

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5570853号  
(P5570853)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int.Cl. F I  
**A 6 1 M 16/00 (2006.01)** A 6 1 M 16/00 3 0 5 C  
**A 6 1 B 5/08 (2006.01)** A 6 1 M 16/00 3 7 0 Z  
 A 6 1 B 5/08

請求項の数 2 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-60756 (P2010-60756)                  (22) 出願日 平成22年3月17日 (2010.3.17)                  (65) 公開番号 特開2011-193909 (P2011-193909A)                  (43) 公開日 平成23年10月6日 (2011.10.6)                  審査請求日 平成24年7月25日 (2012.7.25)                  (31) 優先権主張番号 特願2010-42379 (P2010-42379)                  (32) 優先日 平成22年2月26日 (2010.2.26)                  (33) 優先権主張国 日本国(JP)                   前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000230962                  日本光電工業株式会社                  東京都新宿区西落合1丁目31番4号                  (74) 代理人 100074147                  弁理士 本田 崇                  (72) 発明者 磨田 裕                  神奈川県横浜市西区みなとみらい4-10-3-W2805                  (72) 発明者 小林 尚史                  東京都新宿区西落合1丁目31番4号 日                  本光電工業株式会社内                  (72) 発明者 山森 伸二                  東京都新宿区西落合1丁目31番4号 日                  本光電工業株式会社内</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工呼吸装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

患者の呼吸器系と連絡する連絡部と、  
 人工呼吸器からのガスを前記連絡部へ流す流路である吸気回路と、  
 前記連絡部から排気されるガスを前記人工呼吸器の排気管へ導く流路である呼気回路と、  
 前記排気管から前記連絡部側への流れを遮断する呼気弁と、  
 前記呼気弁より下流の回路であって、前記排気管における前記人工呼吸器の外部の排気口  
 に設けられ、二酸化炭素濃度を検出する二酸化炭素濃度センサと、  
 前記二酸化炭素濃度センサの出力に基づきアラームを出力するアラーム出力手段と、  
 前記人工呼吸器へ電力を供給する第1の電源部と、  
 前記二酸化炭素濃度センサ及び前記アラーム出力手段へ電力を供給する専用の第2の電  
 源部と  
 を具備することを特徴とする人工呼吸装置。

【請求項2】

前記アラーム出力手段は、前記人工呼吸装置の装置情報及び前記患者の生体情報の少な  
 くとも一方を得て、得られた情報と前記二酸化炭素濃度センサの出力とに基づき装置状態  
 と患者状態との少なくとも一方の状態が異常か否かを判定する状態判定手段を具備するこ  
 とを特徴とする請求項1に記載の人工呼吸装置。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、二酸化炭素濃度センサを備えた人工呼吸装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、人工呼吸装置には人工呼吸器の誤作動や呼吸回路の異常による患者の無換気もしくは低換気状態を検出して警報を発生する機能が搭載されている。特に、終末呼気二酸化炭素濃度 (End-tidal CO<sub>2</sub>:EtCO<sub>2</sub>) の監視は、患者が実際にガス交換を行っていることを確認できるため、有用とされている。

## 【0003】

現状の人工呼吸装置に搭載されているEtCO<sub>2</sub> 測定機構或いは、人工呼吸装置とは別の患者監視装置におけるEtCO<sub>2</sub> 測定機構は、概ね図4に示される構成であった。

## 【0004】

図4に示されている装置は従来的人工呼吸装置であり、次のように構成されていた。即ち、人工呼吸器80は、一方向弁である吸気弁82、感染防止フィルタ86、加温加湿器87、ウォータートラップ88、及び呼吸回路81を介して患者Aの呼吸器系に接続され、また当該患者Aの呼吸器系は、呼吸回路81、ウォータートラップ89、感染防止フィルタ90、及び一方向弁である呼気弁83を介して人工呼吸器80の排気管91に接続されており、人工呼吸器80から吸気弁82を介して患者に呼吸ガスを送出し、患者の呼気ガスを呼気弁83、排気管91を介して、排気口91Aから外部に排出している。

## 【0005】

この人工呼吸装置においては、患者Aの口元に近い位置に二酸化炭素濃度センサ84が設けられており、患者AのEtCO<sub>2</sub> を測定して患者Aのガス交換の状況を監視している。この二酸化炭素濃度センサ84を含む、患者Aと人工呼吸器80との間にある装置や器具、すなわち、感染防止フィルタ86、90、加温加湿器87、ウォータートラップ88、89、及び呼吸回路81は、交換や滅菌、或いは患者毎に取り換え可能とするために、容易に着脱できるような構成となっている(例えば、特許文献1の図1参照)。

