



PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : A61M 16/00, A61B 5/087, A61M 16/08	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/32619 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. September 1997 (12.09.97)
--	-----------	--

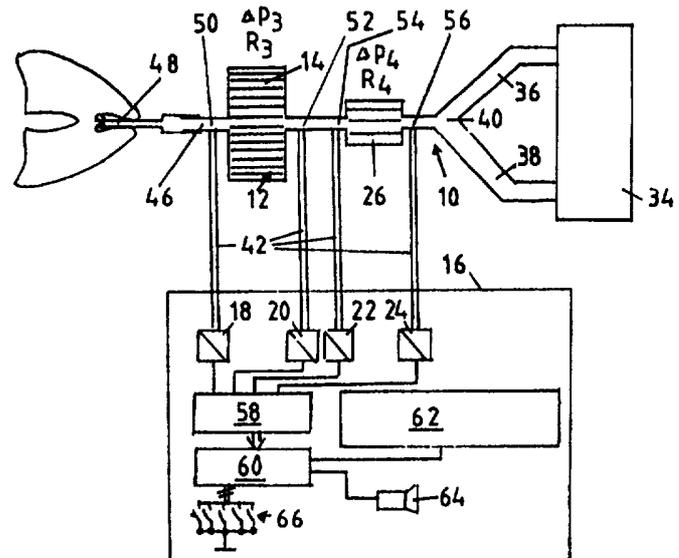
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00444</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 7. März 1997 (07.03.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 607/96 8. März 1996 (08.03.96) CH</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MEDIS-IZE B.V. [NL/NL]; Edisonstraat 1, NL-2180 AB Hillegom (NL).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LAMMERS, Léon [NL/NL]; Bandholm 142, NL-2133 DN Hoofddorp (NL). CORNELIUS-LORENZ, Karl, Siegfried [DE/DE]; Stegemühlenweg 37, D-37083 Göttingen (DE). ZÜCHNER, Klaus [DE/DE]; Angerstrasse 12 a, D-37073 Göttingen (DE).</p> <p>(74) Anwälte: THÖMEN, Uwe usw.; Zeppelinstrasse 5, D-30175 Hannover (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
---	--

(54) Title: DEVICE AND PROCESS FOR MONITORING THE RESPIRATION PARAMETERS OF AN ARTIFICIAL RESPIRATION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG VON ATEMKENNWERTEN EINES BEATMUNGSSYSTEMS

(57) Abstract

A device is disclosed for monitoring the respiration parameters of an artificial respiration system. The proposed device has a treatment device (12) comprising a filter and/or heat- and moisture exchanger (14) fitted in a respiration tube system (10) and is based on evaluation by a monitoring unit (16) of pressure and/or flow-rate values in the respiration system. Inside the respiration system pressure sensors (18, 20) are provided upstream and downstream of a flow resistance (R_3) in the treatment device (12) and pressure sensors (22, 24) are provided upstream and downstream of another flow resistance (R_4) suitable as a reference. The signals from the pressure sensors (18, 20, 22, 24) are fed to the monitoring unit (16) which determines the respiration parameters from the pressure difference Δp_3 above the flow resistance (R_3) in the treatment device (12), the pressure difference Δp_4 above the other flow resistance (R_4) suitable as a reference within the respiration system, and from the time t .



(57) Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zur Überwachung von Atemkennwerten eines Beatmungssystems mit einer in einem Beatmungsschlauchsystem (10) angeordneten Behandlungseinrichtung (12) aus einem Filter und/oder einem Wärme- und Feuchtigkeitstauscher (14) durch Auswertung von Druck- und/oder Strömungsgrößen des Beatmungssystems mittels einer Überwachungseinheit (16) beschrieben. Drucksensoren (18, 20) sind vor und hinter einem Strömungswiderstand (R_3) der Behandlungseinrichtung (12) und Drucksensoren (22, 24) vor und hinter einem weiteren, als Referenz geeigneten Strömungswiderstand (R_4) innerhalb des Beatmungssystems angeordnet. Die Signale der Drucksensoren (18, 20, 22, 24) sind der Überwachungseinheit (16) zugeführt und die Überwachungseinheit (16) ermittelt die Atemkennwerte aus der Druckdifferenz Δp_3 über dem Strömungswiderstand (R_3) der Behandlungseinrichtung (12) und der Druckdifferenz Δp_4 über dem weiteren als Referenz geeigneten Strömungswiderstand (R_4) innerhalb des Beatmungssystems sowie der Zeit t .

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LX	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Vorrichtung und Verfahren zur Überwachung von Atemkennwerten eines Beatmungssystems

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung von Atemkennwerten eines Beatmungssystems nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 12.

Bei Beatmungssystemen zur künstlichen Beatmung von Patienten ist die Einhaltung von Wärme- und Feuchtigkeitswerten, die der natürlichen Umgebung weitgehend entsprechen, von großer Bedeutung. Zumeist erfolgt die Versorgung mit Atemgasen aus Flaschen oder einem zentralen Versorgungssystem, bei dem die Atemgase weitgehend trocken sind. Dies würde ohne Gegenmaßnahmen zu einer Austrocknung der Atemwege des beatmeten Patienten führen.

