

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4192166号

(P4192166)

(45) 発行日 平成20年12月3日(2008.12.3)

(24) 登録日 平成20年9月26日(2008.9.26)

(51) Int.Cl.		F 1			
A 6 1 M	1/10	(2006.01)	A 6 1 M	1/10	5 0 0
A 6 1 B	5/00	(2006.01)	A 6 1 B	5/00	1 0 2 A
A 6 1 B	5/145	(2006.01)	A 6 1 B	5/14	3 1 0

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-185077 (P2005-185077)	(73) 特許権者	504253234
(22) 出願日	平成17年6月24日(2005.6.24)		朝比奈 輝哉
(65) 公開番号	特開2006-43436 (P2006-43436A)		東京都文京区春日1-9-25-201
(43) 公開日	平成18年2月16日(2006.2.16)	(73) 特許権者	504253245
審査請求日	平成17年6月24日(2005.6.24)		滝井 義隆
(31) 優先権主張番号	特願2004-193138 (P2004-193138)		埼玉県さいたま市桜区中島1-3-2
(32) 優先日	平成16年6月30日(2004.6.30)	(74) 代理人	100058479
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脈動流発生装置及び酸素飽和度モニター装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体の末端に近接する部分に巻き付け装着可能な加圧帯と、加圧帯に連通されたエアホースと、エアホースを介して加圧帯にエアを送るポンプと、エアホースに取り付けられ加圧帯内のエアを開放するエア開放弁と、加圧帯内のエアの圧力を検出する圧力検出器と、この圧力検出器からの圧力信号を受け、設定された目標圧力及び繰り返し周期に基づいて前記ポンプ及びエア開放弁にこれらの作動/作動停止信号を送る制御手段とを具備し、当該生体の末端部分に脈動流を生じさせるようにしたことを特徴とする人工心肺施行中における脈動流発生装置。

【請求項2】

制御手段は、圧力検出器から0mmHg乃至2mmHgの圧力検知信号を受けた時又はそれ以降に、エア開放弁を閉じる信号を送り、かつ、ポンプに作動信号を送って加圧帯へ送気するようになり、圧力検出器から設定目標圧力の検知信号を受けた時に、ポンプに作動停止信号を送って、加圧帯への送気を停止するようになり、更に、圧力検出器から設定目標圧力の検知信号を受けた時又はそれ以降にエア開放弁を開く信号を送る制御を繰り返すことにより、設定された繰り返し周期で当該生体の末端部分に脈動流を生じさせるようにしたことを特徴とする請求項1記載の人工心肺施行中における脈動流発生装置。

【請求項3】

制御手段は、目標圧力の設定値を人工心肺施行中に変更可能としたことを特徴とする請求項1記載の人工心肺施行中における脈動流発生装置。

10

20

【請求項 4】

生体の末端に近接する部分に巻き付け装着可能な加圧帯と、加圧帯に連通されたエアホースと、エアホースを介して加圧帯にエアを送るポンプと、エアホースに取り付けられ加圧帯内のエアを開放するエア開放弁と、加圧帯内のエアの圧力を検出する圧力検出器と、この圧力検出器からの圧力信号を受け、設定された目標圧力及び繰り返し周期に基づいて前記ポンプ及びエア開放弁にこれらの作動/作動停止信号を送り当該生体の末端部分に脈動流を生じさせるようにした制御手段と、当該末梢部分に装着された時に、前記脈動流の存在下で酸素飽和度を検出可能な経皮的酸素飽和度モニターとを具備し、当該末梢部分に生じた脈動流により経皮的酸素飽和度を連続的に計測可能なことを特徴とする人工心肺施行中における酸素飽和度モニター装置。

10

【請求項 5】

経皮的酸素飽和度モニターは、生体の心臓鼓動に基づく脈動流の波形に基づいて酸素飽和度を検出する装置で、制御手段は、脈動流の繰り返し周期が30回/分乃至60回/分に設定されていることを特徴とする請求項4記載の人工心肺施行中における酸素飽和度モニター装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、人工心肺を用いた心臓血管外科手術において、脈動流を発生させる装置及び血液中の酸素飽和濃度をモニターする装置に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

