンサでは、被験者が長時間把持し易いように、例えば電極の上面にバンドを設けてもよい。

10

【0071】

図11(D)に示す検出部10cは、腕時計型の脈波センサである。検出部10cは、時計の裏面に脈波センサ14を有し、時計のバンド16を手70に着けることで脈波を検知し、測定値を時計の時刻表示部15に表示する。検出部10cのように腕時計型の形態であれば、被験者が違和感なくセンサを身に着けて、心拍情報を検出することができる。

【0072】

腕を浮かせた状態で静止させると、心拍に同期した微体動（脈動）が発生する。微体動の間隔は、心拍数が60bpmだと1秒程度だが、心拍数がそれよりも速くなると数百ミリ秒になる。例えば精密半田付けやピンセット作業、射撃、アーチェリーなどではミリ単位の精密な動作が求められるが、こうした細かい動作は数百ミリ秒程度の時間で行われるため、心拍数が60bpmよりも高くなると、微体動により腕が動いて動作に誤差が生じ易くなる。

20

【0073】

図12(A)および図12(B)は、人が腕を浮かせたときの手首近傍の加速度変化の例を示すグラフである。これらのグラフでは、被験者が手首に加速度センサを装着し、腕を浮かせた状態を保ったときの加速度センサの出力信号の時間変化を示している。横軸tは時間（秒）、縦軸Aは加速度センサの出力（mV）であり、曲線zは鉛直方向（z方向）の成分に、曲線x, yは水平面内で互いに直交する2方向（x, y方向）の成分にそれぞれ相当する。図12(A)および図12(B)は、それぞれ、被験者の心拍数が150bpmおよび53bpmのときの測定結果である。

30

【0074】

グラフ中の矢印で示した振幅の変動が微体動に対応しており、これらの結果から、加速度センサで微体動を検出できることが分かる。振幅の変動はx, y方向よりもz方向の方が大きいので、腕を上げたままの状態を保つと、微体動は主に鉛直方向に起こることが分かる。図12(A)よりも図12(B)の方が矢印同士の間隔が広く、微体動の間隔は、心拍数が150bpmである図12(A)では数百ミリ秒程度であるが、心拍数が53bpmである図12(B)では1秒程度である。したがって、心拍数が低いほど微体動の間隔が広がることが分かる。

40

【0075】

手を使う精密な動作の精度を上げるためには、心拍数を下げることで微体動の間隔を広げて、微体動が発生しない間に動作を行う必要がある。例えば射撃の選手は、微体動を抑えるために高地でトレーニングをしたり薬を服用したりして心拍数を下げることがあるが、精密作業を行う人にとっては、より簡易な手段で心拍起因の微体動を低減できることが望ましい。そこで、以下では、上記の心拍数調整装置を精密作業時の心拍起因の微体動を低減させる用途に応用した例を説明する。

【0076】

50

図 1 3 は、調整装置 3 の概略構成および使用例を示す図である。調整装置 3 は、検出部 1 1 0、発光部 1 2 0 および制御端末 1 3 0 で構成される。調整装置 3 は、心拍数調整装置の一例であり、例えば半田ごて 1 0 1 またはピンセット 1 0 2 を使用する作業員（被験者）の手の脈動を検出し、作業員に色刺激を出力して心拍数を目標値に調整し（低下させ）、それにより作業員の微体動を低減させる。

【 0 0 7 7 】

検出部 1 1 0 は、例えばリストバンド型の加速度センサであり、半田ごて 1 0 1 またはピンセット 1 0 2 を持つ作業員の手 7 0（手首）に装着される。検出部 1 1 0 は、心拍情報として、心拍に同期した手 7 0 の周期性の脈動を検出し、その検出信号を制御端末 1 3 0 に出力する。このように、検出部が検出する心拍情報は、心拍数や脈拍数（心電波や脈波）そのものに限らず、被験者の微体動でもよい。また、検出部の装着部位は手首に限らず、手の甲、手の指または腕などでもよい。