Um die physiologisch zweckmäßigen Wärme- und Feuchtigkeitswerte einzuhalten, sind Wärme- und Feuchtigkeitstauscher, als HME bezeichnet, bekannt, die als Behandlungseinrichtung im Beatmungsschlauchsystem angeordnet sind. Diese absorbieren Wärme- und Feuchtigkeit aus den Ausatemungsgasen und setzen sie den Einatemungsgasen wieder zu. Die Behandlungseinrichtung kann auch als Filter dienen oder selbst allein als Filter ausgebildet sein, das einerseits eventuelle Verunreinigungen aus dem Beatmungssystem zurückhält und andererseits verhindert, daß Patientenkeime beim Ausatmen das Beatmungssystem verunreinigen. Steigt der Strömungswiderstand durch zu starke Verunreinigung übermäßig an, ist der Patient gezwungen, seine Atemtätigkeit zu verändern. Außerdem besteht die Gefahr, daß eine Unterversorgung mit Atemgasen eintritt. Dies stellt eine unerwünschte Belastung für den Patienten dar. Das Pflege- und

- 2 -

Behandlungspersonal muß deshalb regelmäßig den Atemwiderstand einer solchen Behandlungseinrichtung überprüfen, um Zwischenfälle zu vermeiden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Vorrichtung und einem Verfahren zur Überwachung von Atemkennwerten diese automatisch mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu erfassen, ohne dabei die Funktionssicherheit des Beatmungssystems selbst zu beeinträchtigen.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 12 durch die im jeweiligen Kennzeichen angegebenen Merkmale gelöst.

Weiterbildung und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Aufgrund des Zusammenhangs von Strömungswiderstand R gleich Druckdifferenz Δp durch Volumenstrom \dot{V} und der Beziehung Volumenstrom \dot{V} gleich Volumen V durch Zeit t läßt sich eine der Größen rechnerisch ermitteln, wenn die anderen bekannt sind. Um den Strömungswiderstand der Behandlungseinrichtung zu erhalten, müssen die Druckdifferenz über der Behandlungseinrichtung und der Volumenstrom bekannt sein. Die Druckdifferenz wird dabei durch Drucksensoren vor und hinter der Behandlungseinrichtung ermittelt. Um auch den Strömungswiderstand bestimmen zu können, wird ein als Referenz geeigneter Strömungswiderstand hinzugezogen. Da dieser ebenfalls im Beatmungssystem angeordnet ist, wird er von demselben Volumenstrom durchströmt. Der Volumenstrom kann somit aus der Druckdifferenz über dem als Referenz dienenden Strömungswiderstand

und dem Wert des Referenz-Strömungswiderstandes selbst bestimmt werden.

Damit läßt sich der Wert des Strömungswiderstandes der Behandlungseinrichtung ständig kontrollieren, eine Änderung sofort ermitteln und bei Überschreitung eines Grenzwertes Alarm geben. Auch alle anderen Atemkennwerte und daraus eventuell resultierende Warnhinweise lassen sich aus den Meßwerten durch entsprechende mathematische Berechnung ermitteln. Daher braucht das Behandlungspersonal lediglich die Überwachungseinheit zu beobachten, nicht jedoch das Beatmungssystem, insbesondere die Behandlungseinrichtung ständig zu kontrollieren.

Die Drucksensoren können Drücke innerhalb des Beatmungssystems auf eine Umgebungsreferenz bezogen ermitteln oder Druckdifferenzen über den Strömungswiderständen ermitteln. Mit Drucksensoren, die Drücke auf eine Umgebungsreferenz bezogen ermitteln, lassen sich zusätzlich die Atemwegsdrücke innerhalb des Beatmungssystems ermitteln. Mit Drucksensoren, die lediglich Druckdifferenzen ermitteln, ist ein geringerer Meßaufwand möglich.

Der als Referenz geeignete Strömungswiderstand innerhalb des Beatmungssystems kann als Abschnitt des Beatmungsschlauchsystems, als eine Blende oder als ein Filter ausgebildet sein. Bei Einbeziehung des Abschnitts des Beatmungsschlauchsystems als Referenz kommt man ohne zusätzlichen Strömungswiderstand aus. Allerdings kann der Wert dieses Strömungswiderstandes bei Verlagerung des Beatmungsschlauchsystems leicht variieren. Die weitere Möglichkeit, eine Blende zu verwenden, konzentriert zwar den Referenz-Strömungswiderstand auf einen kurzen Weg, hat aber zumeist nichtlineare Eigenschaften, die

einer besonderen Kompensation bedürfen. Als optimal hat sich ein Filter als Referenz-Strömungswiderstand herausgestellt. Mit einem Filter werden nämlich der Vorteil der konzentrierten Anordnung mit dem Vorteil des linearen Verhaltens bei unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten kombiniert.

Ein als Referenz besonders geeigneter Filter ist als Vlies ausgebildet. Dies ermöglicht eine kostengünstige und mit hoher Genauigkeit reproduzierbare Herstellung.

Vorzugsweise erstreckt sich das Vlies über einen im Vergleich zum Querschnitt der Beatmungsschläuche wesentlich größeren Querschnitt. Hierdurch wird einmal die Strömungsgeschwindigkeit im Vergleich zu den Beatmungsschläuchen herabgesetzt, was Wirbelbildung und damit nichtlineare Strömungseigenschaften vermeidet und außerdem dazu beiträgt, daß bei Verunreinigung eine größere Aufnahmefläche zur Verfügung steht und daher der Strömungswiderstand weitestgehend konstant bleibt.