従来、心臓血管外科手術では、人工心肺を用いている状態においても、低酸素血症を防ぐために、人工心肺施行中に患者の血液中の酸素飽和度をモニターすることが必要である。

【0003】

血液中の酸素飽和度(SpO_2)を計測する装置として、経皮的酸素飽和度モニターが広く知られており、これは、指先につけたセンサーを用いて血液中の酸素の量を測定するもので、脈流の存在が前提となる。

【0004】

30

ところで、現在人工心肺は遠心ポンプ型のものが使用されているが、遠心ポンプ型人工心肺の血流は通常定常流で、脈流を伴わない。このため、人工心肺施行中に患者の血液中の酸素飽和度を経皮的酸素飽和度モニターで計測することはできない。

【0005】

そこで、従来、人工心肺施行中における患者の血液中酸素飽和度のモニターは一定時間(例えば30分毎)の動脈血液ガス分析(ABG)に依存している。

【0006】

しかし、施行中に、人工心肺回路の故障などに起因して、人工心肺の故障(動脈血送血の停止や酸素化されない動脈血の供給)、ガス供給の途絶、患者自身の血管抵抗変化による循環不全等により生じる可能性があり、従来のような間欠的な計測ではリスク管理が十分とはいえない。

40

【0007】

他方、定常流の血液ではなく、人工心肺回路に脈動流を持たせる技術自体は出願前公知である(例えば特許文献1,2)。しかし、これでは、人工心肺等の故障に起因する場合は、対応することができない。しかも、脈動を発生する個所が指先から遠いため、その脈動が時々刻々と変化する患者の血管抵抗に依存し、且つ心肺中送血圧の脈圧差が少ないため、脈動流は指先まで及ばない。その結果、人工心肺施行中には、指先につけたセンサーで SpO_2 値を計測することができない。また遠心ポンプ型人工心肺は、血球成分をローラーポンプで潰してしまう欠点を解消したが、遠心ポンプ型人工心肺に特許文献1,2の方法を組み込むと、血球成分の破壊と回路の延長による貧血の増長に繋がるおそれがある

50

【特許文献1】特表2000-508950、特許請求の範囲の記載など

【特許文献2】特表2001-508669、特許請求の範囲の記載など

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、人工心肺を用いた心臓血管外科手術において、酸素飽和濃度をモニターする生体末端部分の近傍において簡単な装置で脈動流を形成することにより、血液中の酸素飽和濃度を連続してモニターすることができる装置を提供するものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明は、以下の構成を備えている。

【0010】

(1) 生体の末端に近接する部分に巻き付け装着可能な加圧帯と、加圧帯に連通されたエアホースと、エアホースを介して加圧帯にエアを送るポンプと、エアホースに取り付けられ加圧帯内のエアを開放するエア開放弁と、加圧帯内のエアの圧力を検出する圧力検出器と、この圧力検出器からの圧力信号を受け、設定された目標圧力及び繰り返し周期に基づいて前記ポンプ及びエア開放弁にこれらの作動/作動停止信号を送る制御手段とを具備し、当該生体の末端部分に脈動流を生じさせるようにしたことを特徴とする人工心肺施行中における脈動流発生装置。

20

【0011】

(2) 制御手段は、圧力検出器から0mmHg乃至2mmHgの圧力検知信号を受けた時又はそれ以降に、エア開放弁を閉じる信号を送り、かつ、ポンプに作動信号を送って加圧帯へ送気するようになし、圧力検出器から設定目標圧力の検知信号を受けた時に、ポンプに作動停止信号を送って、加圧帯への送気を停止するようになし、更に、圧力検出器から設定目標圧力の検知信号を受けた時又はそれ以降にエア開放弁を開く信号を送る制御を繰り返すことにより、設定された繰り返し周期で当該生体の末端部分に脈動流を生じさせるようにしたことを特徴とする(1)記載の人工心肺施行中における脈動流発生装置。