10

【 0 0 7 8 】

発光部 1 2 0 は、赤色、青色および白色に発光可能な LED などの照明装置であり、図示した例では、作業員が作業のために使用する机上の電気スタンドである。発光部 1 2 0 は、出力部の一例であり、制御端末 1 3 0 が生成した刺激パターンに従って、交感神経刺激として赤色光を、副交感神経刺激として青色光を、初期化刺激として白色光をそれぞれ出射する。発光部 1 2 0 は調整装置 3 専用のものでよいし、もともと室内にある電気スタンドや天井などに設置された電灯などを発光部 1 2 0 として併用してもよい。あるいは、作業員への刺激は、発光部 1 2 0 による色刺激に限らず、図 9 の温冷ユニット 5 0 による温冷刺激や、図 1 0（A）のスピーカ 6 0 による音刺激でもよい。

20

【 0 0 7 9 】

制御端末 1 3 0 は、図 2 に示した調整装置 1 の制御部 3 0 と同じ機能ブロックを有し、無線または有線で検出部 1 1 0 および発光部 1 2 0 と通信して、調整装置 3 の動作を制御する。制御端末 1 3 0 は、例えば作業員が身に着ける携帯端末でもよいし、作業空間内に設置される据置き端末でもよい。図示した例とは異なり、制御端末 1 3 0 は、検出部 1 1 0 または発光部 1 2 0 と一体化されていてもよい。

【 0 0 8 0 】

制御端末 1 3 0 は、調整装置 3 の入力部も兼ねており、作業員が心拍数に関する目標値の情報を入力するための操作ボタンなどを有する。調整装置 3 では、例えば、微体動（脈動）の間隔の目標値が作業員（被験者）により制御端末 1 3 0 に入力される。あるいは、入力部への入力の有無にかかわらず、この目標値は、作業員の基底心拍数に対応する長さの値に予め設定されていてもよい。また、目標値に代えて、作業員の年齢などを制御端末 1 3 0 に入力できるようにしておき、制御端末 1 3 0 は、目標値を、入力された年齢に応じた心拍数に対応する長さの値に設定してもよい。調整装置 3 での目標値は、微体動の間隔が 1 秒以上になるように、6 0 b p m 程度であることが好ましい。

30

【 0 0 8 1 】

調整装置 3 の目標値設定部 3 1 は、脈動の間隔の目標値を差分抽出部 3 3 に出力する。現在値算出部 3 2 は、検出部 1 1 0 の検出信号を取得し、z 方向の検出波形におけるピーク点（図 1 2（A）および図 1 2（B）における矢印が指す点）を検出し、それらのピーク点同士の間隔を計測する。現在値算出部 3 2 は、このように脈動の間隔を複数回計測し、得られた値の平均値を脈動の間隔の現在値として差分抽出部 3 3 に出力する。差分抽出部 3 3 は、脈動の間隔について、現在値算出部 3 2 から取得した現在値と、目標値設定部 3 1 から取得した目標値との差分を抽出し、その差分をパターン生成部 3 5 に出力する。パターン生成部 3 5 は、差分抽出部 3 3 が抽出した差分に応じて、脈動の間隔の現在値が目標値に近づくように、交感神経刺激、副交感神経刺激および初期化刺激を組み合わせた刺激パターンを生成し、その刺激パターンを発光部 1 2 0 に出力する。

40

【 0 0 8 2 】

調整装置 3 の動作フローは、図 8 のフローにおける S 1 が「現在の手首の脈動の間隔を計測」に替わることを除いて、調整装置 1 の動作フローと同じである。人間が細かい動作

50

に要する時間は通常、数百ミリ秒のオーダーなので、調整装置 3 により心拍数を抑えて微体動の間隔を 1 秒 (60 bpm) 程度かそれよりも長くすれば、作業者はその間に、微体動の影響を受けずに必要な動作を行うことができる。