## 【0006】

また、人工呼吸器80には当該人工呼吸器80の各部に電力供給を行う電源部85が備えられており、この電源部85は二酸化炭素濃度センサ84にも所要の電力供給を行っている。尚、手動や別途の圧力源等で作動させる簡易な人工呼吸器においては、電源部を備えていないものもある。

## 【0007】

更に、サイドストリーム方式で炭酸ガス濃度を検出している人工呼吸装置として、呼気弁の上流の呼気回路の途中からサンプリングチューブを介して接続された炭酸ガス濃度検出器と、吸気回路に接続された流量計測器とから、炭酸ガス量を算出するようにした人工呼吸装置が知られている(特許文献2参照)。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【特許文献1】実公平6-20535号公報

【特許文献2】特開2002-11100号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

図4或いは特許文献1に記載の装置は、上述のように、人工呼吸器80と患者Aとの間で容易に着脱できる部分が多く、それだけ接続部の外れる確率が上昇する。特に、吸気回路部分の接続外れは、患者に重大な影響を及ぼす可能性がある。したがって、各接続部の外れによる患者の換気不良、センサ外れによるアラームの誤作動及びこれに伴う患者の換気不良などを引き起こさないように、二酸化炭素濃度センサ84などが確実に装着された

10

20

30

40

50

状態であることを確認する必要がある、極めて煩わしいという問題がある。

【0010】

また、呼吸ガスは加温加湿器87により加湿されており、更に二酸化炭素濃度センサ84が患者Aの口元に近い位置に設置されているため、二酸化炭素濃度センサ84付近の回路内は結露しやすく、結露すると二酸化炭素濃度センサ84による二酸化炭素濃度の検出が正常に行われ難くなり、アラームなどの誤作動の原因になる。

【0011】

更に、患者が自発呼吸をしていて、呼吸回路81の呼気回路（例えば、感染防止フィルタ90の接続部）が外れた場合及び呼吸回路81の吸気回路（例えば、感染防止フィルタ86の接続部）が外れた場合、患者に呼吸ガスが送られなくなるが、二酸化炭素濃度センサ84は患者の自発呼吸による二酸化炭素を検出するために、上記二酸化炭素濃度センサ84では上記の外れは検出できない。また、患者が自発呼吸をしていない場合は、吸気回路が外れたら呼吸ガスを供給できなくなるため、二酸化炭素濃度センサ84の検出値が異常となって、異常状態であることが検出できるが、呼気回路が外れたら、外れた箇所によっては、外れが検出できない場合もあり得る。すなわち、外れた箇所が呼気弁83に近い箇所であれば、呼気回路の管路抵抗が大きく、それにより患者へ呼吸ガスが送られて、二酸化炭素濃度センサ84により二酸化炭素が検出されるため、外れが検出できない可能性がある。

10

【0012】

尚、本明細書において「外れが検出できる」とは、外れたときに二酸化炭素濃度センサにより検出される二酸化炭素濃度が正常ではない状態になることを表し、必ずしも外れた箇所が特定できるわけではない。また「外れが検出できない」とは、二酸化炭素濃度センサにより検出される二酸化炭素濃度が異常にならないことを表す。

20

【0013】

更にまた、図4に記載の装置は、1個の電源部85から人工呼吸器80と二酸化炭素濃度センサ84とに電力を供給しているため、電源部85が機能しなくなると、人工呼吸器80が動作しなくなると同時に二酸化炭素濃度センサ84も働かなくなり、その結果アラームが発生せず、異常を知ることができない。上記電源部を備えていない簡易な人工呼吸器においては、通常二酸化炭素濃度を監視する機能は備えられていない。

【0014】

特許文献2に記載の上記装置は、炭酸ガス濃度検出器が呼気回路側に接続されているが、呼気ガスのサンプリングチューブが呼気弁の上流側に接続されており、サンプリングチューブや炭酸ガス濃度検出器を、交換や滅菌、或いは患者毎に取り換え可能とするために、容易に着脱できるような構成とする必要がある。そのため、これもまた各接続部の外れによる患者の換気不良、センサ外れによるアラームの誤作動及びこれに伴う患者の換気不良などを引き起こさないように、炭酸ガス濃度検出器などが確実に装着された状態であることを確認する必要がある、極めて煩わしいという問題を有する。

30

【0015】

本発明は上記のような人工呼吸装置の現状に鑑みてなされたもので、その目的は、容易に着脱可能な部分の数を減らして接続部の点検に掛かる時間を減少させ、更に接続部の外れる確率を減少させて安全性を高めた人工呼吸装置を提供することである。

40

【0016】

また、本発明の目的は、二酸化炭素濃度センサに対する結露の影響を低減した人工呼吸装置を提供することである。

【0017】

更に、本発明の目的は、自発呼吸がない場合のみならず、自発呼吸がある場合においても、呼吸回路の外れを検出できるようにし、更には、その外れた箇所も特定できるようにした人工呼吸装置を提供することである。