Bei einer vorteilhaften Ausführung ist der Filter in das Gehäuse der Behandlungseinrichtung integriert. Durch diese Maßnahme läßt sich sowohl die Anzahl der störanfälligen Steckverbindungen sowie die Länge und das Gewicht der Beatmungseinrichtung reduzieren und auch der im Beatmungssystem vorhandene Totraum einschränken, wodurch eine unerwünschte Rückatmung ausgeatmeter Gase ebenfalls vermindert wird.

Vorzugsweise münden Verbindungskanäle für die Drucksensoren in Bereiche der Behandlungseinrichtung und des als Referenz geeigneten Strömungswiderstandes innerhalb des Beatmungssystems, in denen vergleichsweise geringe Strömungsgeschwindigkeiten herrschen. Dadurch wird eine Veränderung des Druckes

und damit eine Verfälschung der Meßwerte durch den Venturiefekt vermieden.

Eine Weiterbildung sieht vor, daß die Verbindungskanäle für die Drucksensoren innerhalb des Gehäuses der Behandlungseinrichtung zu einer gemeinsamen Anschlußanordnung geführt sind. Die Verbindungskanäle sind dadurch geschützt untergebracht und lassen sich von der Anschlußanordnung in kompakter Form mit den Drucksensoren verbinden.

Weiterhin kann das Beatmungsschlauchsystem zwischen der Behandlungseinrichtung und einem Beatmungsgerät in einen separaten Einatmungsschlauch und Ausatmungsschlauch unterteilt sein, dessen Zusammenführung unmittelbar vor der Behandlungseinrichtung angeordnet ist.

Besonders vorteilhaft ist ein Beatmungsschlauchsystem, bei dem der Einatmungsschlauch und der Ausatmungsschlauch zwischen der Behandlungseinrichtung und dem Beatmungsgerät koaxial ineinander liegen. Hierdurch wird der Vorteil getrennter Schläuche genutzt, ohne daß diese nach außen störend in Erscheinung treten. Außerdem ermöglicht diese Ausführung einen Wärmeaustausch.

Gemäß einer Weiterbildung bildet die Verbindung der Zusammenführung des Einatmungsschlauches und Ausatmungsschlauches mit der Behandlungseinrichtung und die Verbindung der an die Drucksensoren angeschlossenen Schläuche mit der Anschlußanordnung an der Behandlungseinrichtung eine jeweils einzeln oder gemeinsam handhabbare Steckverbindung. Die an die Drucksensoren angeschlossenen Schläuche können entlang des Beatmungsschlauchsystems geführt oder in diesen integriert sein. Hierdurch wird nicht nur der Zeitaufwand zur Montage und De-

montage des Beatmungssystems wesentlich verringert, die gemeinsame Verbindung ist auch zuverlässiger und haltbarer als mehrere getrennte, örtlich unterschiedlich angeordnete Verbindungen. Darüber hinaus läßt sich hierdurch auch die Anzahl sich unkontrolliert anordnender und dadurch den Behandlungsablauf störender Schläuche und Kabel verringern.

Bedarfsweise lassen sich aus den Meßwerten auch eine Mehrzahl von Atemkenngrößen ermitteln, wie Strömungswiderstand der Behandlungseinrichtung, Tidal-Volumen, d. h. Volumen eines Atemzuges oder Atemhubes, Atem-Minuten-Volumen, Atemfrequenz, Tubusverstopfung, Airtrapping, d. h. gefangene Luft z. B. bei Asthmatikern, Atemwegsdruck oder Dichtigkeit des Beatmungssystems. Die Bereitstellung getrennter Meßgeräte und gesonderter Meßsensoren mit den entsprechenden Kabeln und Schläuchen kann daher entfallen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das in der Zeichnung dargestellt ist.

In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Beatmungssystems,
- Fig. 2 ein Ersatzschaltbild des Beatmungssystems,
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch ein Beatmungsschlauchsystem und eine Behandlungsein-

- 7 -

richtung mit einem integrierten Referenzfilter,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine Behandlungseinrichtung mit einem integrierten Referenzfilter in einer ersten Ausführung,

Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine Behandlungseinrichtung mit einem integrierten Referenzfilter in einer zweiten Ausführung und

Fig. 6 einen Längsschnitt durch eine Behandlungseinrichtung mit ausschließlich einem Filter.

Die in Fig. 1 gezeigte schematische Darstellung eines Beatmungssystems umfaßt ein Beatmungsgerät 34, an das ein Beatmungsschlauchsystem 10 mit einer Behandlungseinrichtung 12 angeschlossen ist, einen Tubus 46, der in die Luftröhre 48 eines Patienten intubiert ist, sowie Drucksensoren 18, 20, 22, 24 und eine Überwachungseinheit 16. Die Behandlungseinrichtung 12 kann einen Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher 14 enthalten. Der Wärme- und Feuchtigkeitsaustauscher 14 kann gleichzeitig als Filter ausgebildet sein. Alternativ ist es auch möglich, eine Behandlungseinrichtung 12 mit nur einem Filter vorzusehen. Dies hängt von einer eventuell vorhandenen unabhängigen Befeuchtungs- und Erwärmungseinrichtung ab. Zu-

sätzlich umfaßt das Beatmungssystem noch einen weiteren als Referenz dienenden Strömungswiderstand R_4 , der hier als zusätzlicher Filter 26 in das Beatmungsschlauchsystem 10 eingesetzt ist. Das Beatmungsschlauchsystem 10 seinerseits besteht aus einem Einatmungsschlauch 36 und einem Ausatmungsschlauch 38, die vor der Behandlungseinrichtung 12 mittels einer Zusammenführung 40 vereinigt sind.

