

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4760342号  
(P4760342)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int.Cl. F 1  
**A 6 1 B 5/0245 (2006.01)** A 6 1 B 5/02 3 1 O A  
**A 6 1 B 5/11 (2006.01)** A 6 1 B 5/10 3 1 O A

請求項の数 12 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2005-346509 (P2005-346509)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成17年11月30日(2005.11.30)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2007-151579 (P2007-151579A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成19年6月21日(2007.6.21)	(74) 代理人	100082500
審査請求日	平成20年2月12日(2008.2.12)		弁理士 足立 勉
		(72) 発明者	西井 克昌
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	酒井 一泰
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	井野川 和也
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体状態検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

可視光を照射する可視光照射部と、赤外光を照射する赤外光照射部と、前記可視光及び赤外光の反射光を受光する受光部と、を備え、前記反射光による出力信号に基づいて、脈波及び体動のうち少なくとも一方の生体の状態を検出する生体状態検出装置において、

前記可視光及び赤外光の少なくとも一方の反射光による出力信号に基づいて、前記可視光及び赤外光のどちらの光によって前記脈波及び体動のどちらの検出を行うかを決定することを特徴とする生体状態検出装置。

【請求項2】

前記可視光のみの照射と前記赤外光のみの照射とを異なるタイミングで行い、前記可視光の反射光及び前記赤外光の反射光のうち少なくとも一方の反射光に基づいて、前記生体の状態を検出する光を決定することを特徴とする前記請求項1に記載の生体状態検出装置。

10

【請求項3】

前記生体の皮膚表面からの可視光の散乱反射光による出力信号のオフセットを調節するために、オフセット制御値を設定する構成を備え、

前記オフセット制御値に基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定することを特徴とする前記請求項1又は2に記載の生体状態検出装置。

【請求項4】

前記オフセット制御値が、所定の閾値より大である場合には、前記可視光にて脈波を検

20

出することを特徴とする前記請求項 3 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 5】

前記可視光の反射光により検出した脈波振幅の大きさに基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定することを特徴とする前記請求項 1 又は 2 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 6】

前記可視光の反射光により検出した脈波振幅の大きさと、前記赤外光の反射光により検出した脈波振幅の大きさとを比較し、その比較結果に基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定することを特徴とする前記請求項 1 又は 2 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 7】

前記可視光及び赤外光の反射光による出力信号に対して、前記脈波の振幅が最大となるように照射するそれぞれの光の光量を調整し、その調整後の出力信号に基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定することを特徴とする前記請求項 6 に記載の生体状態検出装置。

10

【請求項 8】

前記生体の皮膚表面からの散乱反射光による出力信号のオフセットを調節するために、オフセット制御値を設定する構成を備え、

前記オフセット制御値に基づいて、前記脈波の振幅が最大となるように、前記脈波の検出に用いる光の光量を調整することを特徴とする前記請求項 7 に記載の生体状態検出装置。

【請求項 9】

前記光量を調整する際に、前記出力信号を所定の測定範囲に設定するために、前記オフセット制御値の調節を行う調整幅を変化させることを特徴とする前記請求項 8 に記載の生体状態検出装置。

20

【請求項 10】

前記脈波の検出に用いない光を、体動の検出に用いることを特徴とする前記請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の生体状態検出装置。

【請求項 11】

前記生体状態検出装置の装着後、所定の期間内に前記検出に用いる光の決定を行うことを特徴とする前記請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の生体状態検出装置。

【請求項 12】

前記検出に用いる光の決定を、前記生体の安静時に行うことを特徴とする前記請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の生体状態検出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可視光や赤外光を用いて脈波や体動等の生体の状態を検出できる生体状態検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、脈拍数等を検出するために、反射型光学式脈拍計（脈波センサ）が開発されている。この脈波センサとしては、例えば指先に装着するものが知られており、脈波センサから指に対して赤外光や可視光を照射して反射光を受光し、その出力信号に基づいて

40

可視光を照射する可視光照射部と、赤外光を照射する赤外光照射部と、前記可視光及び赤外光の反射光を受光する受光部と、を備え、前記反射光による出脈波を検出して脈拍数などを解析するものである。

【0003】

また、近年では、脈波センサによる測定精度を向上させるために、各種の技術が提案されている。

例えば特許文献 1 には、赤外光等の反射光を受光するフォトダイオードの感度特性を制御することにより、脈波センサの容積脈波検出感度及びそのリニアリティなどを向上でき

50

る光電容積脈波計が提案されている。

【0004】

また、特許文献2には、外乱や体動によって受光部からの出力信号が大きく変化するので、その突発的な変動に対応するために、増幅器の出力を所定のレベルにセットして（オフセットを調整して）、増幅器を正常に動作させるようにした脈波計測装置が提案されている。

【特許文献1】特許第3208538号公報

【特許文献2】特開2002-238866号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

しかしながら、上述した技術では、指先で脈波を検出する際には問題が無い場合でも、手首や腕などで脈波を検出する場合には、好適に脈拍などを測定できないという下記（A）～（C）の問題があった。

【0006】

（A）手首や腕に脈波センサを装着して脈波を検出する場合には、指先で測定する場合に比べて、皮膚の色の影響が大きいため、正確なデータを得ることが難しいという問題があった。

【0007】

具体的には、脈波の検出に用いる光（検出光）として、例えば可視光を用いる場合には、可視光は皮膚の内部への浸透深度が浅いため、主として、皮膚の表面に近い血管で発生する血流（ヘモグロビン量）の変化から脈波を検出することになる。しかし、皮膚の色が黒い場合には、皮膚の色が白い場合と比べて可視光を吸収する度合いが大きく、皮膚の内部に浸透する光の量が減衰するため、精度良く脈波等を検出できないという問題があった。

20

【0008】

一方、赤外光を用いる場合には、可視光より皮膚への浸透深度が深く、皮膚の色の影響も少ないために、可視光で検出するよりも精度良く脈波等を検出できるという利点がある。しかし、皮膚の色が白い場合などには、皮膚表面における散乱反射光が増加するため、脈波成分以外の例えば体動成分の影響が大きくなってしまい、測定精度が低下するという問題があった。

30

【0009】

（B）また、手首や腕に脈波センサを装着して脈波等を検出する場合には、指先で測定する場合に比べて、体動の影響を受けやすいという問題があった。

具体的には、手首や腕で脈波を計測する場合には、指先で測定する場合に比べて脈波の感度が低いため、例えば皮膚に照射する検出光の光量を大きくし、増幅率（ゲイン）を高くしてセンサ感度をできるだけ確保する対策が考えられる。

【0010】

しかし、腕振りなどの装着部位の動きによる血流（計測部位の血流量）の変化は、心臓の拍動による血流の変化に比べて、非常に大きくなる（数倍～数十倍）ので、ゲインが固定されたままでは、信号がマイコンのA/Dの入力電圧範囲を超えてしまい、血流変化の波形を検出できない。

40

【0011】

これを回避するために、信号がA/D変換器の入力範囲に入るよう調整する方法として、出力変化に伴うオフセット（ベースライン）を制御する方法や、光量変化などによって感度を制御する方法があるが、この調整時に発生するオフセットの変動幅は通常安静に発生するオフセットの変動幅よりも大きいため、通常オフセット追従法では、オフセットが追従するまでに非常に時間がかかり、その間は脈波波形が検出できないという問題もある。

【0012】

50

(C)更に、手首や腕で脈波を検出する場合には、指先の場合に比べて、脈波センサが皮膚に密着する部分の柔らかさ(皮下脂肪の量)が十分でないため、脈波センサと手首や腕との間に隙間が生じ易い。そのため、隙間から太陽光等が入射すると、その影響は非常に大きいので、脈波の検出に支障が生じることがある。

【0013】

この対策として、前記(B)の光量変化の場合と同様に、オフセットを調節することが考えられるが、同様に通常のオフセット追従法では、オフセットの追従に時間がかかるという問題もある。

【0014】

本発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、(A)光を照射する皮膚の色の影響を低減でき、(B)体動が生じた場合でも好適な測定が可能であり、(C)装置の装着部分に隙間が発生して外光が入射した場合でも好適な測定が可能な生体状態検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

(1)請求項1の発明は、可視光を照射する可視光照射部と、赤外光を照射する赤外光照射部と、前記可視光及び赤外光の反射光を受光する受光部と、を備え、前記反射光による出力信号に基づいて、脈波及び体動のうち少なくとも一方の生体の状態を検出する生体状態検出装置において、前記可視光及び赤外光の少なくとも一方の反射光による出力信号に基づいて、前記可視光及び赤外光のどちらの光によって前記脈波及び体動のどちらの検出を行うかを決定することを特徴とする。

【0016】

光を用いて脈波や体動を検出する場合には、皮膚の色が異なると、可視光を用いるか赤外光を用いるかで、その反射光の状態が異なる。

図1(a)に例示する様に、皮膚の色が白い(薄い)場合には、可視光では大きな振幅の脈波信号が得られるが、図1(b)に例示する様に、赤外光では赤外光が皮膚の内部に深く浸透して皮膚内部における散乱反射光の割合が増加するので、出力信号全体に対する脈波信号の割合が小さくなり、可視光の場合と同じ増幅率で増幅する場合には小さな振幅の脈波信号しか得られない。

【0017】

一方、図1(c)に例示する様に、皮膚の色が黒い(濃い)場合には、可視光では多くの光が皮膚に吸収されてしまうので、小さな出力で且つ小さな振幅の脈波信号しか得られないが、図1(d)に例示する様に、赤外光では赤外光が皮膚の内部に深く浸透するので、大きな出力で且つ大きな振幅の脈波信号が得られる。