【0083】

図 14 (A) ~ 図 14 (C) は、調整装置 4 の概略構成および使用例を示す図である。調整装置 4 は、検出部 110、制御端末 130 および照準器 140 で構成される。調整装置 4 は、心拍数調整装置の一例であり、例えば射撃 (図 14 (A)) またはアーチェリー (図 14 (B)) の射手 105 (被験者) の手の脈動を検出し、射手 105 に色刺激を出力して心拍数を目標値に調整し (低下させ)、それにより射手 105 の微体動を低減させる。

10

【0084】

検出部 110 は、調整装置 3 のものと同様の加速度センサであり、射手 105 の手 (手首など) に装着され、手の周期性の脈動を検出して、その検出信号を制御端末 130 に出力する。

【0085】

照準器 140 は、射手 105 が照準を定めるための装置であり、射手 105 が使用する銃 103 または弓 104 に取り付けられている。照準器 140 は、例えば、赤色、青色および緑色の LED を内蔵するなどして、赤色、青色および白色の 3 色表示が可能であれば、どのようなものでもよい。図 14 (C) は、照準器 140 に表示される照準線の例を示す。照準器 140 は、出力部の一例であり、制御端末 130 が生成した刺激パターンに従って、交感神経刺激として赤色で、副交感神経刺激として青色で、初期化刺激として白色で、それぞれ照準線 141 (十字線および円形の線) を表示する。あるいは、照準器 140 は、照準線 141 の周囲 (例えば、十字線と円形の線で囲まれる領域または円形の線よりも外周側の領域) の表示色を、赤色、青色および白色に変化させてもよい。

20

【0086】

制御端末 130 は、例えば、調整装置 3 のものと同様に射手 105 が身に着ける携帯端末であるが、図示した例とは異なり、照準器 140 などに内蔵されていてもよい。制御端末 130 の機能は調整装置 3 のものと同様である。射撃やアーチェリーでは射手は必ず照準器を見るため、射手 (被験者) への刺激は照準器を介した色刺激が適しているが、調整装置 4 でも、色刺激に限らず上記の温冷刺激または音刺激を用いてもよい。調整装置 4 により心拍数を抑えて微体動の間隔を 1 秒 (60 bpm) 程度かそれよりも長くすれば、射手は微体動の影響を受けずに射撃を行えるため、照準の精度を向上させることができる。