【0018】

更にまた、本発明の目的は、何らかの原因によって人工呼吸器に対する電力供給がなさ

50

れなくなっても、或いは電源部や二酸化炭素濃度センサを備えていない人工呼吸器においても、二酸化炭素濃度センサが動作し、所要の場合にアラームが発生して、異常を知ることが可能な人工呼吸装置を提供することである。これに加えて、呼吸回路を含む装置の状態や患者の状態を、詳細に分析可能とする人工呼吸装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明に係る人工呼吸装置は、患者の呼吸器系と連絡する連絡部と、人工呼吸器からのガスを前記連絡部へ流す流路である吸気回路と、前記連絡部から排気されるガスを前記人工呼吸器の排気管へ導く流路である呼気回路と、前記排気管から前記連絡部側への流れを遮断する呼気弁と、前記呼気弁より下流の回路であって、前記排気管における前記人工呼吸器の外部の排気口に設けられ、二酸化炭素濃度を検出する二酸化炭素濃度センサと、前記二酸化炭素濃度センサの出力に基づきアラームを出力するアラーム出力手段と、前記人工呼吸器へ電力を供給する第1の電源部と、前記二酸化炭素濃度センサ及び前記アラーム出力手段へ電力を供給する専用の第2の電源部とを具備することを特徴とする。

10

【0022】

本発明に係る人工呼吸装置では、前記アラーム出力手段は、前記人工呼吸装置の装置情報及び前記患者の生体情報の少なくとも一方を得て、得られた情報と前記二酸化炭素濃度センサの出力とに基づき装置状態と患者状態との少なくとも一方の状態が異常か否かを判定する状態判定手段を具備することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、二酸化炭素濃度を検出する二酸化炭素濃度センサが呼気弁より下流の回路に設けられているので、万が一、二酸化炭素濃度センサが汚染されたとしても、呼気弁により患者側への汚染は阻止されるため、二酸化炭素濃度センサの滅菌、交換の頻度は著しく減少する。これにより、二酸化炭素濃度センサを堅固に取り付けることが可能となり、二酸化炭素濃度センサの取り付け状態を確認する作業は不要となり、人工呼吸器と患者との間の接続部の点検作業が軽減されるのみならず、接続部の外れる確率を減少させて安全性を高めることができる。

【0024】

本発明によれば、二酸化炭素濃度センサが呼気弁より下流の回路に設けられているので、水分発生源（加熱加湿器、患者等）から遠く、結露することはほとんどない。したがって、正確な二酸化炭素濃度を検出することが可能となる。

30

【0025】

本発明によれば、二酸化炭素濃度センサが呼気弁より下流の回路に設けられているので、患者が自発呼吸している状態で、二酸化炭素濃度センサの上流側の呼吸回路の呼気回路が外れた場合、患者の呼気が二酸化炭素濃度センサに正常に到達しなくなるため、当該呼気回路の外れを検出することができる。尚、患者が自発呼吸をしている状態で、吸気回路が外れた場合は、外れた箇所によってはその外れが検出できる場合もあり得る。すなわち、外れた箇所が吸気回路の下流側（患者に近い側）であれば、患者の呼気は当該外れた箇所から漏れて二酸化炭素濃度センサに到達しなくなるため、二酸化炭素濃度センサの検出値が異常となって、当該吸気回路の外れを検出することができる。患者が自発呼吸をしていない状態で、呼吸回路の呼気回路が外れた場合は、外れた箇所に関わりなく呼吸ガスが二酸化炭素濃度センサに到達しなくなるため、二酸化炭素濃度センサの検出値が異常となって、当該呼気回路の外れを検出でき、呼吸回路の吸気回路が外れた場合は、患者へ呼吸ガスが送られなくなって二酸化炭素濃度センサの検出値が異常となり、従来と同様に異常状態であることを検出することができる。

40

【0026】

本発明によれば、二酸化炭素濃度センサ及びアラーム出力手段へ電力を供給する専用の電源部が備えられているので、何らかの原因によって人工呼吸器に対する電力供給がなされなくなっても、或いは、二酸化炭素濃度センサを備えていない人工呼吸器にあっては後

50

付けすることにより、二酸化炭素濃度センサが動作し、所要の場合にアラームが発生して、異常を知ることが可能である。

【0027】

本発明によれば、二酸化炭素濃度センサは、排気管の排気口に設けられているので、患者の自発呼吸の有無にかかわらず、二酸化炭素濃度センサの上流側の呼吸回路の呼気回路の外れを検出することができるため、ほぼすべての呼気回路の外れを検出することができる。また、スペース上の制約をあまり受けないため、二酸化炭素濃度センサを後付けでも比較的簡単に取り付けることができる。