30

【0012】

(3) 制御手段は、目標圧力の設定値を人工心肺施行中に変更可能としたことを特徴とする(1)記載の人工心肺施行中における脈動流発生装置。

【0013】

(4) 生体の末端に近接する部分に巻き付け装着可能な加圧帯と、加圧帯に連通されたエアホースと、エアホースを介して加圧帯にエアを送るポンプと、エアホースに取り付けられ加圧帯内のエアを開放するエア開放弁と、加圧帯内のエアの圧力を検出する圧力検出器と、この圧力検出器からの圧力信号を受け、設定された目標圧力及び繰り返し周期に基づいて前記ポンプ及びエア開放弁にこれらの作動/作動停止信号を送り当該生体の末端部分に脈動流を生じさせるようにした制御手段と、当該末梢部分に装着された時に、前記脈動流の存在下で酸素飽和度を検出可能な経皮的酸素飽和度モニターとを具備し、当該末梢部分に生じた脈動流により経皮的酸素飽和度を連続的に計測可能なことを特徴とする人工心肺施行中における酸素飽和度モニター装置。

40

【0014】

(5) 経皮的酸素飽和度モニターは、生体の心臓鼓動に基づく脈動流の波形に基づいて酸素飽和度を検出する装置で、制御手段は、脈動流の繰り返し周期が30回/分乃至60回/分に設定されていることを特徴とする(4)記載の人工心肺施行中における脈動流発生装置。

【0015】

ここで、上記経皮的酸素飽和度モニターは、生体の心臓鼓動に基づく脈動流の波形に基づいて酸素飽和度を検出する態様と、生体に取り付けた時に加圧帯の加圧/脱圧の繰り返

50

しに起因して発生する脈動流の波形に基づいて酸素飽和度を検出する態様とを備え、各態様に切り替え可能となっている。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、人工心肺を用いた心臓血管外科手術において、人工心肺回路とは別の簡便な装置を用いて脈動流を作り、それにより血液中の酸素飽和濃度を連続してモニターすることにより、施行中における種々のリスクを軽減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図面を参照して本発明に係る脈動流発生装置及び酸素飽和度モニター装置の実施態様について説明する。この装置は、図1に示すように、生体の末端（例えば指）に近接する部分（例えば肘直下の上腕動脈直上）に巻き付け装着可能な加圧帯（カフ）10を備えている。具体的には、加圧帯（カフ）は、加圧/脱圧で弾性変形するゴムの部分が上腕動脈直上に位置するように装着する。また、指先に装着される経皮的酸素飽和度モニター20が設けられている。加圧帯10は、いわゆる血圧などを測るときに腕に巻くカフを用いることができ、特に、子供用の7cm幅の小さいカフが適切である。この圧力帯には2本のエアホース12, 14が連通されている。1本のエアホース12は加圧帯にエアを送排気するためのもので、他のエアホース14は、加圧帯内の圧力を検知するものである。各エアホース12, 14は、制御機器70の圧出力ポート150、圧検出ポート160にそれぞれ取り付けられている。

図2に示すように、制御機器内70の制御回路は、エアホース14に圧力検出器50が接続され、この圧力検出器からの圧力検知信号は、A/D変換器74を介して中央制御回路（CPU）72に入力されるようになっている。また、エアホース12は制御機器内で分岐され、その一方がポンプ30に、他方がエア開放弁40に連通されている。そして、中央制御回路（CPU）72は、ポンプ30及びエア開放弁40にそれぞれ駆動信号を送るようになっている。

【0018】

図3は、この制御機器の前面パネルを示す。前面パネルには、ポンプの加圧を開始/停止するスタート/ストップボタン100と、圧力目標を設定する設定部110、ポンプ駆動の比率を設定する設定部120、繰り返し周期を設定する設定部130、圧力保持時間を設定する設定部140を備えている。これら設定部は中央制御回路に接続され、設定部で設定した値に基づいて装置の各機器が制御されるようになっている。また、前面前記圧検出ポート150、前記圧出力ポート160等を備え、さらに、表面板に、印加中の圧力、設定したインターバル又は圧力保持時間などを表示する表示部を備えている。

【0019】

ここで、加圧帯の加圧/脱圧の繰り返しによる脈動流の波形は、生体の心臓鼓動に基づく脈動流の波形とは異なり、サインカーブの波形又はこれに類似する波形である。しかし、脈動流が30回/分以上であれば、生体の心臓鼓動の脈動流波形に基づいて酸素飽和度を検出する市販の装置であっても、酸素飽和度を検出可能である。ただし、血液凝固を防ぐヘパリンを全身投与している人工心肺の最中は高圧、長時間の圧迫により容易に皮下出血を惹起する可能性があるため、脈動流の振幅頻度の上限が60回/分、また、加圧の上限が50mmHgを越えない様に過負担を軽減するのが好ましい。