30

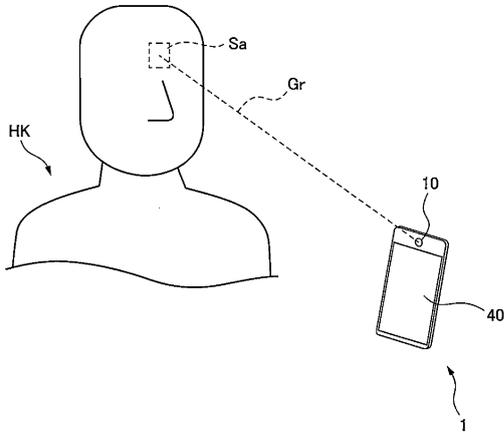
40

50

【図面】

【図 1】

図1



【図 2】

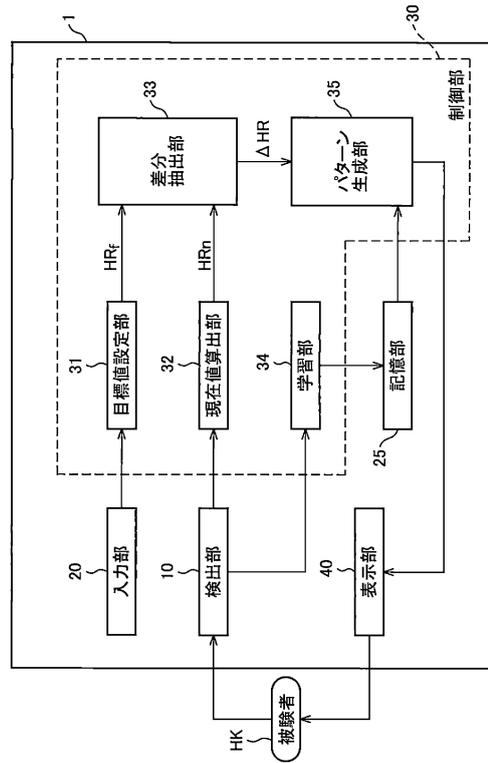
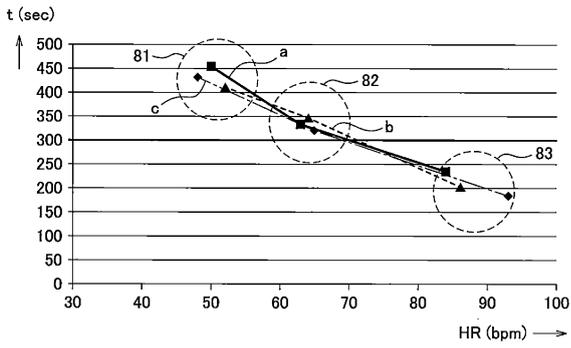