【0028】

本発明によれば、前記人工呼吸装置の装置情報及び前記患者の生体情報の少なくとも一方を得て、得られた情報と上記二酸化炭素濃度センサの出力とに基づき装置状態と患者状態との少なくとも一方を判定するので、装置状態と患者状態を得ることができ、より安定した装置の運用管理や患者監視を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明に係る人工呼吸装置における第1の実施形態の構成を示すブロック図。

【図2】本発明に係る人工呼吸装置の要部構成を示すブロック図。

【図3】本発明に係る人工呼吸装置の要部構成を示すブロック図。

【図4】従来例に係る人工呼吸装置の構成を示すブロック図。

【図5】本発明に係る人工呼吸装置における第2の実施形態の構成を示すブロック図。

【図6】本発明に係る人工呼吸装置における第2の実施形態において得られる吸気回路の外れが生じた場合の二酸化炭素濃度波形及び気道内圧波形を示す図。

【図7】本発明に係る人工呼吸装置における第2の実施形態において得られる呼気回路の外れが生じた場合の二酸化炭素濃度波形及び気道内圧波形を示す図。

【図8】本発明に係る人工呼吸装置における第2の実施形態において得られるウォータートラップの緩みが生じた場合の二酸化炭素濃度波形及び本実施形態において得られる気道内圧波形を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、添付図面を参照して本発明に係る人工呼吸装置の実施例を説明する。各図において同一の構成要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。図1には、第1の実施形態に係る人工呼吸装置の構成が示されている。人工呼吸装置は、人工呼吸用の所要酸素濃度を有するガスを所要圧にて送出する人工呼吸器10を備える。

【0031】

患者Aの呼吸器系には、呼吸器系と連絡する連絡部11が取り付けられる。連絡部11は、マスク或いは気管挿管される導管等により構成される。人工呼吸器10のガス出口10Aと連絡部11との間は、人工呼吸器10からのガスを連絡部11へ流す流路である吸気回路12によって接続されており、吸気回路12には、ガス出口10Aに近接してバクテリア類を捕捉する感染防止フィルタ40が設置され、適宜の箇所に人工呼吸用のガスを加湿する加温加湿器41及び人工呼吸用のガスの余剰水分を捕捉するウォータートラップ42が設置されている。

【0032】

また、人工呼吸器10のガス入口10Bと連絡部11との間は、連絡部11から排気されるガスを人工呼吸器10の排気管17へ導く流路である呼気回路13によって接続されており、呼気回路13には、ガス入口10Bに近接してバクテリア類を捕捉する感染防止フィルタ43が設置され、適宜の箇所に排気ガスの水分を捕捉するウォータートラップ44が設置されている。

【0033】

上記人工呼吸器10には、ガス出口10Aに近接して吸気側一方向弁14が設けられている。吸気側一方向弁14は、人工呼吸器10から連絡部11へ向かうガス流のみを許容

10

20

30

40

50

し、連絡部 11 側からの流れを遮断する機能を有する。

【0034】

また、人工呼吸器 10 には、ガス入口 10B に近接して呼気側一方向弁 15 が設けられている。呼気側一方向弁 15 は、連絡部 11 から人工呼吸器 10 へ向かうガス流のみを許容し、連絡部 11 側への流れを遮断する機能を有する。上記吸気側一方向弁 14 及び上記呼気側一方向弁 15 は、協働して人工呼吸器 10 の患者 A に対する人工呼吸動作に關与する。

【0035】

呼気側一方向弁 15 より下流の回路に二酸化炭素濃度センサ 16 が設けられている。具体的には、呼気側一方向弁 15 から大気へ通じる排気管 17 における排気口 17A に近い位置に二酸化炭素濃度センサ 16 が設けられる。この二酸化炭素濃度センサ 16 の位置は、人工呼吸器 10 の外部であっても内部であってもよい。

10

【0036】

また、二酸化炭素濃度センサ 16 は、排気管 17 に堅固に固定して設けられており、回路外れの虞が全く無く構成されている。尚、二酸化炭素濃度センサ 16 を、人工呼吸器 10 の外部の排気口 17A に取り付けると、取り付けスペース上の制約をあまり受けないため、既存の人工呼吸装置に後付けすることも比較的簡単に可能となる。

【0037】

人工呼吸器 10 には電源部 21 (第 1 の電源部) が設けられ、電源部 21 は、外部電源 (例えば、非常時バックアップされた電源) 20 から電力供給を受けて所要の電圧へ変換して必要とする回路へ電力供給を行っている。また、人工呼吸装置はセンサ用の電源部 (第 2 の電源部) 22 を有しており、外部電源 20 から電力供給を受けて所要の電圧へ変換して二酸化炭素濃度センサ 16 へ電力供給している。