【0020】

ただし、経皮的酸素飽和度モニターとして、生体の心臓鼓動に基づいて発生する脈動流の波形に基づいて酸素飽和度を検出する態様と、生体に取り付けた時に加圧帯の加圧/脱圧の繰り返しに起因して発生する脈動流の波形に基づいて酸素飽和度を検出する態様との両方の対応を有し、両波形を切換できる装置を用いた場合、切換使用することにより30回/分未満でも圧力帯の加圧/脱圧で生じた脈動流を検出することができるようになり、その結果、脈動流の回数をより少なくして生体（患者）の負担をより小さくすることができる利点がある。また、加圧帯への送気制御をより精密に行なうことにより、生体の心

10

20

30

40

50

臓鼓動に基づいて発生する脈動流の波形に近い波形を生成させ、そのことにより上記した市販の酸素飽和度検出モニターにおいて30回/分未満の周期の脈動流でも酸素飽和度を検出することができるようになり、その結果患者の負担をより軽減することができる。また上記は、成人に関するものであるが、小児においても、加圧帯をコンパクトにするなど、測定条件を小児用に適宜設定することにより、本発明の装置を有効に適用することができることはもちろんである。

【0021】

しかして、本発明装置は、以下の制御を制御回路で行なう。ポンプで圧力帯に送気し、圧力帯内の空気圧が設定圧力に達したことを圧力検出器で検知すると、ポンプの作動を停止する。そして、同時に又は所定時間経過後にエア開放弁を開放して圧力帯のエアを排気する。圧力検出器で0mmHg乃至2mmHgの圧力を検出すると、検出と同時に又は所定時間経過後にエア開放弁を閉じ、ポンプを作動して圧力帯に送気する。このような送排気を繰り返すことにより、肘部分の動脈の圧迫、開放を繰り返し、その結果、設定した繰り返し周期の脈動流が形成される。圧力の下限を0mmHg乃至2mmHgとしたのは、加圧により停止していた血流の再循環を促すためである。設定圧力、繰り返し周期などは、予め設定することもできるし、また、施行中に変更することもできる。上述したように、加圧帯の目標圧力は高すぎると生体の負担が大きくなり、低すぎても所定の脈動流を形成し難くなるので、設定される脈動流の周期との兼ね合いで好適な値が設定される。なお、虚血の惧れがある場合は、施行中に目標圧力の設定値を下げる。

【実施例】

【0022】

次に本発明の実施例を説明する。

人工心肺(CPB)を用いた心臓血管外科手術において、患者の右側肘の直下にカフを巻き、送脱気ホースを介して、プロトタイプのポンプに装着した。ポンプを0から30-50mmHgの範囲で36乃至60回/分(0.6乃至1Hz)の頻度で作動し圧迫解除を繰り返した。指先には二種類の市販の経皮的酸素飽和度モニター(商品名:Masimo Radical及びN-595 Nellcor)を装着した。また、対側にもMasimo Radicalを装着し対照を採得した。SpO₂値と、橈骨動脈(C-SO₂)及び人工心肺回路(R-SO₂)よりサンプリングしたPO₂値を比較検討した。

【0023】

18例においてこの方法を施行した。CPB施行中(定常流の時)、対照側では、SpO₂値の測定は不可能であった。一方、プロトタイプのポンプを装着した側では、プレシスモグラフィ、SpO₂値を示した。このプレシスモグラフィに描き出された波形の頻度はポンプの送脱気のリズムと一致した。SpO₂値、C-SO₂値、R-SO₂値は99.93±0.29%、99.78±0.27%、99.73±0.3%(CPB導入直後)、99.57±0.6%、99.79±0.19%、99.78±0.18%(CPB中)、99.87±0.36%、99.83±0.3%、99.84±0.26%(CPB離脱直前)であり(注:上記数値はマッシュモの値で統一した。)、各々のポイントでのSpO₂値とサンプリング値は一致した。図4にこの測定データの一例を示す。aは人工心肺の波形(定常流)、bは右指先に取り付けた経皮的酸素飽和度モニター(商品名:Masimo Radical)で検出した波形(脈動流)、cは右指先に取り付けた経皮的酸素飽和度モニター(商品名:N-595 Nellcor)で検出した波形(脈動流)、dは左指先に取り付けた経皮的酸素飽和度モニター(商品名:Masimo Radical)で検出した波形(定常流)を示す。