【0018】

この様に、皮膚の色によって反射の状態が異なるので、本発明では、実際に脈波や体動を検出する際には、予め、可視光及び赤外光のどちらかの光を(両方用いる場合は異なるタイミングで)生体に照射し、その反射光によって得られる出力信号に基づいて、どちらの光を脈波及び体動のどちらの検出に用いるかを決定しておく。これにより、脈波や体動の検出に最も適した光を用いて測定ができるので、測定精度が向上するという効果がある。

【0019】

尚、前記出力信号は、通常、図2に例示するように変動する。具体的には、出力信号は、ベースとなる出力として、皮膚表面や表面近傍の組織から散乱反射してくる光による出力(オフセット)を有する。また、出力信号は、オフセットを基準として、体動や呼吸、血管径の変化に起因する血流量の変化により、場合によっては大きな振幅で且つゆっくりとした周期で変化する。即ち、体動等に起因する大きな基線の変化(基線変化)を有する。更に、出力信号は、その基線を基準として、拍動に同期した血流量の変化により変化する。従って、出力信号の基線変化から体動等を求めることができ、基線に沿って小さく変化する波形(脈波の波形)から脈拍数や脈拍間隔等を求めることができる。

10

20

30

40

50

(2) 請求項2の発明は、前記可視光のみの照射と前記赤外光のみの照射とを異なるタイミングで行い、前記可視光の反射光及び前記赤外光の反射光のうち少なくとも一方の反射光に基づいて、前記生体の状態を検出する光を決定することを特徴とする。

【0020】

本発明は、脈波や体動の検出に用いる光(検出光)の決定手法を例示したものである。上述した様に、可視光や赤外光を皮膚に照射した場合には、皮膚の色に応じてその反射状態が異なるので、例えば可視光のみを照射した場合の反射光の出力信号や、赤外光のみを照射した場合の反射光の出力信号に基づいて、脈波や体動の検出に用いる光を決定できる。或いは、可視光と赤外光とを異なるタイミングで照射し、各反射光の出力信号を比較することにより、脈波や体動の検出に用いる光を決定できる。

10

【0021】

(3) 請求項3の発明は、前記生体の皮膚表面からの可視光の散乱反射光による出力信号のオフセットを調節するために、オフセット制御値を設定する構成を備え、前記オフセット制御値に基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定することを特徴とする。

【0022】

上述した様に、皮膚の色により、可視光又は赤外光が皮膚表面で反射する状態が異なる。特に、可視光を用いた場合の皮膚表面での散乱反射光(外散乱反射光)の光量が異なる。従って、この外散乱反射光の光量に対応したオフセット(出力信号のオフセット)に基づいて、皮膚の色の状態を判定することができる。

【0023】

実際には、出力信号を測定範囲(即ちマイコンのA/D入力電圧範囲)に調節する目的で、オフセットを調節するためのオフセット制御値が設定されるので、そのオフセット制御値に基づいて、皮膚の色に適した検出光を決定することができる。

20

【0024】

例えば図3に示す様に、可視光で脈波を検出する場合、出力信号のオフセットは、日本人より黒人の方が小さくなる。これは、皮膚の色が黒い方が、皮膚表面での光の吸収により、皮膚表面で散乱反射して戻ってくる光(外散乱反射光)の光量が少なくなるからである。尚、図3のP Ominは、可視光で脈波を検出する場合のオフセットの好ましい閾値であり、オフセットがこの閾値より大きいと精度の良い測定ができる。

【0025】

従って、可視光を用いて、例えばP Ominをオフセット(実際にはオフセット制御値)の閾値としてオフセットの大小を判断することにより、実際の脈波を測定するにあたり、可視光を用いるべきか赤外光を用いるべきかを決定することができる。例えば、可視光によるオフセットが大きい場合には、皮膚の色が白く、可視光を用いることが適当であるので、可視光を脈波検出に用い、赤外光を体動検出に用いることができる。

30

【0026】

(4) 請求項4の発明は、前記オフセット制御値が、所定の閾値より大である場合には、前記可視光にて脈波を検出することを特徴とする。

本発明は、前記請求項2の発明を例示したものである。つまり、オフセット制御値が所定の閾値(例えば図3のP Omin)より大である場合には、外散乱反射光が大であり、よって皮膚の色が白と考えられるので、その場合は、(皮膚の色が白い場合に好適な)可視光を選択するようにしたものである。

40

【0027】

(5) 請求項5の発明は、前記可視光の反射光により検出した脈波振幅の大きさに基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定することを特徴とする。

可視光で脈波を検出する場合には、例えば図4に示す様に、脈波振幅は、皮膚の色で異なっている。

【0028】

つまり、可視光で脈波を検出する場合、黒人は平均的な日本人よりも脈波振幅は小さくなる。これは、皮膚の色が黒い場合には、可視光の多くが皮膚の表面近傍で吸収されてし

50

まい、反射光の光量が少ないからである。尚、図4のP Aminは、可視光で脈波を検出する場合の脈波振幅の好ましい閾値であり、脈波振幅がこの閾値より大きいと精度の良い測定ができる。

【0029】

一方、赤外光で脈波を検出する場合には、図5に示す様に、脈波振幅は、皮膚の色であり変化はなく、個人差が大きいと考えられる。

従って、可視光を用いて、例えばP Aminを脈波振幅の閾値として脈波振幅の大小を判断することにより、実際の脈波を測定するにあたり、可視光を用いるべきか赤外光を用いるべきかを決定することができる。例えば、可視光による脈波振幅が大きい場合には、皮膚の色が白く、可視光を用いることが適当であるので、可視光を脈波検出に用い、赤外光を体動検出に用いることができる。

10

【0030】

(6)請求項6の発明は、前記可視光の反射光により検出した脈波振幅の大きさと、前記赤外光の反射光により検出した脈波振幅の大きさとを比較し、その比較結果に基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定する。

【0031】

脈波振幅が大きい光の方が、皮膚の色に良く対応した検出光ということができ、脈拍数等の測定が容易である。よって、脈拍振幅の大きな光を、脈波を検出する検出光として採用する。この場合、採用されなかった光を、体動の検出光として採用できる。

【0032】

20

(7)請求項7の発明は、前記可視光及び赤外光の反射光による出力信号に対して、前記脈波の振幅が最大となるように照射するそれぞれの光の光量を調整し、その調整後の出力信号に基づいて、前記脈波の検出に用いる光を決定することを特徴とする。

【0033】

本発明は、検出光を決定する際に、各光によって得られる脈波の振幅が最大となる光量をそれぞれ調整する。つまり、脈波の振幅を最大とすることにより、検出光を決定する際の精度が向上するという利点がある。

【0034】

(8)請求項8の発明は、前記生体の皮膚表面からの(可視光又は赤外光の)散乱反射光による出力信号のオフセットを調節するために、オフセット制御値を設定する構成を備え、前記オフセット制御値に基づいて、前記脈波の振幅が最大となるように、前記脈波の検出に用いる光の光量を調整することを特徴とする。

30

【0035】

光量を上げると、皮膚表面の散乱反射光は増加するためオフセットの値が増加し(従ってそれに対応してオフセット制御値も増加)、また、脈波振幅も増加する。しかし、光量を上げすぎると、オフセットそのものがマイコンのA/D入力範囲を超えてしまい、脈波の検出ができない。従って、オフセットがA/D入力範囲を超える手前の光量に設定することで、最大の脈波振幅だと考えられる。

【0036】

よって、本発明では、オフセット制御値に基づいて光量を調節することにより、最大の脈波振幅を得ることができるので、この明瞭な脈波信号により、精度よく検出光の決定を行うことができる。

40

【0037】

(9)請求項9の発明は、前記光量を調整する際に、前記出力信号を所定の測定範囲に設定するために、前記オフセット制御値の調節を行う調整幅を変化させることを特徴とする。

【0038】

光量を変化させると皮膚表面の散乱反射光の光量(従ってオフセット)が変動するので、オフセットが過大な場合には、出力信号がマイコンのA/D入力範囲を超えてしまい、脈波が測定できない。このような場合は、出力信号からオフセット制御値分を除去して、出

50

力信号を A / D 入力範囲に調整する必要がある。このオフセット制御値の大小は、調整幅により調節されるが、通常は調整幅は小さな値に設定されているので（図 6 参照）、光量の変化が大きくオフセットの変化量が多い場合には、この通常の調整幅で対応するには、対応できるまでの時間が長くなり、この間出力信号がマイコンの A / D 入力範囲を超えてしまい、脈波が測定できない。

【 0 0 3 9 】

本発明では、光量を調整する際に、オフセット制御値の調整幅を変化させることができるので、例えば光量変化が大きい場合には、調整幅を増加させることにより、速やかな対応が可能である。つまり、速やかにオフセットを追従させることができるので、検出光の決定を速やかに行うことができる。

10

【 0 0 4 0 】

( 1 0 ) 請求項 1 0 の発明は、前記脈波の検出に用いない光を、体動の検出に用いることを特徴とする。

本発明は、脈波検出のための光として採用されなかった光について示したものである。脈波を検出する光で体動を検出する場合より、脈波を検出しない光で体動を検出した方が、体動検出の処理（例えば FFT 処理）の際に、脈波の信号の影響を受けにくい性質があるので、このように検出に用いる光を区別することが望ましい。つまり、脈波検出のために採用されなかった光は、体動検出のための光として好適である。

【 0 0 4 1 】

( 1 1 ) 請求項 1 1 の発明は、前記生体状態検出装置の装着後、所定の期間内に前記検出に用いる光の決定を行うことを特徴とする。

20

本発明では、例えば脈波センサを手首や腕等に装着して作動させてから、例えば 5 分以内に、検出光の決定を行う。従って、その後の脈波等の検出に支障が生ずることなく、精度良く行うことができる。

【 0 0 4 2 】

( 1 2 ) 請求項 1 2 の発明は、前記（脈波や体動の）検出に用いる光の決定を、前記生体の安静時に行うことを特徴とする。

つまり、体動があると、出力信号の基線が大きく揺らぎ、それが外乱となって脈波の検出に支障がでる場合がある。よって、ここでは、体動の無い（又は少ない）安静時に検出光の決定を行う。これにより、検出光の決定を（誤ることなく）精度良く行うことができる。