20

【0038】

電源部 22 は監視装置部 30 に備えられており、監視装置部 30 には、アラーム出力手段であるコントローラ 31、スピーカ 32 及び LED などの表示器 33 を備えている。コントローラ 31、スピーカ 32 及び表示器 33 は、上記電源部 22 から電力供給を受けて動作する。コントローラ 31、スピーカ 32 及び表示器 33 は、二酸化炭素濃度センサ 16 の出力に基づきアラームを出力する。通常時に、コントローラ 31 が二酸化炭素濃度センサ 16 の出力に基づき  $E_tCO_2$  を表示器 33 に表示するように構成しても良い。

30

【0039】

二酸化炭素濃度センサ 16 を、図 2 に示されるように排気管 17 に設け、信号線 17a や電源線 17b によって監視装置部 30 と接続されるメインストリーム方式とすることができる。

【0040】

また、二酸化炭素濃度センサ 16 を、図 3 に示されるように監視装置部 30 に設け、排気管 17 に結合した分岐管 38 からサンプリングチューブ 39 を介して呼気ガスを二酸化炭素濃度センサ 16 へ導くようにしたサイドストリーム方式とすることができる。

【0041】

尚、図 2 と図 3 において監視装置部 30 を人工呼吸器 10 の外部に設けているが、人工呼吸器 10 の内部に設けるようにしても良い。

40

【0042】

以上の通りに構成された人工呼吸装置では、電源オンの操作により人工呼吸器 10 及び監視装置部 30 における動作が開始され、人工呼吸器 10 から患者 A へのガス供給及び呼気ガスの呼気回路 13 を介しての排出がなされる。また、このとき二酸化炭素濃度センサ 16 による二酸化炭素濃度の検出及び表示器 33 への表示がなされる。吸気回路 12 や呼気回路 13 において回路外れが生じると、回路の終端に備えられた二酸化炭素濃度センサ 16 により検出する二酸化炭素濃度に大きな変化が生じ、例えばスピーカ 32 及び表示器 33 においてアラームが出力されるので、いずれの位置の回路外れであっても、これを容易に検出することができ安全性が高いものである。

50

## 【0043】

二酸化炭素濃度センサ16は、排気管17に堅固に取り付けられているので、センサ外れが無く、安全性が高い。また、患者の呼気によって二酸化炭素濃度センサ16やサンプリングチューブ39を含む部品が汚染されたとしても、これらの部品は感染防止フィルタ43や呼気側一方向弁15の下流にあるため、汚染されたガス等が連絡部11側へ流れることがなく、二酸化炭素濃度センサ16やサンプリングチューブ39を含む部品を交換や滅菌する必要がないメンテナンスフリーを実現でき、交換や滅菌の煩わしさから開放されると共にコスト低減を図ることができる。

## 【0044】

更に、人工呼吸器10の電源部21とは別の電源部22によって二酸化炭素濃度センサ16へ電力供給して必要時にアラームを出力する構成であるため、人工呼吸器10の電源部21に異常が生じた場合にも二酸化炭素濃度センサ16が動作しており、確実に異常を検出してスピーカ32及び表示器33からアラームを出力して異常を報知することができ、この点においても高い安全性が確保されている。

10

## 【0045】

図5には、第2の実施形態に係る人工呼吸装置の構成が示されている。この人工呼吸装置においては、人工呼吸器110が制御部25を備えている。この制御部25は、患者Aの生体情報と当該装置の装置情報とに基づいて、当該装置の作動を制御し、また、患者Aや当該装置を監視して所要のパラメータを表示し、異常の場合にアラームを発するようにした、従来と同様なものである。ここに、生体情報とは、動脈血酸素飽和度、血圧、体温、呼吸数、気道内圧等の、生体に関する情報を指すが、図5には、気道内圧の情報を得るために、連絡部11に設けられた圧力センサ26のみが示されている。

20

## 【0046】

また、当該装置の装置情報とは、人工呼吸器110の作動情報、呼吸回路内の圧力や温度の情報、電源部21の出力電圧・電流等の情報、その他装置に関する全ての情報であり、使用時間等を含むものであるが、図5には、これらの装置情報は示されていない。

## 【0047】

本実施形態においては、上記人工呼吸器110の制御部25から監視装置部130のコントローラ131へ患者Aの気道内圧の情報が与えられる。また、コントローラ131には、二酸化炭素濃度センサ16から二酸化炭素濃度情報が与えられている。コントローラ131は、気道内圧情報と二酸化炭素濃度情報とに基づき、装置状態及び患者状態が正常であるか否かを判定する。そして、判定結果を表示手段である表示器33に表示し、更に、判定結果が異常である場合は、スピーカ32を用いてアラームを出力するように構成されている。