Von Meßstellen 50, 52 vor und hinter der Behandlungseinrichtung 12 sowie Meßstellen 54, 56 vor und hinter dem Referenzfilter 26 führen dünne Meßschläuche 42 zu den Drucksensoren 18, 20, 22, 24, die hier innerhalb der Überwachungseinheit installiert sind. Die Drucksensoren 18, 20, 22, 24 ermitteln den Druck bezogen auf den atmosphärischen Umgebungsdruck. Es ist aber auch möglich, Drucksensoren vorzusehen, die nur die Differenz über der Behandlungseinrichtung 12 und über dem Referenzfilter 26 ermitteln. Ausgänge der Drucksensoren 18, 20, 22, 24 sind, gegebenenfalls über Analog-Digital-Wandler 58, mit einer Recheneinheit 60 der Überwachungseinheit 16 verbunden. An die Recheneinheit 60 sind eine Anzeigeeinheit 62, ein Alarmgeber 64 sowie Bedienungstasten 66 oder eine Tastatur angeschlossen. Zusätzlich können auch ein elektronischer Speicher und/oder ein Drucker angeschlossen sein.

In Fig. 2 ist ein Ersatzschaltbild von dem in Fig. 1 dargestellten Beatmungssystem angegeben. Die Atemtätigkeit der Lungen eines Patienten ist mit einer Druckquelle P_1 dargestellt, die in Serie mit dem Widerstand R_1 der Atemwege 48, mit dem Widerstand R_2 des Tubus 46, mit dem Widerstand R_3 der Behandlungseinrichtung 12, mit dem Widerstand R_4 des Referenzfilters 26 und mit dem Widerstand R_5 des Beatmungsschlauchsystems 10 und Beatmungsgeräts 34 geschaltet ist. Durch die Atemtätigkeit wird ein mit Pfeilen dargestellter

Volumenstrom \dot{V} erzeugt. Über den Widerstand R_3 wird eine Druckdifferenz Δp_3 und über den Widerstand R_4 eine weitere Druckdifferenz Δp_4 des Referenzfilters 26 erfaßt. Der Volumenstrom \dot{V} beträgt dann $\dot{V} = R_4 / \Delta p_4$. Der Strömungswiderstand R_3 der Behandlungseinrichtung 12 ist $R_3 = \Delta p_3 / \dot{V}$. Das Volumen V der vom Patienten eingeatmeten Luft errechnet sich zu $V = \int \dot{V}_{\text{insp}} dt$ aus dem inspiratorischen Volumenstrom \dot{V}_{insp} . Analoges gilt für das Volumen der ausgeatmeten Luft. Alle relevanten Atemkennwerte und deren Änderungen können so leicht ermittelt werden. Durch Vergleich mit Grenzwerten ist es außerdem möglich, kritische Zustände für den Patienten sofort zu ermitteln und zu signalisieren.

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch ein Beatmungsschlauchsystem 10 und eine Behandlungseinrichtung 12. Das Beatmungsschlauchsystem 10 besteht aus einem Einatmungsschlauch 36 und einem Ausatmungsschlauch 38 sowie einer Zusammenführung 40. Der Einatmungsschlauch 36 ist coaxial innerhalb des Ausatmungsschlauches 38 angeordnet. Anschlüsse 68, 70 des Einatmungsschlauches 36 und des Ausatmungsschlauches 38 sind mit einem Beatmungsgerät 34 verbunden. An die Zusammenführung 40 des Einatmungsschlauches 36 und Ausatmungsschlauches 38 schließt sich die Behandlungseinrichtung 12 an. Parallel zum Beatmungsschlauchsystem 10 oder in dieses integriert können sich außerdem Meßschläuche 42, die von Meßstellen 50, 52, 54, 56 zu Drucksensoren 18, 20, 22, 24 führen, befinden. Die Behandlungseinrichtung 12 umfaßt einen Wärme- und Feuchtigkeitstauscher 14 sowie einen Referenzfilter 26, der im selben Gehäuse 28 unmittelbar dem Wärme- und Feuchtigkeitstauscher 14 benachbart ist. Zur Messung der Drücke vor und hinter dem Wärme- und Feuchtigkeitstauscher 14 sowie dem Referenzfilter 26 reicht bei dieser Ausführung eine gemeinsame Meßstelle 52

- 10 -

zwischen dem Wärme- und Feuchtigkeitstauscher 14 einerseits und dem Referenzfilter 26 andererseits aus. Ebenso können die Drucksensoren 20 und 22 durch einen einzigen ersetzt werden.

Die Figuren 4 und 5 zeigen unterschiedliche Ausgestaltungen des Wärme- und Feuchtigkeitstauscher 14 mit dem integrierten Referenzfilter 26. In Fig. 4 sind die Meßstellen 50, 52, 56 am äußeren Rand des im Querschnitt gegenüber dem Beatmungsschlauchsystem 10 vergrößerten Gehäuses 28 angeordnet. An diesen Stellen ist die Strömungsgeschwindigkeiten der Atemgase im Vergleich zur Strömungsgeschwindigkeit innerhalb des Beatmungsschlauchsystems 10 gering. Die Meßwerte werden daher nicht durch den Venturieffekt beeinflußt. Bei der Ausgestaltung nach Fig. 4 sind die Anschlüsse 72, 74, 76 unmittelbar nahe der Meßstellen 50, 52, 56 am Gehäuse 28 angebracht.