30

【 0 0 6 6 】

尚、上述した生体状態検出装置の機能を実現するための各手段は、コンピュータのプログラムにより実行される処理により実現することができる。

また、このプログラムは記録媒体に記録して使用することができる。この記録媒体としては、マイクロコンピュータとして構成される電子制御装置、マイクロチップ、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク等の各種の記録媒体が挙げられる。つまり、上述した生体状態検出装置の処理を実行させることができるプログラムを記憶したものであれば、特に限定はない。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【 0 0 6 7 】

以下に本発明の最良の実施形態（実施例）を、図面と共に説明する。

【実施例 1】

【 0 0 6 8 】

本実施例の生体状態検出装置は、脈波や体動を検出する場合に、人の皮膚の色等に対応して、脈波又は体動の検出に適した可視光又は赤外光を選択して用いるものである。

a) まず、本実施例の生体状態検出装置の構成を説明する。

【 0 0 6 9 】

図 7 に示す様に、本実施例の生体状態検出装置 1 は、人体の脈拍や体動を検出することができる装置であり、主として、データ処理装置 3 と、脈波センサ 5 と、脈波センサ 5 を

50

駆動する駆動回路 7 と、脈波センサ 3 からの信号を入力して増幅する検出回路 11 とから構成されている。

【0070】

このうち、前記データ処理装置 3 は、検出回路 11 からのアナログ信号を A/D 変換する A/D 変換器 13 と、A/D 変換器 13 からのデジタル信号を処理して脈波数の検出等の各種の演算処理を行うマイクロコンピュータ 15 と、マイクロコンピュータからの信号を D/A 変換する D/A 変換器 16 とを備えている。

【0071】

前記脈波センサ 5 は、人体の手首や腕等に装着される装置であり、後に詳述するように、発光素子として、可視光（緑色）LED 17 と赤外光 LED 19 を備えるとともに、受光素子として、フォトダイオード（PD）21 を備えている。

10

【0072】

前記駆動回路 7 は、可視光 LED 17 と赤外光 LED 19 とに対して、それぞれ異なるタイミングで可視光又は赤外光を照射させるための駆動信号を出力する。

前記検出回路 11 は、図 8 に示す様に、脈波センサ 5 からの信号を増幅器（オペアンプ）12 により増幅する。また、マイクロコンピュータ 15 からの制御信号（オフセット制御値 OS）により、脈波センサ 5 からの信号（SS）のオフセットを調節する。

【0073】

尚、データ処理装置 3 と駆動回路 7 とは、生体状態検出装置本体 9 の筐体内に收容されているが、脈波センサ 5 と一体となってもよい。

20

b) 次に、前記脈波センサ 5 について、更に詳細に説明する。

【0074】

前記図 7 に示す様に、前記脈波センサ 5 は、可視光である約 520 nm の波長の緑色光を（装着部位である）手首等に照射する可視光（緑色光）LED 17 と、同様に約 950 nm の波長の赤外光を手首等に照射する赤外光 LED 19 と、人体に照射された可視光又は赤外光の反射光をそれぞれ受光する PD 21 とを備える光学式反射型センサである。

【0075】

この可視光 LED 17、赤外光 LED 19、PD 21 は、それぞれ脈波センサ 5 の筐体の底部に、PD 21 を挟んで左右に可視光 LED 17 と赤外光 LED 19 とが位置するように並列して配置され、透明な樹脂製の窓を介して、可視光又は赤外光を人体に対して照射できるようにされている。

30

【0076】

前記脈波センサ 5 では、可視光 LED 17 又は赤外光 LED 19 から人体に向かって光が照射されると、光の一部が人体の内部を通る小・細動脈（毛細動脈）にあたって、毛細動脈を流れる血液中のヘモグロビンに吸収され、残りの光が毛細動脈で反射して散乱し、その一部が受光素子である PD 21 に入射する。この時、血液の脈動により毛細動脈にあるヘモグロビンの量が波動的に変化するので、ヘモグロビンに吸収される光も波動的に変化する。また、血管径の変化によっても、ヘモグロビンの量が変化する。その結果、毛細動脈で反射して PD 21 で検出される受光量が変化し、その受光量の変化を脈波情報（例えば電圧信号）としてデータ処理装置 3 に出力する。

40

【0077】

従って、データ処理装置 3 に入力した（可視光 LED 17 又は赤外光 LED 19 から照射された光の反射波に対応した）信号を用いることにより、後述する様にして、脈拍数等の生体の状態を求めることができる。

【0078】

尚、図 7 では、毛細動脈に照射されて反射する光を点線で示し、皮膚の表面で反射する光を実線で示している。

c) 次に、脈波センサ 5 から出力される信号等の主な処理方法について説明する。

【0079】

・脈波センサ 5 から出力される信号は、検出回路 11 にて所定の増幅率（ゲイン）にて

50

増幅され、A/D変換器13に入力されるが、この増幅率は変更が可能である。

具体的には、例えば各検出光の光量によって増幅率を変更する場合には、マイクロコンピュータ15から出力される制御信号が、駆動回路7に出力され、駆動回路7によって各LED17、19の印加電圧が調節される。これにより、各検出光の光量を変化させて、増幅率を調節することができる。

【0080】

尚、光量の調節により増幅率を変更する手法以外に、マイクロコンピュータ15からの制御信号により、検出回路11に配置された増幅器12の増幅率を直接に調節する方法や、PD21の感度を調節する手法を採用することができる。

【0081】

・また、光量を調節する場合には、光量の増減に伴って反射光の光量も大きく増減し、よって、出力信号のオフセットが大きく変動する。従って、光量を調節する場合には、そのオフセット（詳しくは検出回路11から出力される信号のオフセット）を調節する必要が生じることある。

【0082】

具体的には、検出光の光量を増加させることによりオフセットが増加し、逆に、光量を減少させることによりオフセットが減少する。従って、例えばオフセットが過大となり、検出回路11から出力される信号がマイコンのA/D入力電圧範囲（A/D入力範囲）を外れると、脈波の検出ができないので、図8に示す様に、脈波センサ5から出力される信号からオフセット制御値を減算するようにしている。これにより、出力信号の電圧レベルを任意に設定することができる。

【0083】

つまり、図9に示す様に、マイクロコンピュータ15においては、A/D変換器13によるA/D変換値に対する上限レベルと下限レベル（A/D入力範囲）が決められており、受光信号レベルがオフセットを変動させる上限の閾値に達すると直流成分のレベルを強制的に所定値だけ下げ、逆に下限の閾値に達すると直流成分を強制的に所定量だけ上げるようにしている。これによって、いわゆる出力信号が「さちる」という現象を防止して、常に、A/D入力範囲内において、脈波信号が得られるようにしている。

【0084】

c)次に、データ処理装置3の処理内容について説明する。

本処理は、体動の無い安静時に、脈波を検出するために、可視光及び赤外光のどちらを使用するかを、脈波センサ5からの信号の処理を開始してから5分以内に決定するものであり、以後、その決定された光（検出光）を用いて脈波を検出する。以下、詳細に説明する。

【0085】

(1)メインルーチン

図10は、本実施例における全体の処理の流れを示すメインルーチンである。

まず、図10のステップ(S)100では、(初期設定として)赤外光LED19を用いて、体動信号を検出する。ここで、赤外光LED19を用いるのは、通常、可視光を用いた場合より赤外光を用いた方が、脈波の影響が少ないからである。

【0086】

続くステップ110では、前記体動信号に基づいて、体動の有無を判定し、ここで体動が無いと判断された場合のみ、ステップ120に進む。

ステップ120では、体動が無く安静な状態であるので、この状態において、脈波検出に用いる光を決定する。即ち、皮膚の色によって脈波検出に用いるのに適した光が異なるので、可視光及び赤外光のどちらの光を用いて脈波を検出するかを決定する。

【0087】

続くステップ130では、検出光として決定された光を用いて、周知の脈波の検出を行い、一旦本処理を終了する。

以下各ステップの処理について説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 8 】

## (2)前記ステップ 1 1 0 の体動判定処理

この体動判定の処理としては、例えば特開 2 0 0 5 - 1 6 0 6 4 0 号公報、特開 2 0 0 2 - 3 5 5 2 2 7 号公報、特開 2 0 0 5 - 1 1 0 9 2 0 号公報の記載の手法など、各種の周知の手法を採用できる。

## 【 0 0 8 9 】

例えば特開 2 0 0 5 - 1 1 0 9 2 0 号公報では、赤外光を用いて体動信号を求め、この体動信号を周知の F F T 処理している。そして、その処理結果（周波数スペクトル）から、体動成分を示す周波数ピークが所定の閾値以上か否かという判定により、体動を検出している。

10

## 【 0 0 9 0 】

## (3)前記ステップ 1 2 0 の検出光判定処理

この検出光判定処理とは、脈波を検出するために使用する検出光を決定するための処理である。すなわち、前記図 3 に示す様に、肌の色が黒い人と白い人では、皮膚表面の散乱反射光の光量が異なり、従って前記図 2 に示すオフセットが異なるので、所定の閾値（ $P_{Omin}$ ）を用いてオフセットを判定することにより、肌の色が黒いか白いかを判定して、皮膚の色に最も対応した検出光を決定するものである。以下、フローチャートに基づいて説明する。

## 【 0 0 9 1 】

図 1 1 に示す様に、まず、ステップ 2 0 0 では、可視光を用いて脈波信号を検出する。

20

続くステップ 2 1 0 では、オフセット制御値を確認する。つまり、常時は出力信号の変動に合わせて、出力電圧が A / D 入力範囲から逸脱しない様に、即ち好ましいオフセットとするために、オフセット制御値（前記図 6 参照）が設定されているので、このオフセット制御値を取得するものである。