30

## 【0048】

上記において、制御部25は電源部21から供給される電力により動作し、コントローラ131は電源部22から供給される電力により動作する。この第2の実施形態に係る人工呼吸装置におけるその他の構成は、第1の実施形態の装置と変わらない。

## 【0049】

以上の通りに構成された人工呼吸装置によって、次の通りに装置状態及び患者状態の監視を行う。二酸化炭素濃度センサ16から送られる二酸化炭素濃度及び圧力センサ26から送られる気道内圧が、患者Aの呼吸動作（患者Aが自発呼吸をしていない場合は人工呼吸器110の動作）に応じて規則正しく変化している場合は、コントローラ131は装置状態及び患者状態が正常であると判定して、その旨を表示器33に表示する。二酸化炭素濃度及び/または気道内圧が、以下に詳細に示すような異常を示すと、コントローラ131は、異常状態を判定して、その旨を表示器33に表示し、必要に応じてスピーカ32からアラームを出力する。

40

## 【0050】

次に、吸気回路12及び呼気回路13の外れが生じた場合の、二酸化炭素濃度及び気道内圧に基づいた外れ箇所の推定について説明する。以下の説明においては、上記の外れが

50

単独で発生した場合について説明するが、上記以外の異常の発生や上記の外れを含む複数の異常が複合して生じた場合も、二酸化炭素濃度及び気道内圧が同じような傾向を示す場合もあり得るため、以下の「外れの検出」は、その箇所が外れている可能性もあるという推定である。

**【 0 0 5 1 】**

図 6 には、吸気回路 1 2 の外れが生じた場合の、図 7 には、呼気回路 1 3 の外れが生じた場合の、二酸化炭素濃度 ( a ) 及び気道内圧 ( b ) の波形がそれぞれ示されている。各グラフの横軸は経過時間を示している。この場合、二酸化炭素濃度は、図 6 ( a ) 及び図 7 ( a ) にそれぞれ囲った円にて示すように、呼吸による矩形波が乱れて停止している。図 6 ( a ) 及び図 7 ( a ) は、測定結果の一例を示しており、いつもこのような波形が生じるとは限らないが、いずれの場合も矩形波の乱れと停止が認められる。しかしながら、これらの波形のみでは、いずれの箇所において不具合が生じているかまでは特定できない。

10

**【 0 0 5 2 】**

これに対し、気道内圧は、吸気回路 1 2 において外れが生じた場合に、図 6 ( b ) に囲った円にて示すように矩形波が停止すると共にフラットな波形に遷移する。他方、呼気回路 1 3 において外れが生じた場合には、図 7 ( b ) に囲った円にて示すように矩形波の振幅 ( P - P 値 ) が小さな波形となる。これは、呼気回路 1 3 の管路抵抗のために、気道内圧が変化するためである。

**【 0 0 5 3 】**

コントローラ 1 3 1 は、得られた情報である気道内圧と二酸化炭素濃度とを用いて、外れ箇所が吸気回路 1 2 であるか呼気回路 1 3 であるかを特定する。例えば、二酸化炭素濃度が所定のスレッシュホールド値を下回り、且つ気道内圧の所定値以下への低下とその低下部分のパルス不存在を検出して、外れ箇所が吸気回路 1 2 であると判定する。また、二酸化炭素濃度が所定のスレッシュホールド値を下回り、且つ気道内圧の所定値以下の低下と低下部分に所定値以下の振幅 ( P - P 値 ) のパルスを検出して、外れ箇所が呼気回路であると判定する。

20

**【 0 0 5 4 】**

次に、呼気回路 1 3 のウォータートラップ 4 4 の接続部の緩みによってガス漏れが発生している場合について説明する。図 8 には、二酸化炭素濃度 ( a ) 及び気道内圧 ( b ) の波形が示されている。各グラフの横軸は経過時間を示している。この場合、二酸化炭素濃度は、図 8 ( a ) に囲った円にて示すように、呼吸による矩形波が乱れて低レベルに留まった波形となっている。この二酸化炭素濃度波形のみでは、呼吸回路のいずれの箇所において不具合が生じているかまでは特定が困難である。

30

**【 0 0 5 5 】**

一方、気道内圧は、図 8 ( b ) に囲った円にて示すように、通常状態に比べて半分程度の振幅 ( P - P 値 ) を持った波形となる。コントローラ 1 3 1 は、この波形の振幅 ( P - P 値 ) が所定の範囲にあり、且つ二酸化炭素濃度波形が図 8 ( a ) に囲った円にて示すように所定のスレッシュホールド値を下回っていることを検出することにより、呼気回路 1 3 に漏れがあると判定する。