【0024】

ここで制御機器の基本動作、仕様は以下とおりである。

【0025】

(基本動作)

スタートボタンを押すと、設定した目標圧力(例えば50mmHg)迄デューティでポンプを駆動し、加圧する。カフ内の圧力が目標圧力まで到達したら、ポンプを止め、弁を

10

20

30

40

50

開いてカフ内の圧力を開放する。カフ内の圧力が 2 mmHg 以下になったら、弁を閉じ、ポンプを駆動して再度加圧を開始する。この時、繰返し周期が設定したインターバルより短い場合は、設定インターバルになるまで待機する。このことにより設定した繰返し周期となるようにする。

【0026】

(仕様)

ポンプ

定格電圧：6V

消費電力：850mA以下

加圧能力：容量500mLの容器に接続し、定格電圧で駆動した時、0から300mmHgまでの加圧時間 5.2秒以内

弁

定格電圧：6V

消費電流：100mA

漏れ：容量120mLの容器に接続し、定格電圧で弁を閉じた時、300mmHgでの圧力降下が1mmHg/60秒以内

減圧能力：容量500mLの容器に接続し、300mmHgに加圧、弁を開放した時、300から5mmHgまでの減圧時間が5秒以内。

【0027】

圧力センサー：測定範囲 0乃至300mmHg

(増幅器含む)精度： ± 3 mmHg以内

エアホース 寸法：長さ5m(3.5m+1.5m)、内径：3mm(ダブルホース)

カフ 内袋(プラダ)寸法：幅5cm,長さ11cm,使用時容量：7h100mL、材料：内袋；天然ゴム、外袋；ナイロン

次に、コンパクトな加圧帯を用いて、本装置を小児に適用した例を示す。図5,図6に、10歳女児心房中隔欠損症の手術の際に人工心肺を用いている間、本発明装置による刺激でサチュレーションに脈波を与えた記録の抜粋を示す。図5は、サチュレーションのデータを示し、図6は、プレシスモグラフィーを示し、縦軸はパルセーションレシオ(%)を示す。図5中、Cont. SpO₂は刺激を与えていない側で、Act. SpO₂は刺激を与えている側のデータであり、図6中、Cont. Plethは刺激を与えていない側で、Act. Plethは刺激を与えている側のデータである。図6から、刺激を与えている側では、自脈が残存している処にポンプの刺激が乗って、刺激を与えていない側に比して脈波が生じていることが分かる。その状態から本発明装置による刺激で完全なサインカーブへ変化している部分が観察出来る。これに対し、刺激を与えていない側は感知出来ず、フラットなままである。この結果から、加圧帯をコンパクトにすれば、小児においても本装置を有効に適用できることが確認された。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明にかかる装置の一実施態様を示す概略説明図。

【図2】本発明に係る制御手段の一実施態様を示すブロック図。

【図3】本発明に係る制御機器の一実施態様を示す概略正面図。

【図4】実施例における人工心肺施行中のプレシモグラフィーの一例を示す図。 aは人工心肺の波形(定常流) bは右指先に取り付けた経皮的酸素飽和度モニター(商品名：Masimo Radical)で検出した波形(脈動流) cは右指先に取り付けた経皮的酸素飽和度モニター(商品名：N-595 Nellcor)で検出した波形(脈動流) dは左指先に取り付けた経皮的酸素飽和度モニター(商品名：Masimo Radical)で検出した波形(定常流)

【図5】10歳女児心房中隔欠損症の手術の際に人工心肺を用いている間、この装置による刺激でサチュレーションに脈波を与えた記録を示すグラフで、サチュレーションのデータを示す図。