## 【 0 0 9 2 】

続くステップ 2 2 0 では、オフセット制御値が閾値  $P_{Omin}$  を上回るか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 2 3 0 に進み、一方否定判断されるとステップ 2 5 0 に進む。

## 【 0 0 9 3 】

ステップ 2 3 0 では、オフセット制御値が  $P_{Omin}$  より大きいので、前記図 3 に示した様に、測定対象の人の皮膚が白いと考えられるので、前記図 1 に示した様に、皮膚の色の白い人の脈波の検出に適した可視光を脈波検出用の検出光として設定する。そして、この可視光を用いて脈波を検出する。

30

## 【 0 0 9 4 】

尚、検出光を用いて脈波を検出する手法としては、周知の各種の手法を採用できる。例えば特開 2 0 0 5 - 1 1 0 9 2 0 号公報の手法では、可視光を用いて脈波信号を求めるとともに赤外光を用いて体動信号を求め、この脈波信号及び体動信号を周知の F F T 処理している。そして、その処理結果（周波数スペクトル）から、その中の最大ピークを有する成分を脈拍成分として特定している。また、その際に、体動が有る場合には、体動成分が周波数スペクトルに現れるので、体動信号から求めた体動成分を除去することにより、脈拍成分のみを取り出すことができる。

40

## 【 0 0 9 5 】

続くステップ 2 4 0 では、前記ステップ 2 3 0 で可視光を脈波検出用の検出光として設定したので、ここでは、赤外光を体動検出用の検出光として設定する。

尚、検出光を用いて体動を検出する手法としては、周知の各種の手法を採用できる。例えば前記特開 2 0 0 5 - 1 1 0 9 2 0 号公報の手法では、赤外光を用いて体動信号を求め、この体動信号を周知の F F T 処理している。そして、その処理結果（周波数スペクトル）から、体動成分を示す周波数ピークが所定の閾値以上か否かという判定により、体動を検出している。

## 【 0 0 9 6 】

50

一方、ステップ250では、オフセット制御値が $P_{Omin}$ より小さいので、前記図3に示した様に、測定対象の人の皮膚が黒いと考えられるので、前記図1に示した様に、皮膚の色の黒い人の脈波の検出に適した赤外光を脈波検出用の検出光として設定する。そして、この赤外光を用いて脈波を検出する。

【0097】

尚、赤外光を用いて脈波を検出する手法は、基本的に可視光を用いて脈波を検出する周知の手法と同様（周波数スペクトルやそのピークの大きさ等により体動と区別する）であるので、その説明は省略する。

【0098】

続くステップ260では、前記ステップ250で赤外光を脈波検出用の検出光として設定したので、ここでは、可視光を体動検出用の検出光として設定する。

10

尚、可視光を用いて体動を検出する手法は、基本的に赤外光を用いて体動を検出する周知の手法と同様であるので、その説明は省略する。

【0099】

この様に、本実施例では、体動の無い安静の状態、人の皮膚の色に対応して、脈波及び体動を行う際に、その検出に最も適した検出光を設定している。よって、最適な検出光を用いることにより、脈波及び体動の検出を精度良く行うことができる。また、体動と脈波の検出に用いる検出光を区別することにより、精度の高い脈波等の測定が可能である。

【実施例2】

【0100】

20

次に、実施例2について説明するが、前記実施例1と同じ内容の説明は省略する。

前記図4に示す様に、肌の色が黒い人と白い人では、皮膚表面の散乱反射光の光量が異なるので、可視光及び赤外光の出力信号を同じ増幅率で増幅した場合には、脈波振幅が異なる。従って、本実施例では、所定の閾値（ $P_{Amin}$ ）を用いて脈波振幅を判定することにより、肌の色が黒いか白いかを判定して、皮膚の色に最も対応した検出光を決定する。以下、フローチャートに基づいて説明する。

【0101】

図12に示す様に、まず、ステップ300では、可視光を用いて脈波信号を検出する。

続くステップ310では、脈波振幅を求める。

続くステップ320では、脈波振幅が閾値 $P_{Amin}$ を上回るか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ330に進み、一方否定判断されるとステップ350に進む。

30

【0102】

ステップ330では、脈波振幅が $P_{Amin}$ より大きいので、前記図4に示した様に、測定対象の人の皮膚が白いと考えられるので、前記図1に示した様に、皮膚の色の白い人の脈波の検出に適した可視光を脈波検出用の検出光として設定する。そして、この可視光を用いて脈波を検出する。

【0103】

続くステップ340では、前記ステップ330で可視光を脈波検出用の検出光として設定したので、ここでは、赤外光を体動検出用の検出光として設定する。

一方、ステップ350では、脈波振幅が $P_{Amin}$ より小さいので、前記図3に示した様に、測定対象の人の皮膚が黒いと考えられるので、前記図1に示した様に、皮膚の色の濃い人の脈波の検出に適した赤外光を脈波検出用の検出光として設定する。そして、この赤外光を用いて脈波を検出する。

40

【0104】

続くステップ360では、前記ステップ350で赤外光を脈波検出用の検出光として設定したので、ここでは、可視光を体動検出用の検出光として設定する。

本実施例によっても、前記実施例1と同様な効果を奏する。

【実施例3】

【0105】

次に、実施例3について説明するが、前記実施例1と同じ内容の説明は省略する。

50

本実施例では、可視光又は赤外光のいずれ脈波又は体動に検出に用いるかを決定する場合には、両検出光の脈波振幅の大小により決定する。つまり、脈波と体動では、脈波による信号の振幅が小さいので、脈波の検出を優先して検出光を決定する。以下、フローチャートに基づいて説明する。

【0106】

図13に示す様に、まず、ステップ400では、可視光を用いて脈波信号を検出し、脈波振幅を求める。

続くステップ410では、赤外光を用いて脈波信号を検出し、脈波振幅を求める。

【0107】

続くステップ420では、両検出光による脈波振幅の大小を比較する。

10

ステップ430では、可視光の脈波振幅が大であるので、可視光で脈波を検出するように設定して、脈波を検出する。

【0108】

続くステップ440では、赤外光で体動を検出するように設定して、体動を検出する。

一方、ステップ450では、赤外光の脈波振幅が大であるので、赤外光で脈波を検出するように設定して、脈波を検出する。

【0109】

続くステップ460では、可視光で体動を検出するように設定して、体動を検出する。

従って、本実施例では、可視光と赤外光の両脈波振幅の大小を比較するので、体動より検出しにくい脈波検出に最適な検出光を精度良く設定できるという利点がある。

20

【実施例4】

【0110】

次に、実施例4について説明するが、前記実施例1と同じ内容の説明は省略する。

本実施例では、可視光及び赤外光による脈波振幅を比較する場合には、各脈波振幅を最大になるように光量を設定する。以下、フローチャートに基づいて説明する。

【0111】

a) 図14に示す様に、まず、ステップ500では、後述する様に、脈波振幅が最大となる様に、可視光の光量を調整する。

続くステップ510では、光量が調整された可視光を用いて脈波信号を検出し、脈波振幅を求める。

30

【0112】

続くステップ520では、前記ステップ500と同様に、脈波振幅が最大となる様に、赤外光の光量を調整する。

続くステップ530では、赤外光を用いて脈波信号を検出し、脈波振幅を求める。

【0113】

続くステップ540では、両検出光による脈波振幅の大小を比較する。

ステップ550では、可視光の脈波振幅が大であるので、可視光で脈波を検出するように設定して、脈波を検出する。

【0114】

続くステップ560では、赤外光で体動を検出するように設定して、体動を検出する。

40

一方、ステップ570では、赤外光の脈波振幅が大であるので、赤外光で脈波を検出するように設定して、脈波を検出する。

【0115】

続くステップ580では、可視光で体動を検出するように設定して、体動を検出する。

b) 次に、前記ステップ500の可視光の調整方法について、図15のフローチャートに基づいて説明する。

【0116】

図15のステップ600で、可視光の光量を、所定の基準量アップするように調整する。

続くステップ610では、光量をアップした可視光を用いて、脈波を検出する。

50

## 【 0 1 1 7 】

続くステップ620では、光量をアップした際のオフセット調整に用いられるオフセット制御値を確認する（取得する）。

続くステップ630では、オフセット制御値がD/A出力範囲より大か否かを判定する。つまり、出力信号のD/A入力された値に基づいてD/Aフィードバックがかけられるが（即ちオフセット制御値が出力されるが）、このオフセット制御値の出力が限界の時（例えば10bitであれば1024の時）には、オフセット（従って出力信号）がさちっていると判定できるので、この判定にて、さちった状態を検出するものである。

## 【 0 1 1 8 】

ここでオフセット制御値がD/A出力範囲以下であると判断されると、まだ光量をアップする余地があるので、再度光量を基準量アップする。

一方、ここでオフセット制御値がD/A出力範囲より大であると判断されるとステップ640に進む。つまり、オフセット制御値がA/D入力範囲を上回った場合には、光量が多すぎるので、基準量だけ光量をダウンする。

## 【 0 1 1 9 】

続くステップ650では、上述した処理によって決定された光量を最適光量として設定し、一旦本処理を終了する。

これにより、脈波振幅を最大になるように光量を設定することができる。

## 【 0 1 2 0 】

本実施例では、可視光と赤外光の両脈波振幅の大きさを比較する際に、両脈波振幅が最大となる様に調節するので、（体動より検出しにくい）脈波の検出に最適な検出光を一層精度良く設定できるという利点がある。

## 【 0 1 2 1 】

尚、光量の制御の際には、例えば光量の制御量に応じて、後述する様に、オフセット制御値の調整幅を変更する様に制御してよい。これにより、オフセットの追従速度が増加するという利点がある。