40

**【 0 0 5 6 】**

上記図 7 及び図 8 から理解されるように、呼気回路 1 3 の異常時における気道内圧の振幅 ( P - P 値 ) は、呼気回路 1 3 が外れている場合が小さく、ウォータートラップ 4 4 の接続部の緩みによってガス漏れが発生している場合が大きい。従って、上記気道内圧の振幅 ( P - P 値 ) の大きさによって、異常の程度を推定することもできる。

**【 0 0 5 7 】**

上記気道内圧に換えて次のパラメータのいずれかを用いることもできる。1 呼吸あたりの吸気量や呼気量、1 呼吸あたりの吸気ピーク流量や呼気ピーク流量、及び肺コンプライアンス。

**【 0 0 5 8 】**

50



上記の第2の実施形態においては、二酸化炭素濃度と気道内圧とに基づいて、呼吸回路の外れ箇所を特定したが、二酸化炭素濃度と以下のパラメータとに基づいて、以下の情報を得ることができる。二酸化炭素濃度センサ16によって検出される二酸化炭素濃度が異常値を示している場合、アラーム一時解除の情報に基づき、事故か意図的な操作かを判別でき、誤アラームを防止できる。

【0059】

また、上記二酸化炭素濃度が異常値を示しているとき、肺コンプライアンスが正常で、アラームが一時解除状態でない場合、食道挿管であると推定される。上記肺コンプライアンスに換えて、1呼吸あたりの吸気量や呼気量、1呼吸あたりの吸気ピーク流量や呼気ピーク流量、及び気道内圧から肺コンプライアンスを計算して用いることもできる。

10

【0060】

このように、二酸化炭素濃度センサと、当該装置の装置情報及び前記患者の生体情報の少なくとも一方とを用いて装置状態と患者状態を得ることができ、より安定した装置の運用管理や患者監視を行うことが可能である。

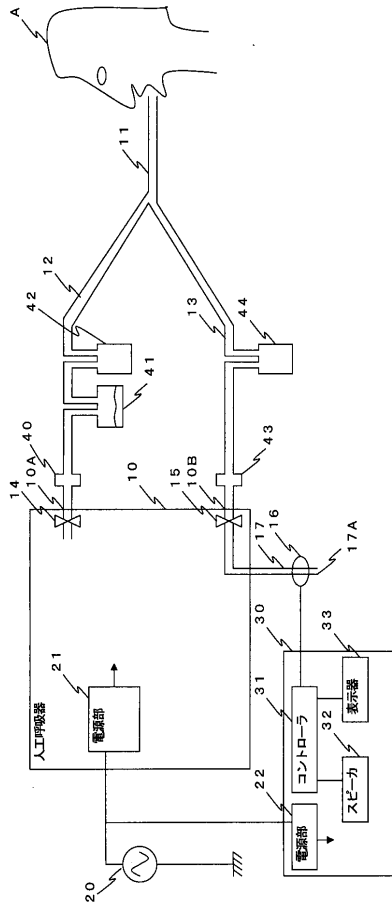
【符号の説明】

【0061】

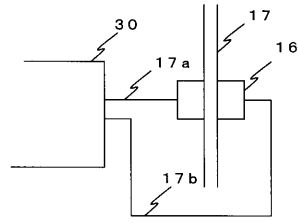
- 10 人工呼吸器
- 11 連絡部
- 12 吸気回路
- 13 呼気回路
- 14 吸気弁
- 15 呼気弁
- 16 二酸化炭素濃度センサ
- 17 排気管
- 17A 排気口
- 21、22 電源部
- 26 圧力センサ
- 31、131 コントローラ
- A 患者