【図6】同プレシスモグラフィーを示す図。

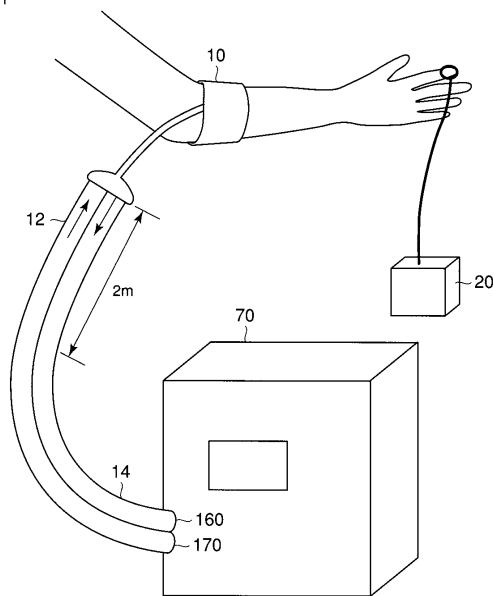
【符号の説明】

【0029】

10 ... 加圧帯、12 ... 送気用エアホース、14 ... 排気用エアホース、20 ... 経皮的酸素飽和度モニター、30 ... ポンプ、40 ... エア開放弁、50 ... 圧力検出器、60 ... 制御手段、70 ... 制御機器、100... スタート/ストップボタン、110... 圧力目標を設定する設定部、120... ポンプ駆動の比率を設定する設定部、130... 繰り返し周期を設定する設定部、140... 圧力保持時間を設定する設定部、150... 圧検出ポート、160... 圧出力ポート