図2

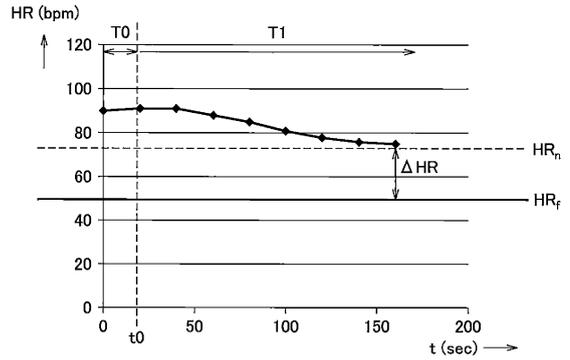
【図 3】

図3



【図 4】

図4



10

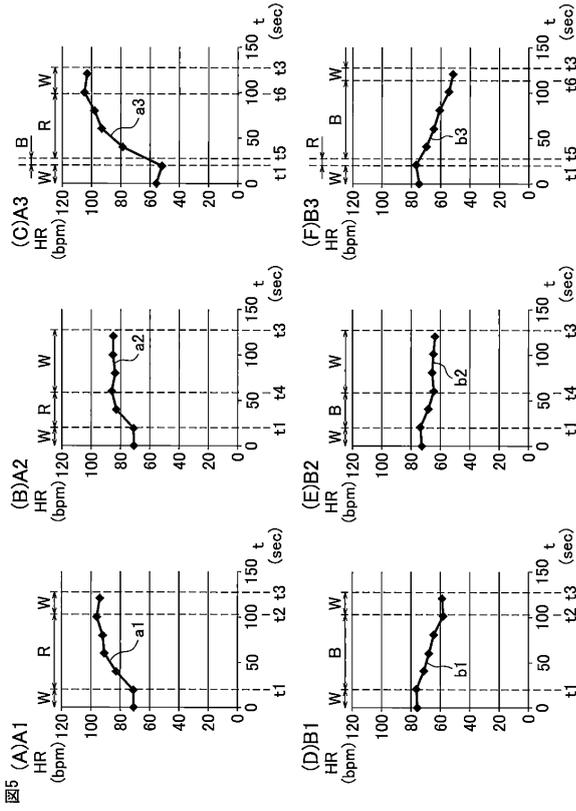
20

30

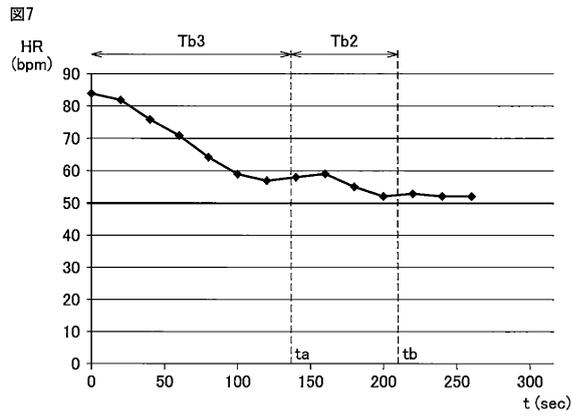
40

50

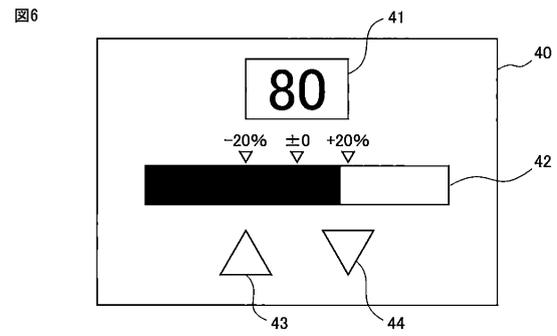
【 図 5 】



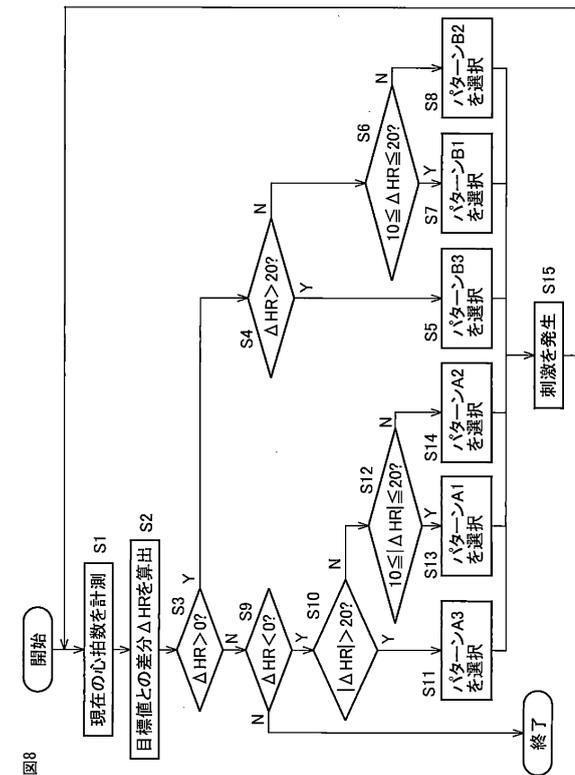
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