## 【 実施例 5 】

## 【 0 1 2 2 】

次に、実施例5について説明するが、前記実施例1と同じ内容の説明は省略する。

本実施例の生体状態検出装置は、体動が発生した場合には、出力信号が大きく変動するので、検出光の光量を調節して、感度及びオフセットを調整するものである。

## 【 0 1 2 3 】

a) まず、本実施例の原理について説明する。

図16(a)に示す様に、体動の無い安静時には、（通常の安静時に適した感度調整された）出力信号はA/D入力範囲内であるので、この出力信号をマイクロコンピュータ15に取り込んで、脈波等の検出を行うことができる。

## 【 0 1 2 4 】

しかし、運動時などの様な体動がある場合には、図16(b)に示す様に、出力信号の振幅が大きくなって、A/D入力範囲を逸脱してしまう。従って、この出力信号から脈波等を精度良く検出できない。

## 【 0 1 2 5 】

従って、その様な場合には、図16(c)に示す様に、再度、（通常の安静時の感度調整でなく）体動に適した感度調整を行うことにより、出力信号をA/D入力範囲内に治めることができる。

## 【 0 1 2 6 】

b) 次に、本実施例の制御処理について説明する。

図17のフローチャートに示す様に、ステップ700では、例えば赤色光により、体動信号を検出する。

## 【 0 1 2 7 】

続くステップ710では、体動信号に基づいて、体動の有無を判定する。ここで肯定判

10

20

30

40

50

断されるとステップ720に進み、一方否定判断されるとステップ760に進む。

【0128】

ステップ720では、体動があり、よって、前記図16(c)の様に出力信号が大きな振幅で振動する可能性があるので、出力信号がA/D入力範囲を越えているか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ730に進み、一方否定判断されるとステップ750に進む。

【0129】

ステップ750では、体動に応じて規定された光量調整分のオフセット調整幅(図6参照)である を0に設定し、ステップ760に進む。

一方、ステップ730では、出力信号が前記図16(c)の様にA/D入力範囲を外れる様な大きな振幅となっているので、出力信号がA/D入力範囲内に入る様に、可視光の光量を調節して、感度を調整する。

【0130】

続くステップ740では、前記光量調整分のオフセット調整幅を に設定する。この値は、前記図6に示す様に、通常の脈波検出時のオフセット調整幅 よりも大きな光量調節の際のオフセット調整幅である。

【0131】

つまり、前記ステップ730では、感度を調整するために光量を調節したが、それによってオフセットも大きく変化しているので、出力信号ができる限りA/D入力範囲となる様に、オフセット調整幅 を設定する。尚、光量調節によるオフセット調整幅は、通常のオフセット調整幅 の例えば20倍である。

【0132】

続くステップ760では、出力信号の前回値が、オフセット変動閾値範囲外か否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ770に進み、一方否定判断されるとステップ775に進む。

【0133】

ステップ775では、オフセット調整幅 を0に設定して、ステップ780に進む。

一方、ステップ770では、出力信号の前回値が、オフセット変動閾値範囲外であるので、通常のオフセット調整幅 を設定する。

【0134】

続くステップ780では、前記調整幅の合計量( + )をオフセット調整幅としてオフセット制御値を求める。そして、このオフセット制御値を検出回路11に出力して、出力信号のオフセット調整を行う。

【0135】

続くステップ790では、オフセット調整された後の出力信号を用いて脈波信号を検出する。

続くステップ795では、 、 、 を初期値の0に設定し、前記ステップ700に戻る。

【0136】

本実施例では、体動に応じて光量を変化させて感度を調整する。また、光量変化に伴ってオフセットも大きく変化するので、光量の変化に対応してオフセット調整幅を変更することにより、速やかにオフセット調整(オフセット追従)を行うことができる。

【実施例6】

【0137】

次に、実施例6について説明するが、前記実施例5と同じ内容の説明は省略する。

光量を変化させた場合には、出力信号のオフセットが大きく変動する。従って、その場合は、例えば図18に示す様に、出力信号は、S1、S2の様に変化する。そして、このような場合は、オフセット調整を行って、例えばS2の電圧レベルを上げてS3の信号に調整する。

10

20

30

40

50

## 【0138】

しかし、オフセットの追従に時間がかかる場合には、光量調整発生からオフセット追従終了（期間K）までは、脈波信号が得られないことになる。

従って、本実施例では、S4に示す様に、S1の信号レベルが期間Kにわたり維持されるように、光量調整開始時の出力信号とオフセット追従後の出力信号との間を直線補間している。

## 【0139】

これにより、期間Kにおいても、オフセットが大きく変化していないかのような脈波信号に相当する信号が得られるので、脈拍数をFFTなどの計算によって算出する場合に、低周波成分の変動量が少なくなり、脈拍数検出が容易になるという利点がある。

10

## 【実施例7】

## 【0140】

次に、実施例7について説明するが、前記実施例1と同じ内容の説明は省略する。

図19に示す様に、外乱光が入射した場合には、出力信号のオフセットが大きく変動するので、本実施例ではそれに対応したオフセット追従の処理を行う。

## 【0141】

図20に示す様に、外乱光が入射したか否かを判定する。つまり、外乱光が入射した場合は、通常より極めて大きな光がPD21に入射するので、所定値以上の光が入射した場合には、外乱光が入射したと判断することができる。

## 【0142】

ここで肯定判断されるとステップ810に進み、一方否定判断されるとステップ820に進む。

20

ステップ810では、外乱光入射分に対応したオフセット調整幅を設定する（図6参照）。

## 【0143】

続くステップ820では、出力信号の前回値が、オフセット変動閾値範囲外か否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ830に進み、一方否定判断されるとステップ840に進む。

## 【0144】

ステップ830では、通常のオフセット調整幅を設定する。

30

続くステップ840では、前記設定値の合計量（+）をオフセット調整幅としてオフセット制御値を求め、このオフセット制御値を検出回路11に出力して、出力信号のオフセット調整を行う。

## 【0145】

続くステップ850では、オフセット調整された後の出力信号を用いて脈波信号を検出する。

この様に、本実施例では、外乱光が入射した場合には、そのオフセット調整を行うので、精度良く脈波等の検出を行うことができる。また、オフセット調整の調整幅は外乱光に応じて設定できるので、追従速度が速いという利点がある。

## 【実施例8】

40

## 【0146】

次に、実施例8について説明するが、前記実施例1と同じ内容の説明は省略する。

本実施例は、外乱光の入射及び体動があった場合の処理に関するものである。

図21に示す様に、ステップ900では、外乱光が入射したか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ910に進み、一方否定判断されるとステップ920に進む。

## 【0147】

ステップ910では、外乱光入射分に対応したオフセット調整幅を設定する（図6参照）。

続くステップ920では、例えば赤色光により、体動信号を検出する。

## 【0148】

50

続くステップ93では、体動信号に基づいて、体動の有無を判定する。ここで肯定判断されるとステップ940に進み、一方否定判断されるとステップ970に進む。

ステップ940では、体動があるので、出力信号がA/D入力範囲を越えているか否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ950に進み、一方否定判断されるとステップ970に進む。

【0149】

ステップ950では、出力信号がA/D入力範囲内に入る様に、可視光の光量を調節して、出力信号のゲインを調整する。

続くステップ960では、光量調整分のオフセット調整幅を に設定する（図6参照）。続くステップ970では、出力信号の前回値が、オフセット変動閾値範囲外か否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ980に進み、一方否定判断されるとステップ990に進む。

10

【0150】

ステップ980では、出力信号の前回値が、オフセット変動閾値範囲外であるので、通常のオフセット調整幅 を設定する。

続くステップ990では、前記設定値の合計量（ + + ）をオフセット調整幅としてオフセット制御値を求め、このオフセット制御値を検出回路11に出力して、出力信号のオフセット調整を行う。

【0151】

続くステップ1000では、オフセット調整された後の出力信号を用いて脈波信号を検出する。

20

続くステップ1010では、 、 、 を初期値の0に設定し、前記ステップ900に戻る。

【0152】

本実施例では、外乱光による光量の変化及び体動に応じて設定された光量の変化に対応してオフセット調整幅を変更することにより、速やかにオフセット調整（オフセット追従）を行うことができる。

【実施例9】

【0153】

次に、実施例9について説明するが、前記実施例1と同じ内容の説明は省略する。

30

本実施例は、何度もオフセット調整を行うものである。

図22に示す様に、ステップ1100では、外乱光判定を行う。具体的には、図21のステップ900～920の処理を行う。

【0154】

続くステップ1110では、体動判定を行う。具体的には、図21のステップ930～960の処理を行う。

続くステップ1120では、出力信号の前回値が、オフセット変動閾値範囲外か否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ1130に進み、一方否定判断されるとステップ1140に進む。

【0155】

40

ステップ1130では、上述の各実施例と同様に、前記設定値の合計量（ + + ）をオフセット調整幅としてオフセット制御値を求め、このオフセット制御値を検出回路11に出力して、出力信号のオフセット調整を行う。

【0156】

ステップ1140では、脈波信号を検出し、その後、前記ステップ1120に戻る。尚、前記ステップ1120～1140が、オフセット追従のために繰り返されるルーチンである。

【0157】

一方、ステップ1150では、通常のオフセット調整幅 を設定する。

続くステップ1160では、脈波信号を検出し、前記ステップ1100に戻る。

50

本実施例では、オフセット追従の処理を繰り返すので、精度良くしかも速やかにオフセットの追従が可能であるという利点がある。

【実施例 10】

【0158】

次に、実施例 10 について説明するが、前記実施例 1 と同じ内容の説明は省略する。

本実施例は、本来のサンプリング周期（例えば 50 msec）よりも短い周期（例えば 10 msec）でサンプリングを行ってオフセット調整を行うものである。

【0159】

図 23 に示す様に、ステップ 1200 では、外乱光判定を行う。

続くステップ 1210 では、体動判定を行う。

続くステップ 1220 では、出力信号の前回値が、オフセット変動閾値範囲外か否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 1230 に進み、一方否定判断されるとステップ 1240 に進む。