Demgegenüber zeigt Fig. 5 eine Ausgestaltung, bei der Verbindungskanäle 30 innerhalb des Gehäuses 28 der Behandlungseinrichtung 12 zu einer gemeinsamen Anschlußanordnung 32 geführt sind. Diese Anschlußanordnung 32 befindet sich auf derselben Seite des Gehäuses 28, an der auch das Beatmungsschlauchsystem 10 angeschlossen ist. Die Anschlußanordnung 32 für die Meßschläuche 42 sowie der Anschluß des Beatmungsschlauchsystems 10 ist hier in einer gemeinsamen gehandhabten Steckverbindung 44 ausgebildet. Dadurch ergeben sich keine über den Außenrand des Gehäuses 28 der Behandlungseinrichtung 12 überstehende Teile, so daß die Anschlußanordnung 32 geschützt ist. Außerdem liegen die Meßschläuche 42 bereits parallel zum Beatmungsschlauchsystem 10 und können daher ohne Biegungen oder Krümmungen in dieses integriert werden.

Alternativ zeigt Fig. 6 eine Ausgestaltung, bei der die Behandlungseinrichtung 12 lediglich ein Filter 78 umfaßt, daß

- 11 -

ähnlich oder identisch dem Referenzfilter 26 ausgebildet sein kann. Wenn das Beatmungsgerät 34 für eine Wärme- und Feuchtigkeitsanpassung sorgt, kann der bei den anderen Ausführungen vorhandene Wärme- und Feuchtigkeitstauscher entfallen. Ansonsten entspricht die Ausgestaltung der Fig. 5. Mit Ausnahme einer Verstopfung des Filters 78 selbst und der davon abgeleiteten Größen lassen sich alle übrigen Atemkenngrößen mit hoher Genauigkeit ermitteln. Diese Ausführung kann somit bekannte Lösungen mit Blenden, Widerstandsleitungen oder Venturirohren ersetzen und besitzt darüber hinaus im Bereich der bei der Beatmung und Spontanatmung auftretenden Strömungsgeschwindigkeiten eine hohe Linearität.

Nachfolgend werden noch zwei Situationen erläutert, bei denen die Ermittlung der Atemkennwerte Alarmzustände kennzeichnet.

1. Das Tidal- oder Atemzugvolumen kann durch Messung der Druckdifferenz Δp_1 über dem Referenzfilter 26 und Integration über der Zeit t ermittelt werden. Ist das Integral zu gering, so ist dies ein Hinweis auf ein zu geringes Atemzugvolumen, das einen Alarmzustand darstellt. Dies kann durch ein optisches oder akustisches Signal angezeigt werden, das Anlaß zu einer sofortigen Hilfsmaßnahme gibt. 2. Der Wärme- und Feuchtigkeitstauscher 14 wird durch Schleim allmählich verstopft, wodurch dessen Widerstand R_1 ansteigt und somit auch die über ihm gemessene Druckdifferenz Δp_1 . Um diesen Druckanstieg von einer Druckerhöhung durch einen höheren Volumenstrom unterscheiden zu können, wird zusätzlich die Druckdifferenz Δp_2 des Referenzfilters 26 ausgewertet. Durch das Verhältnis der Druckdifferenzen läßt sich dann eindeutig unterscheiden, ob der Druckanstieg durch eine Verstopfung des Wärme- und Feuchtigkeitstauschers 14 oder durch eine Erhöhung des Volumenstroms erzeugt wird und so bedarfsweise Alarm ausgelöst werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Überwachung von Atemkennwerten eines Beatmungssystems mit einer in einem Beatmungsschlauchsystem (10) angeordneten Behandlungseinrichtung (12) aus einem Filter und/oder einem Wärme- und Feuchtigkeitstauscher (14) durch Auswertung von Druck- und/oder Strömungsgrößen des Beatmungssystems mittels einer Überwachungseinheit (16), dadurch gekennzeichnet, daß Drucksensoren (18, 20) vor und hinter einem Strömungswiderstand (R_1) der Behandlungseinrichtung (12) und Drucksensoren (22, 24) vor und hinter einem weiteren, als Referenz geeigneten Strömungswiderstand (R_2) innerhalb des Beatmungssystems angeordnet sind, daß die Signale der Drucksensoren (18, 20, 22, 24) der Überwachungseinheit (16) zugeführt sind und daß die Überwachungseinheit (16) die Atemkennwerte aus der Druckdifferenz Δp_1 über dem Strömungswiderstand (R_1) der Behandlungseinrichtung (12) und der Druckdifferenz Δp_2 über dem weiteren als Referenz geeigneten Strömungswiderstand (R_2) innerhalb des Beatmungssystems sowie der Zeit t ermittelt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drucksensoren (18, 20, 22, 24) Drücke innerhalb des Beatmungssystems auf eine Umgebungsreferenz bezogen ermitteln oder Druckdifferenzen über den Strömungswiderständen (R_1 , R_2) ermitteln.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein als Referenz geeigneter Strömungswiderstand (R_1) innerhalb des Beatmungssystems als ein Abschnitt des Beat-