10

20

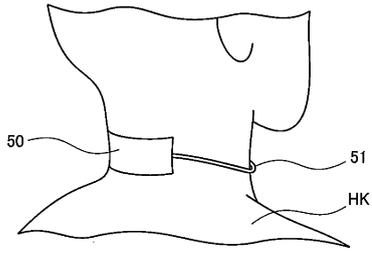
30

40

50

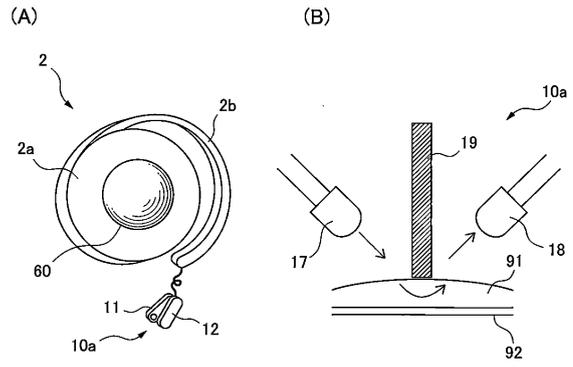
【 9 】

图9



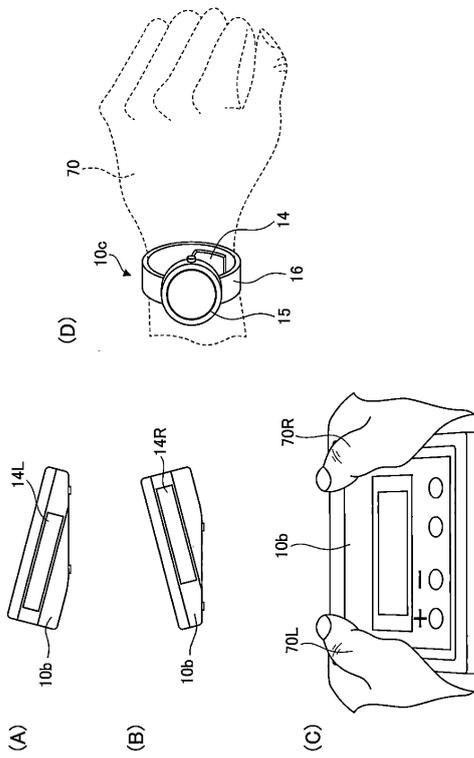
【 10 】

图10



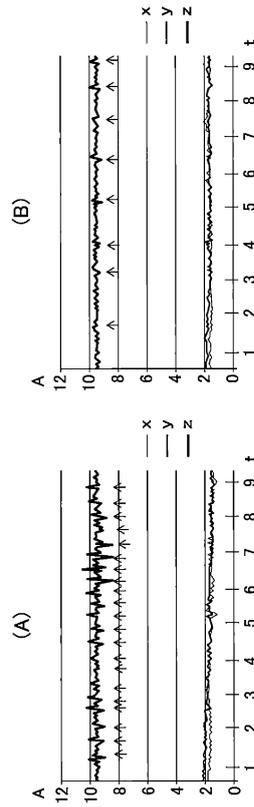
【 11 】

图11



【 12 】

图12



10

20

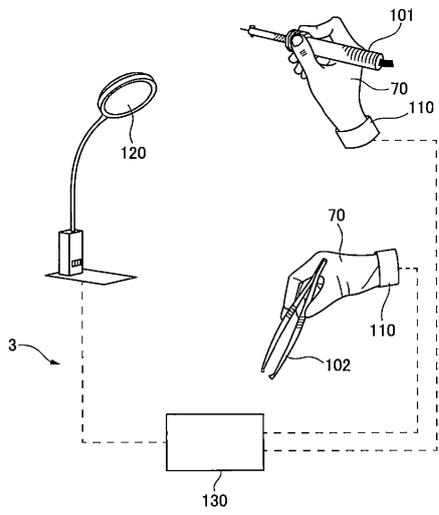
30

40

50

【 図 13 】

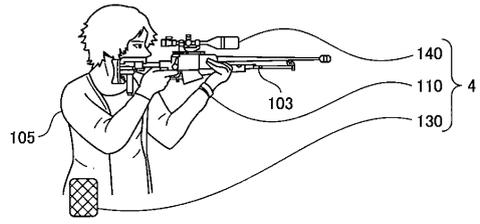
図13



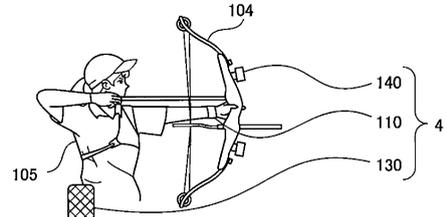
【 図 14 】

図14

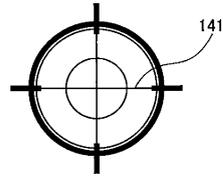
(A)



(B)



(C)



10

20

30

40

50

フロントページの続き

シチズン時計株式会社内

審査官 寺澤 忠司

- (56)参考文献 特表2008-539961(JP,A)
特表2014-516692(JP,A)
国際公開第2007/063900(WO,A1)
特開2000-070373(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-------------|
| A 6 1 M | 2 1 / 0 0 |
| A 6 1 N | 5 / 0 6 |
| A 6 1 F | 7 / 0 0 |
| A 6 1 B | 5 / 0 2 4 5 |