【0160】

ステップ 1230 では、通常のオフセット調整幅 を設定する。

続くステップ 1240 では、上述の各実施例と同様に、前記設定値の合計量（ + + ）をオフセット調整幅としてオフセット制御値を求め、このオフセット制御値を検出回路 11 に出力して、出力信号のオフセット調整を行う。

【0161】

ステップ 1250 では、脈波信号を検出する。

続くステップ 1260 では、本来のサンプリング周期か否かを判定する。ここで肯定判断されるとステップ 1270 に進み、一方否定判断されるとステップ 1280 に進む。

【0162】

ステップ 1270 では、本来のサンプリング周期であるので、検出した信号を、脈波信号、体動信号として保存する。

続くステップ 1280 では、 、 、 を初期値の 0 に設定し、前記ステップ 1200 に戻る。

【0163】

本実施例では、短い周期でオフセット調整を行うので、速やかにオフセット調整を終了することができるという利点がある。また、脈波信号や体動信号として記憶するデータは、長い周期のサンプリングデータであるので、メモリを節約できるという利点がある。

【実施例 11】

【0164】

次に、実施例 11 について説明するが、前記実施例 1 と同様な内容の説明は省略する。

本実施例では、可視光のみの照射と、赤外光のみの照射と、可視光及び赤外光の同時照射とを、それぞれ異なるタイミングで実施し、各反射光によって得られる出力信号に基づいて、脈波の検出に用いる検出光を決定する。以下具体的に説明する。

【0165】

可視光のみを照射した場合の反射光の出力信号、赤外光のみを照射した場合の反射光の出力信号、可視光及び赤外光を同時照射した場合の出力信号を、それぞれ FFT 処理した結果を、図 24 に例示する。

【0166】

この図 24 から明らかな様に、体動がある場合には、その体動の状態を示す周波数成分のパワーのピークは、可視光のみの照射の解析結果、赤外光のみの照射の解析結果、可視光及び赤外光の同時照射の解析結果がそれぞれ異なるので、例えば体動成分 / 脈拍成分のパワーの比をとった場合も、それぞれ異なっている。

【0167】

従って、可視光及び赤外光の同時照射の場合の比を基準として、可視光のみの場合の比や赤外光のみの場合の比を比較することにより、可視光及び赤外光のどちらを体動及び脈波のどちらの検出に用いるかを決定することができる。

10

20

30

40

50

## 【0168】

例えば可視光のみの場合の比が可視光及び赤外光の同時照射の場合の比より大きい場合には、体動成分が脈拍成分に比べて十分に大きいので、体動成分と脈拍成分の分離が容易である。よって、その様な場合には、可視光を脈波検出用の検出光として採用することができる。これにより、精度良く検出光を決定することができる。

## 【0169】

また、体動が無い場合でも可視光及び赤外光の同時照射の出力は利用できる。可視光のみおよび赤外光のみの照射で脈波を検出した時に、いずれか一方のみでは脈波の振幅が不十分の場合には、同時照射にすることで脈波の感度を向上させ、その結果を利用して脈波を検出して脈拍数などを求めることも可能となる。

10

## 【0170】

尚、本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

例えば前記実施例5～10の処理は、前記実施例1の検出光の決定の後に行われることが望ましい。

## 【0171】

また、光量を変えた場合に、オフセットの調整幅を変化させる手法は、脈波や体動の検出の際に採用できるだけでなく、前記実施例1の検出光の決定の際にも適用できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0172】

20

【図1】皮膚の色によって出力信号が変動する状態を示す説明図である。

【図2】出力信号の意味する内容を示す説明図である。

【図3】皮膚の色とオフセットの関係を示す説明図である。

【図4】可視光を用いた場合の皮膚の色と脈拍振幅の関係を示す説明図である。

【図5】赤外光を用いた場合の皮膚の色と脈拍振幅の関係を示す説明図である。

【図6】オフセット制御値の調整幅を示す説明図である。

【図7】実施例1の生体情報検出装置の構成を示す説明図である。

【図8】検出回路等の構成を示す説明図である。

【図9】出力信号とオフセット制御値の関係を示す説明図である。

【図10】実施例1のメインルーチンを示すフローチャートである。

30

【図11】実施例1の検出光決定処理を示すフローチャートである。

【図12】実施例2の検出光決定処理を示すフローチャートである。

【図13】実施例3の検出光決定処理を示すフローチャートである。

【図14】実施例4の検出光決定処理を示すフローチャートである。

【図15】実施例4の脈波の振幅を最大にするための処理を示すフローチャートである。

【図16】実施例5の体動があった場合の出力信号の変化を示すグラフである。

【図17】実施例5のオフセット調整等の処理を示すフローチャートである。

【図18】実施例6のオフセットの変化を直線補間する方法を示すフローチャートである。

。

【図19】実施例7の外乱があった場合の出力信号の変化を示すフローチャートである。

40

【図20】実施例7のオフセット調整等の処理を示すフローチャートである。

【図21】実施例8のオフセット調整等の処理を示すフローチャートである。

【図22】実施例9のオフセット調整等の処理を示すフローチャートである。

【図23】実施例10のオフセット調整等の処理を示すフローチャートである。

【図24】実施例11のFFT処理後のデータを示す説明図である。

## 【符号の説明】

## 【0173】

1 ... 脈波検出装置

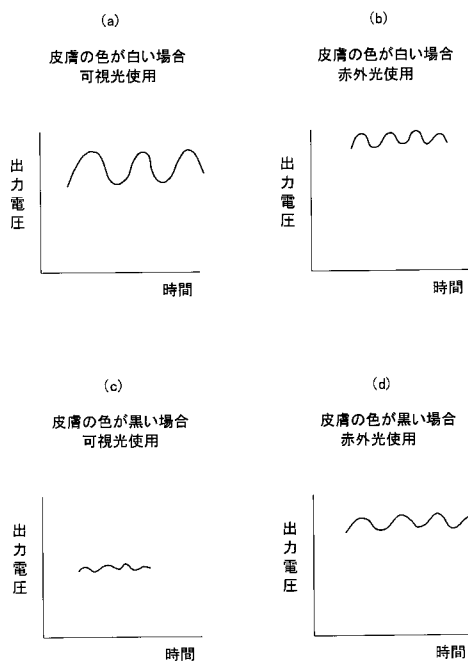
3 ... データ処理装置

5 ... 脈波センサ

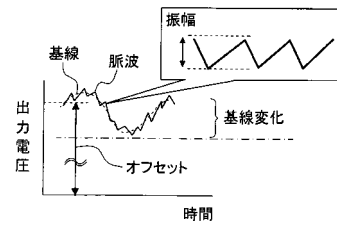
50

- 7 ... 駆動回路
- 1 1 ... 検出回路
- 1 3 ... A / D 変換器
- 1 5 ... マイクロコンピュータ
- 1 6 ... D / A 変換器
- 1 7 ... 可視光 LED
- 1 9 ... 赤外光 LED
- 2 1 ... フォトダイオード ( P D )