- mungsschlauchsystems, als eine Blende oder als ein Filter (26) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der als Referenz dienende Filter (26) als Vlies ausgebildet ist.
 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies sich über einen im Vergleich zum Querschnitt des Beatmungsschlauchsystems (10) wesentlich größeren Querschnitt erstreckt.
 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter (26) in das Gehäuse (28) der Behandlungseinrichtung (12) integriert ist.
 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Verbindungskanäle (30) für die Drucksensoren (18, 20, 22, 24) in Bereiche der Behandlungseinrichtung (12) und des als Referenz geeigneten Strömungswiderstandes (R_s) innerhalb des Beatmungssystems münden, in denen vergleichsweise geringe Strömungsgeschwindigkeiten herrschen.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungskanäle (30) für die Drucksensoren (18, 20, 22, 24) innerhalb des Gehäuses (28) der Behandlungseinrichtung (12) zu einer gemeinsamen Anschlußanordnung (32) geführt sind.
 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Beatmungsschlauchsystem (10) zwischen der Behandlungseinrichtung (12) und einem Beatmungsgerät (34) in einen separaten Einatmungsschlauch (36) und Ausatmungs-

- 14 -

schlauch (38) unterteilt ist, dessen Zusammenführung (40) unmittelbar vor der Behandlungseinrichtung (12) angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Beatmungsschlauchsystem (10) zwischen der Behandlungseinrichtung (12) und dem Beatmungsgerät (24) mit dem separaten Einatmungsschlauch (36) und Ausatmungsschlauch (38) koaxial ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der Zusammenführung (40) des Einatmungsschlauches (36) und Ausatmungsschlauches (38) mit der Behandlungseinrichtung (12) und die Verbindung der an die Drucksensoren (18, 20, 22, 24) angeschlossenen Meßschläuche (42) mit der Anschlußanordnung (32) an der Behandlungseinrichtung (12) gesondert handhabbare Steckverbindungen oder eine gemeinsam handhabbare Steckverbindung (44) bilden und die an die Drucksensoren (18, 20, 22, 24) angeschlossenen Meßschläuche (42) entlang des Beatmungsschlauchsystems (10) geführt oder in diesen integriert sind.

12. Verfahren zur Überwachung von Atemkennwerten eines Beatmungssystems mit einer in einem Beatmungsschlauchsystem angeordneten Behandlungseinrichtung aus einem Filter und/oder einem Wärme- und Feuchtigkeitstauscher durch Auswertung von Druck- und/oder Strömungsgrößen des Beatmungssystems mittels einer Überwachungseinheit, dadurch gekennzeichnet, daß Drücke vor und hinter einem Strömungswiderstand der Behandlungseinrichtung oder eine Druckdifferenz über dem Strömungswiderstand der Behandlungseinrichtung und Drücke vor und hinter einem weiteren, als Referenz geeigneten Strömungswiderstand innerhalb des Beatmungssystems oder eine Druckdifferenz über dem als Referenz geeigneten Strömungswiderstand innerhalb des

Beatmungssysteme sowie Zeiten gemessen werden und aus diesen Meßgrößen die Atemkennwerte ermittelt, angezeigt und/oder gespeichert und/oder mit Grenzwerten verglichen und zur Auslösung von Alarm ausgewertet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Gewinnung des Referenz-Strömungswiderstandes die Drücke vor und hinter oder die Druckdifferenz über einem Abschnitt des Beatmungsschlauchsystems, einer Blende oder einem Filter gemessen werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Drücke oder Druckdifferenzen in Bereichen des Beatmungssysteme gemessen werden, in denen geringe Strömungsgeschwindigkeiten herrschen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß als Atemkennwerte aus den Drücken und/oder Druckdifferenzen sowie der Zeit einer oder mehrere der folgenden Kennwerte ermittelt werden: Strömungswiderstand der Behandlungseinrichtung, Tidal-Volumen, d. h. Volumen eines Atemzuges oder Atemhubes, Atem-Minuten-Volumen, Atemfrequenz, Tubusverstopfung, Airtrapping, d. h. gefangene Luft z. B. bei Asthmatikern, Atemwegsdruck oder Dichtigkeit des Beatmungssysteme.