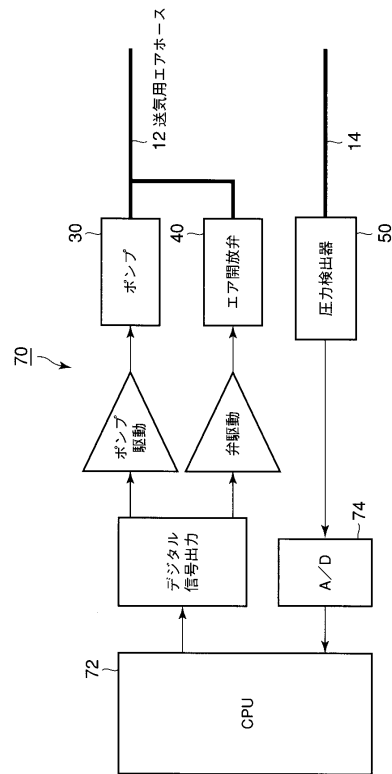
【図1】

図1

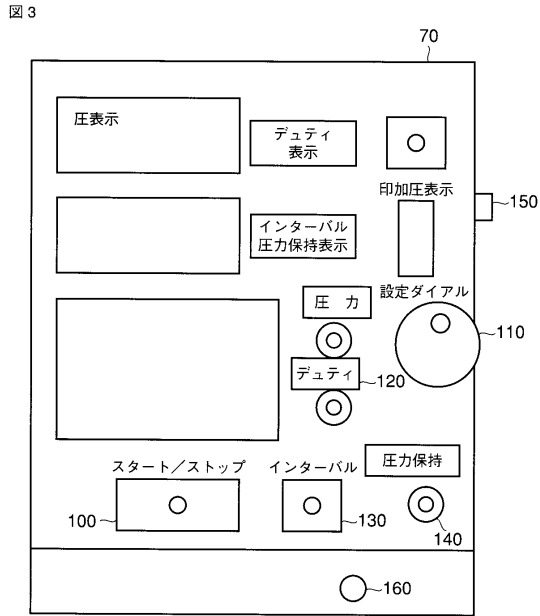


【図2】

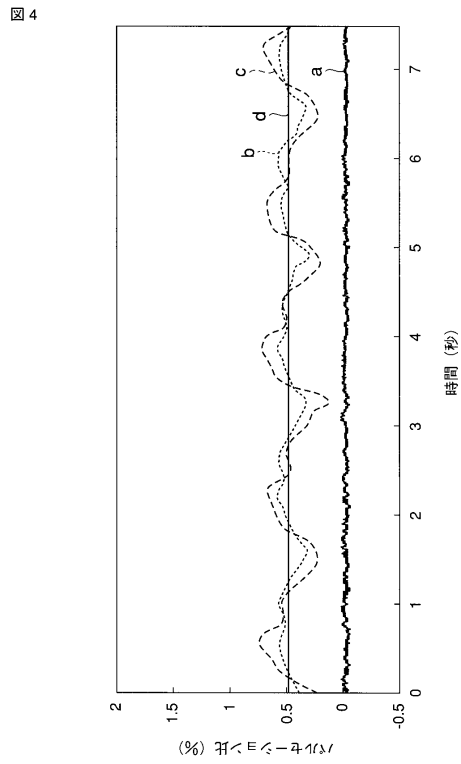
図2



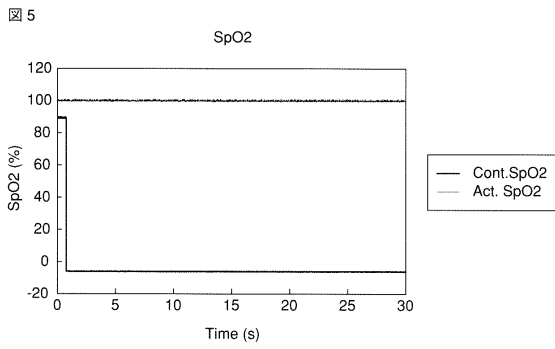
【 図 3 】



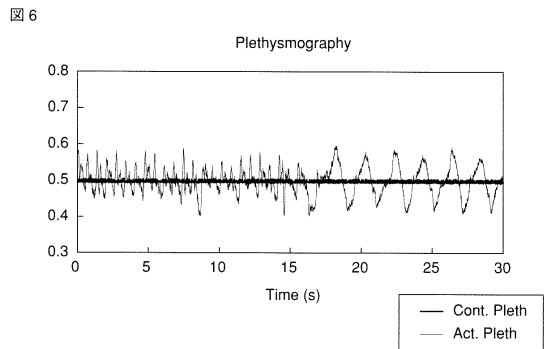
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
- (72)発明者 朝比奈 輝哉
東京都文京区春日 1 - 9 - 2 5 - 2 0 1
- (72)発明者 滝井 義隆
埼玉県さいたま市桜区中島 1 - 3 - 2

審査官 土田 嘉一

- (56)参考文献 特許第 2 6 0 8 8 2 8 (J P , B 2)
特表 2 0 0 0 - 5 0 8 9 5 0 (J P , A)
特表 2 0 0 1 - 5 0 8 6 6 9 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| A 6 1 M | 1 / 1 0 |
| A 6 1 B | 5 / 0 0 |
| A 6 1 B | 5 / 1 4 5 |

专利名称(译)	脉动流发生装置和氧饱和度监测装置		
公开(公告)号	JP4192166B2	公开(公告)日	2008-12-03
申请号	JP2005185077	申请日	2005-06-24
[标]申请(专利权)人(译)	滝井 义隆		
申请(专利权)人(译)	朝比奈辉哉 滝井孝		
当前申请(专利权)人(译)	朝比奈辉哉 滝井孝		
[标]发明人	朝比奈辉哉 滝井義隆		
发明人	朝比奈 輝哉 滝井 義隆		
IPC分类号	A61M1/10 A61B5/00 A61B5/145		
FI分类号	A61M1/10.500 A61B5/00.102.A A61B5/14.310 A61B5/14.320 A61B5/145 A61B5/1455		
F-TERM分类号	4C038/KK01 4C038/KL07 4C038/KX01 4C077/AA02 4C077/HH03 4C077/HH13 4C077/JJ03 4C077/JJ13 4C077/KK23 4C077/NN01 4C117/XA04 4C117/XB04 4C117/XC11 4C117/XD17 4C117/XE33 4C117/XE37 4C117/XE57 4C117/XR20		
代理人(译)	河野 哲 中村诚		
优先权	2004193138 2004-06-30 JP		
其他公开文献	JP2006043436A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过在活体周边部分附近用简单的装置形成脉动流来持续监测血液中的氧饱和度浓度，在使用人工心脏和肺的心血管手术中监测其氧饱和和浓度。ZSOLUTION：脉动流发生器配备有能够在靠近生物体周边的部分上缠绕的压力带10，与压力带连通的空气软管12和14，用于通过压力带将空气送到压力带的泵30。空气软管，连接到空气软管以打开压力带中的空气的空气开放阀40，用于检测压力带中的空气压力的压力检测器50，用于接收来自该压力检测器的压力信号的控制装置60和基于设定的目标压力和重复周期向泵和空气开放阀发送工作/停止信号，并且脉动流发生器在人工心肺的操作期间在生物体的周边部分产生脉动流。Z

【图 1】