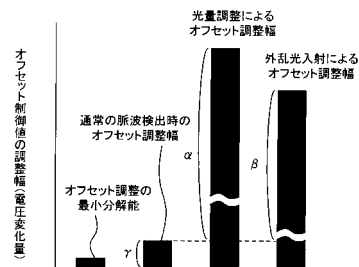
【 図 1 】



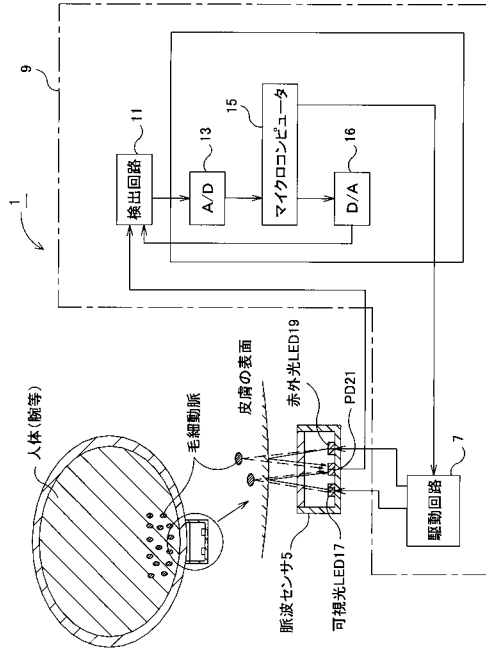
【 図 2 】



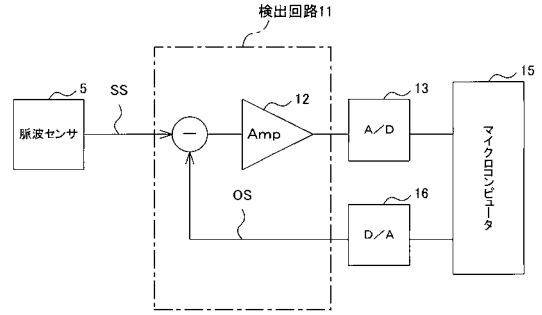
【 図 6 】



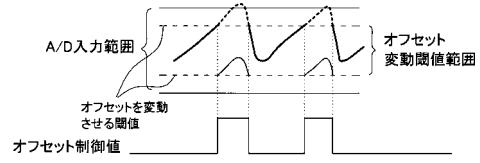
【図7】



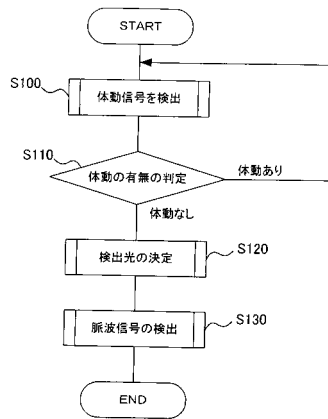
【図8】



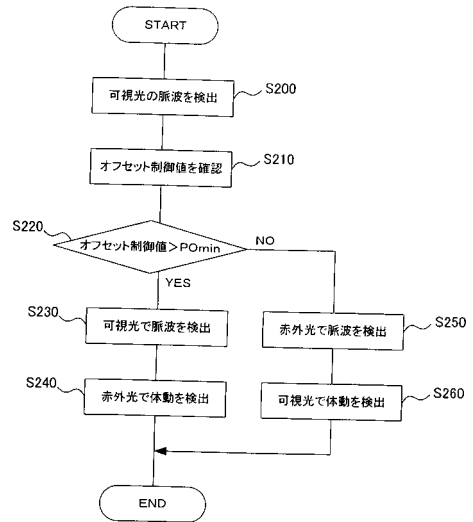
【図9】



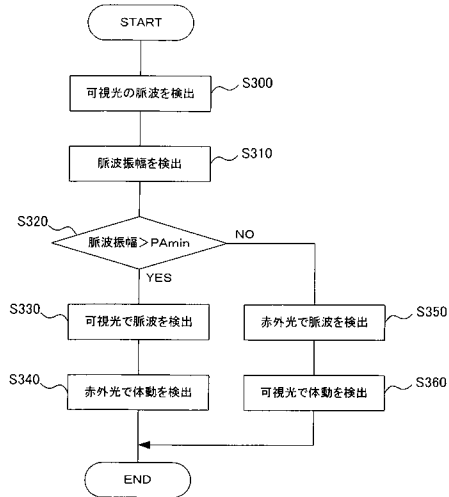
【図10】



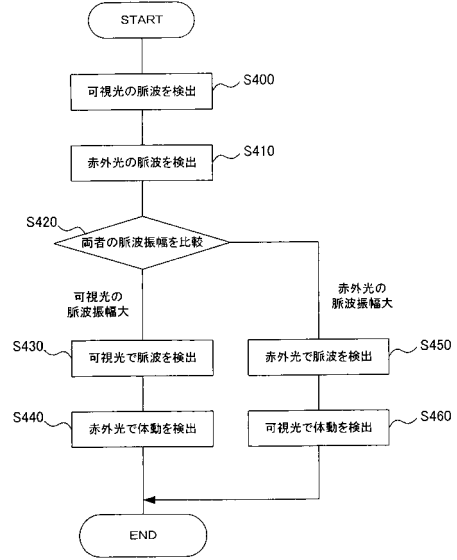
【図11】



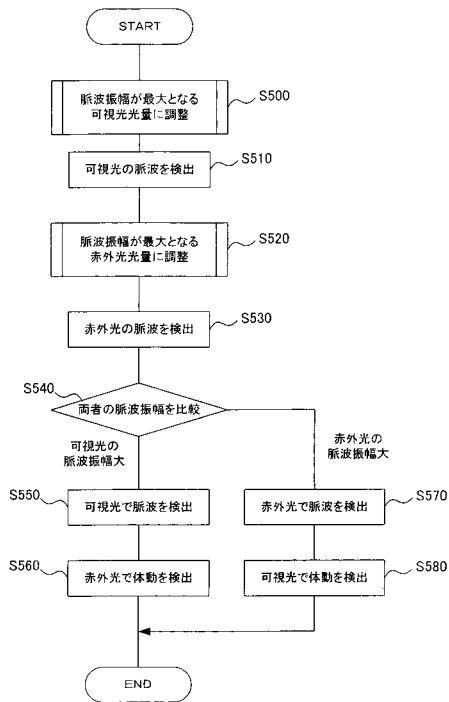
【図12】



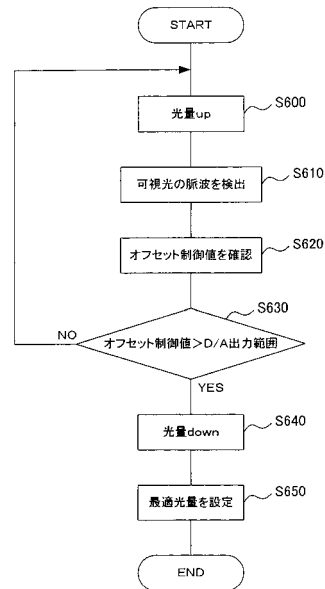
【図13】



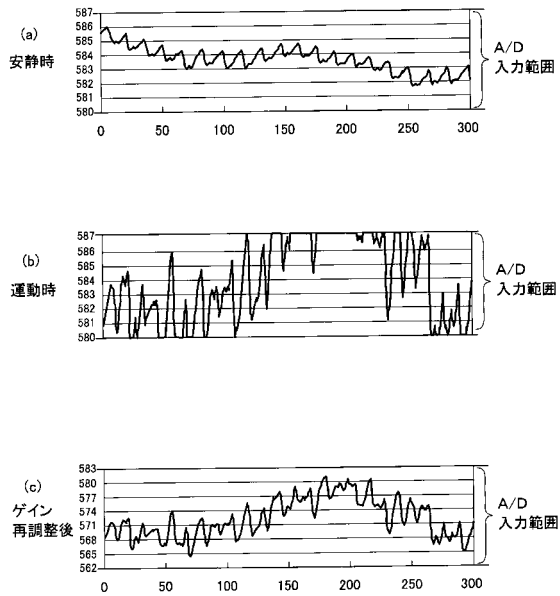
【図14】



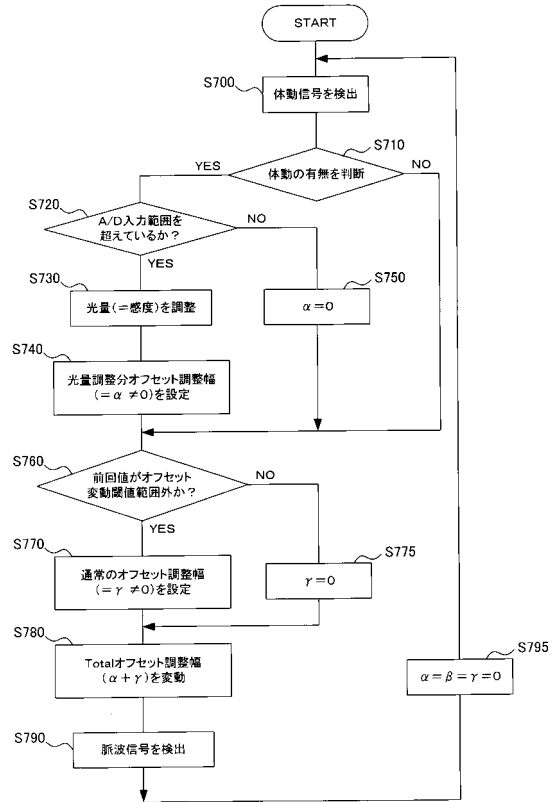
【図15】



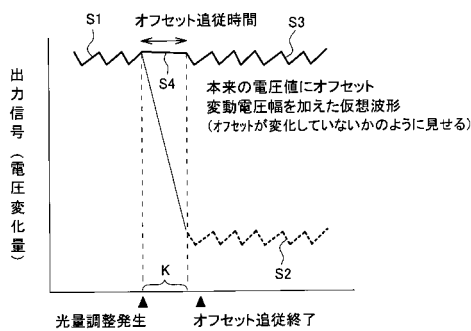