20

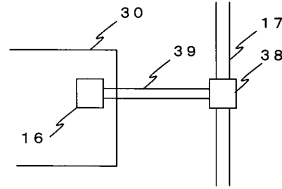
【図1】



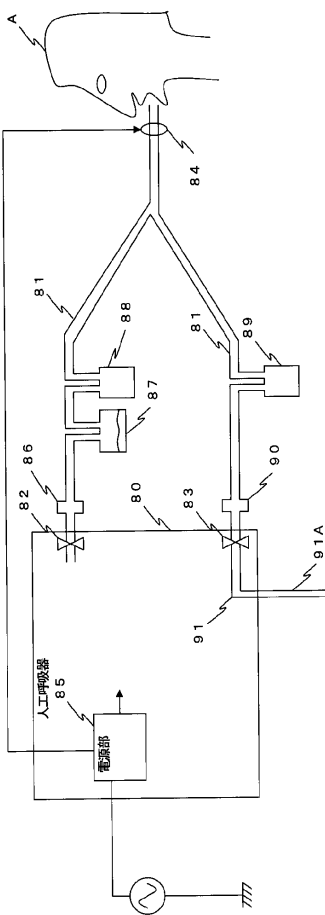
【図2】



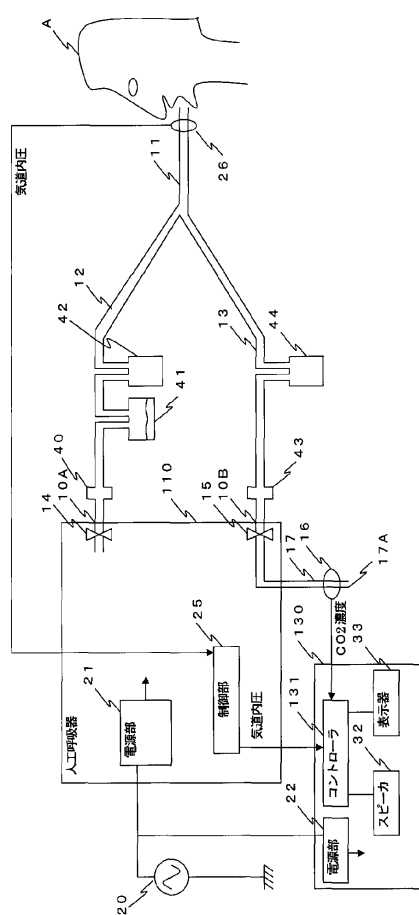
【図3】



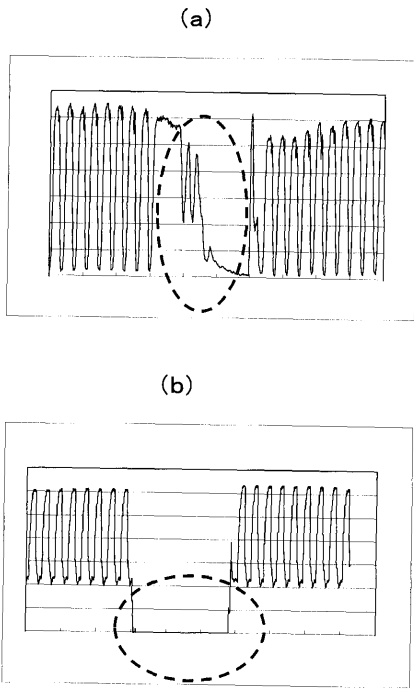
【図4】



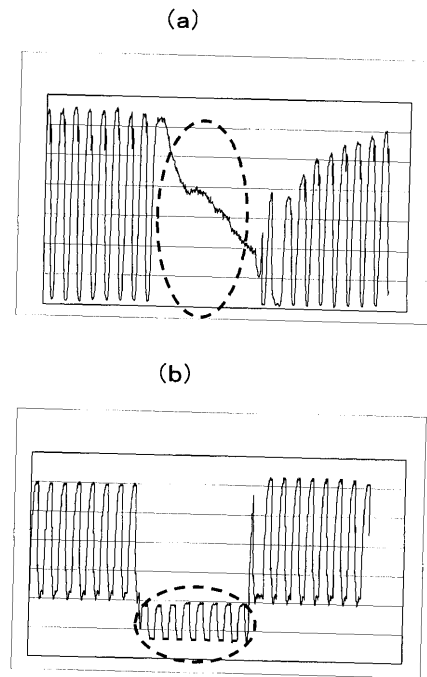
【図5】



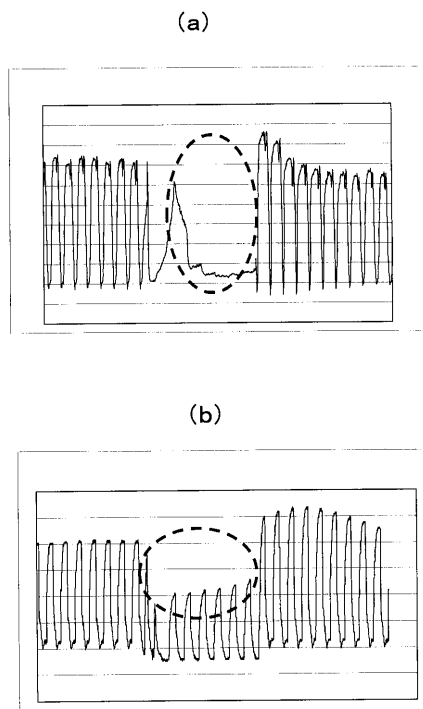
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 長井 靖

東京都新宿区西落合1丁目3番4号 日本光電工業株式会社内

審査官 久郷 明義

(56)参考文献 特表2007-525273(JP,A)

特開2003-062075(JP,A)

米国特許第5092326(US,A)

米国特許出願公開第2007/0062540(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61M 16/00