【図16】



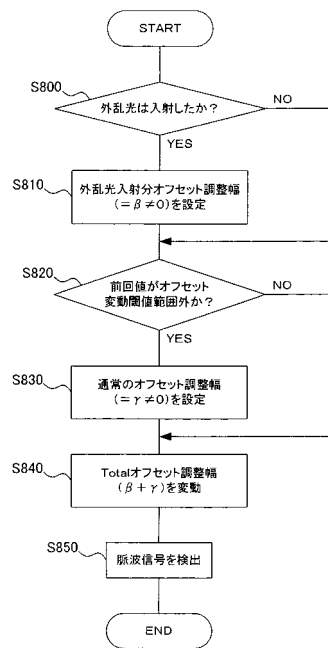
【図17】



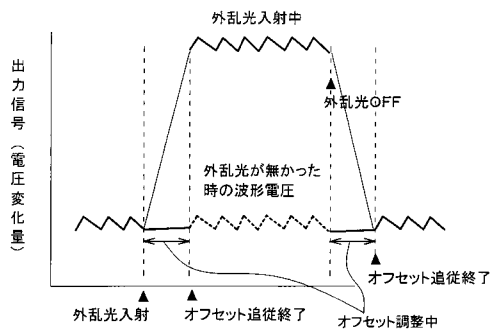
【図18】



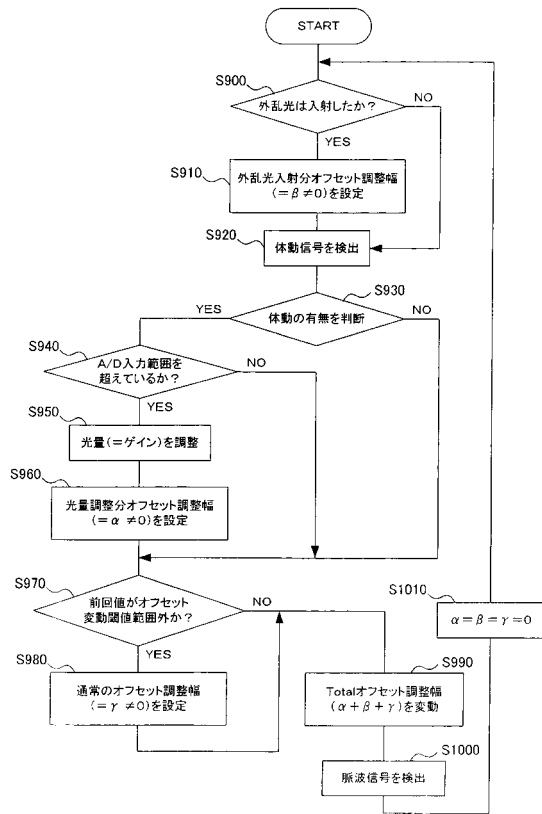
【図20】



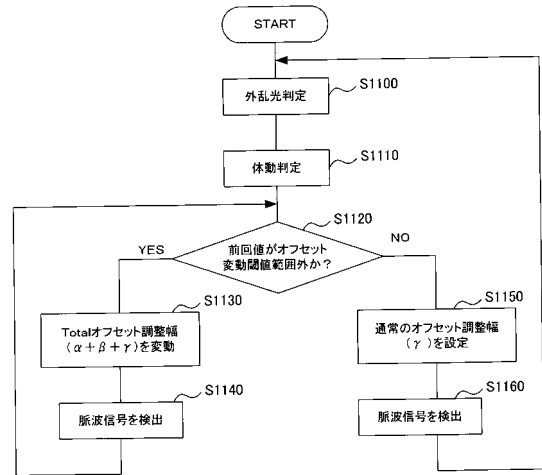
【図19】



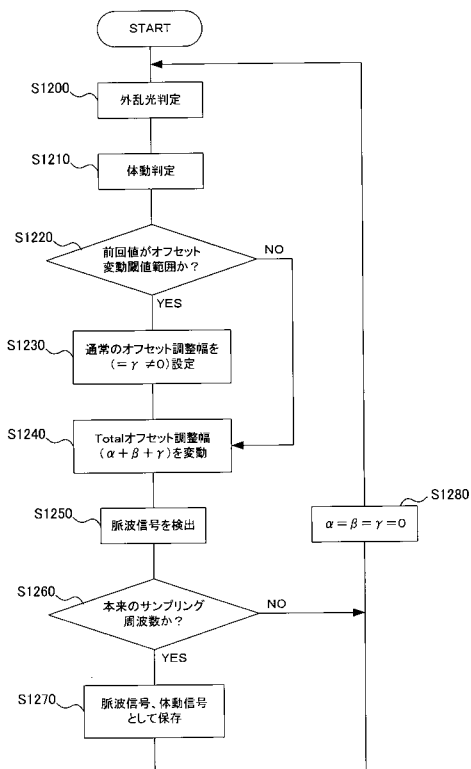
【図 2 1】



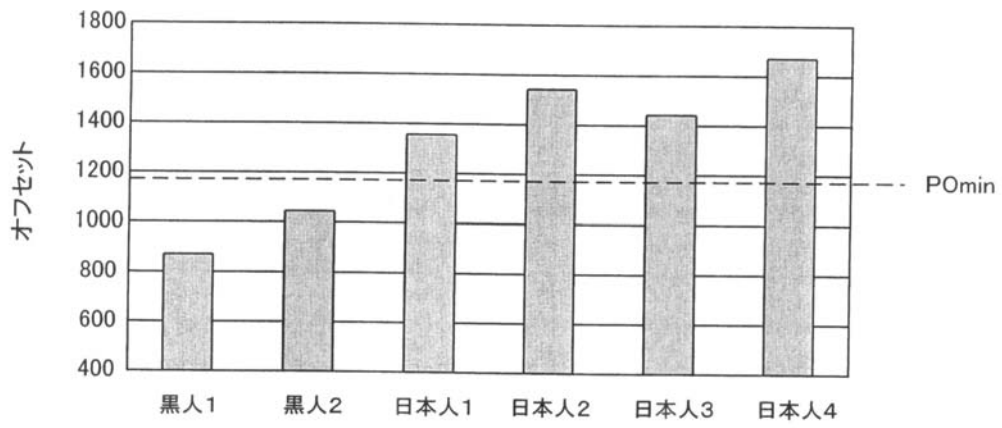
【図 2 2】



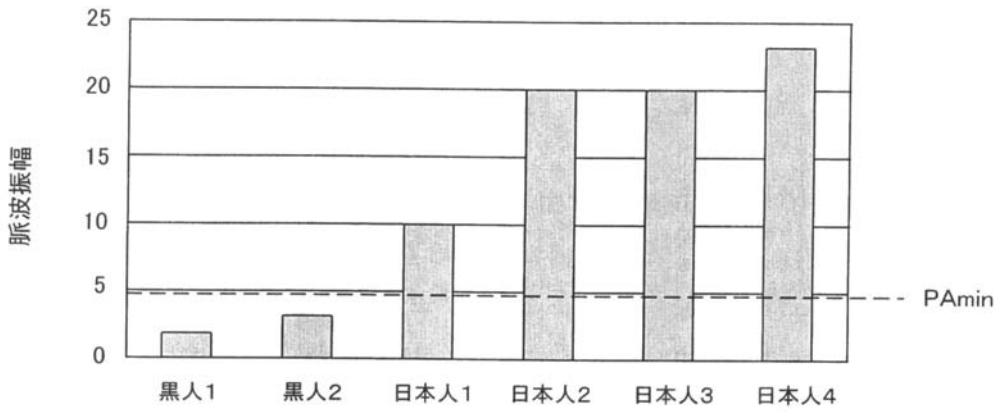
【図 2 3】



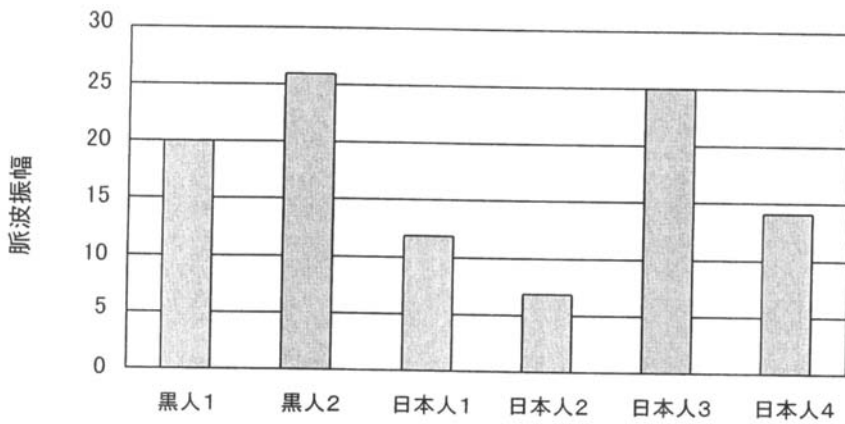
【図3】

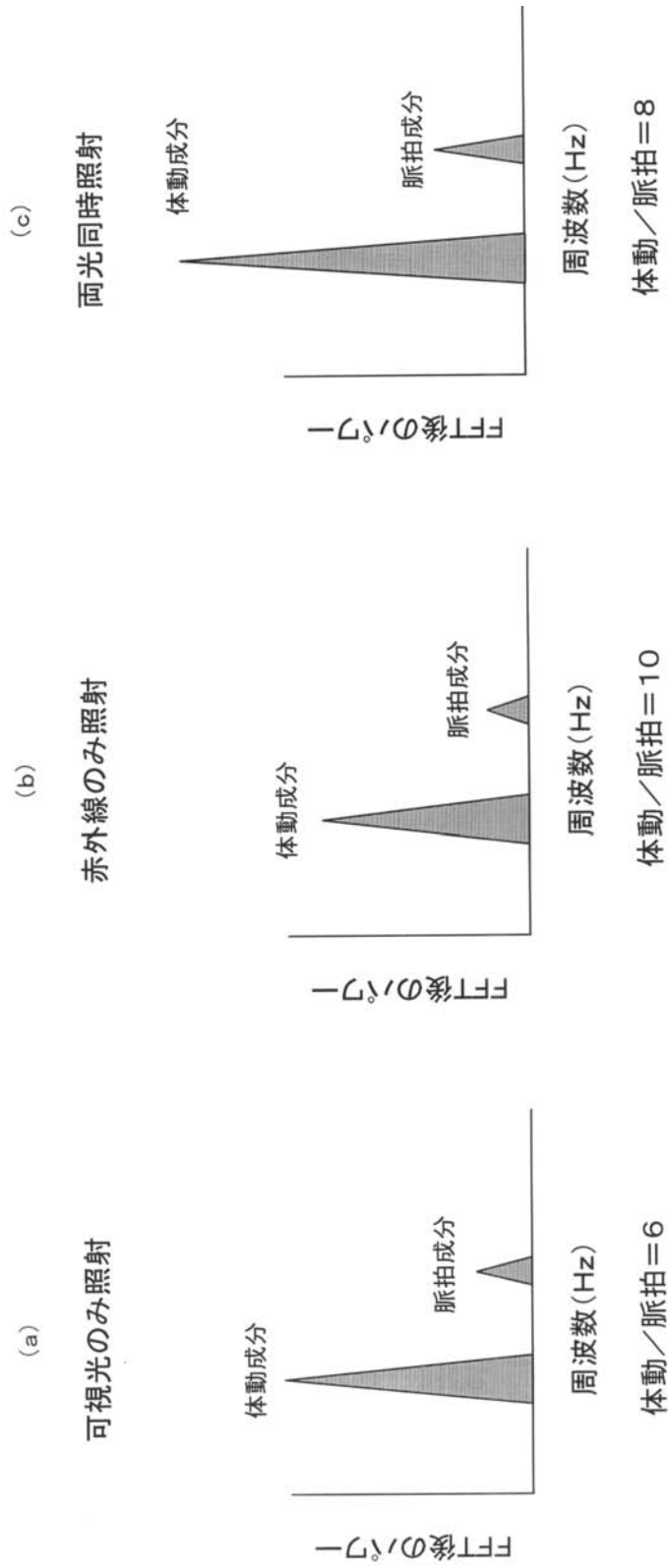


【図4】



【図5】





---

フロントページの続き

審査官 小島 寛史

(56)参考文献 特開2004-261366(JP,A)  
特開平07-088092(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 5/0245  
A61B 5/11