1 / 5

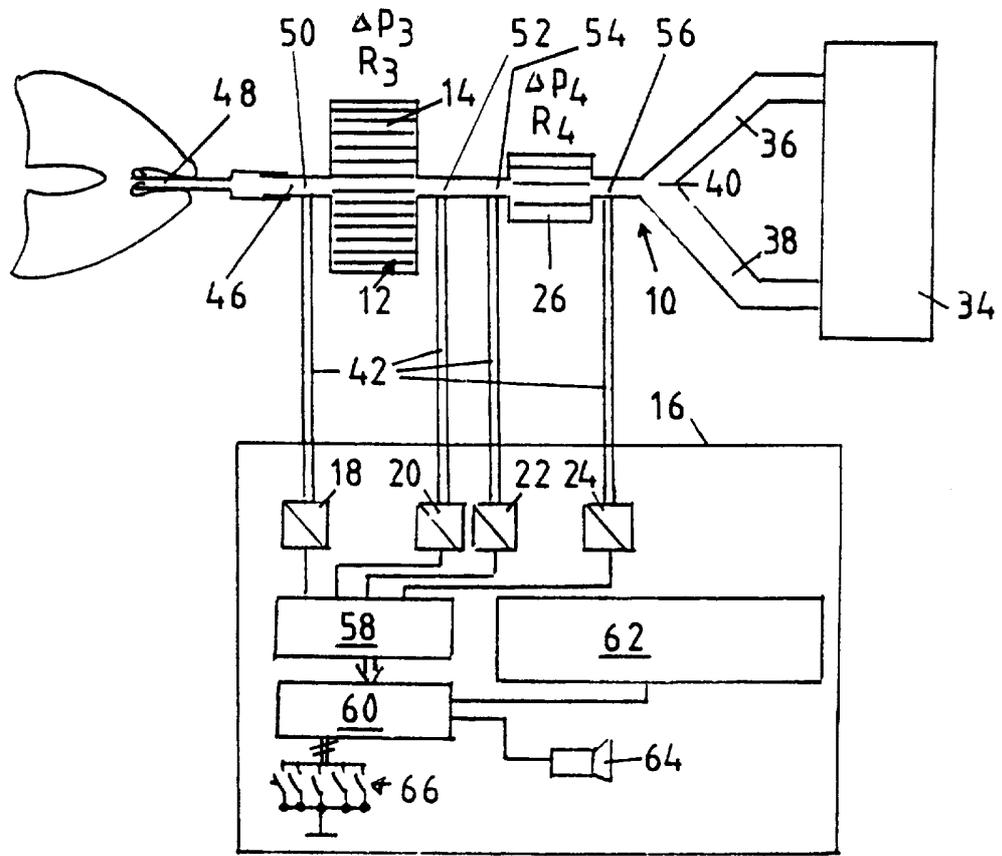


Fig. 1

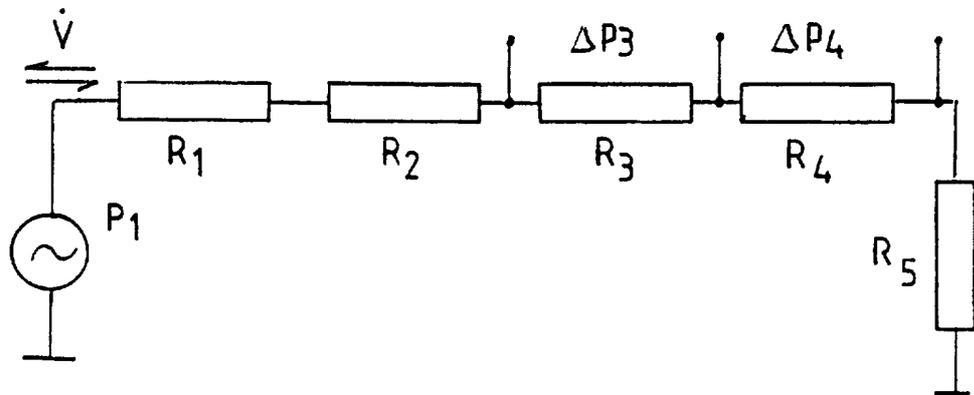


Fig. 2

2/5

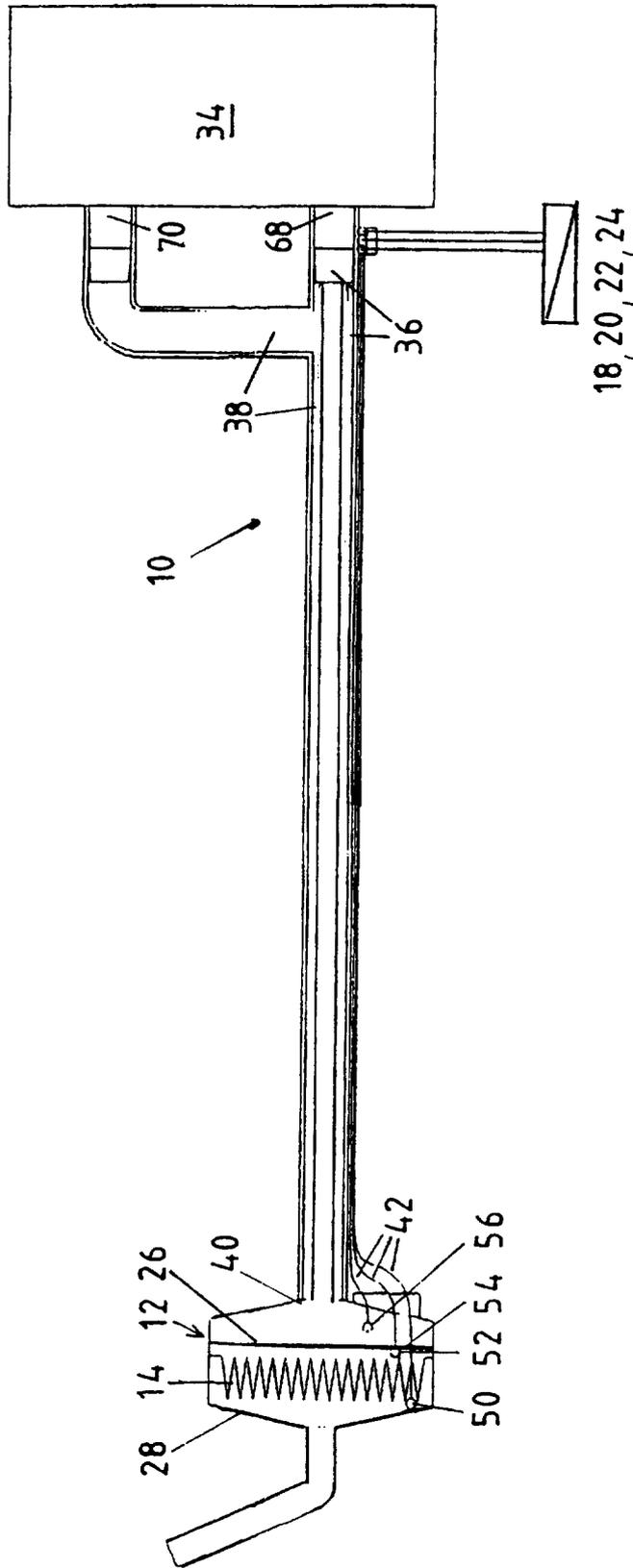


Fig. 3

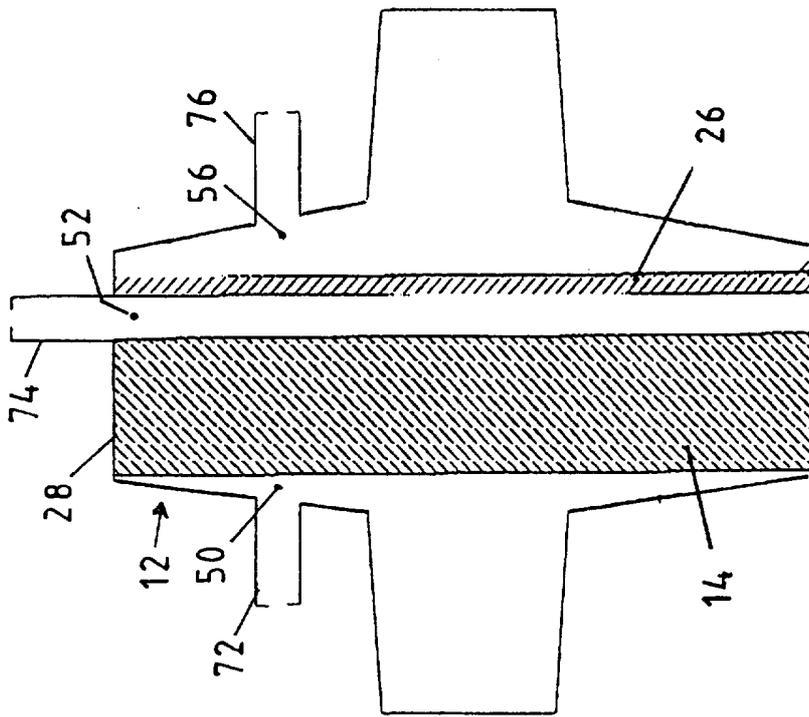


Fig.4

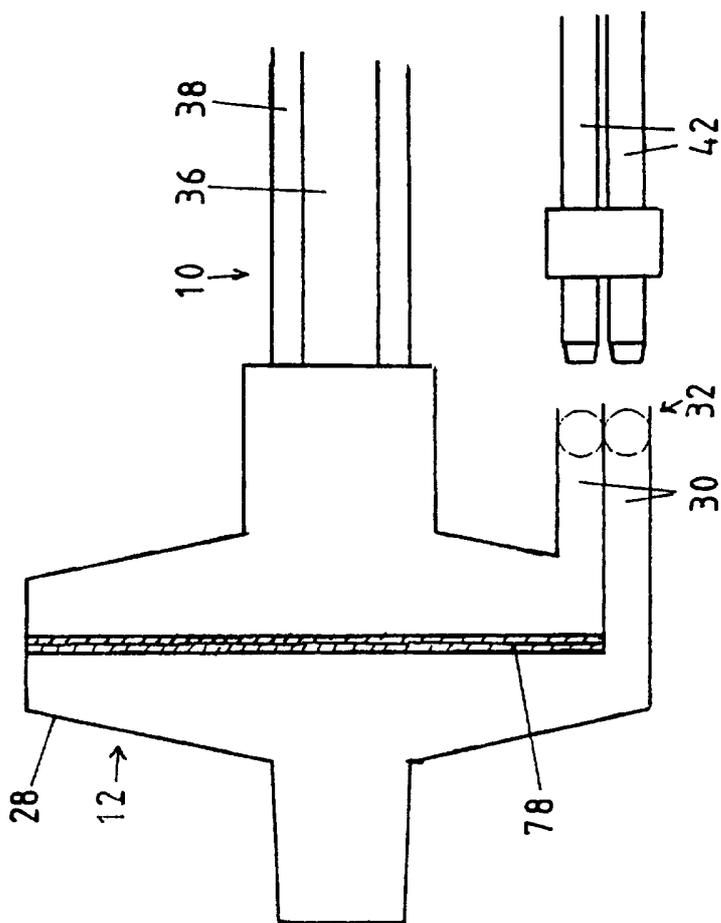


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No

PCT/DE 97/00444

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 A61M16/00 A61B5/087 A61M16/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A61M A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 304 359 A (TERUMO CORP) 15 October 1976 see page 3, line 5 - line 27; figures 1-3,6-12 see page 4, line 23 - page 5, line 15 see page 8, line 8 - page 9, line 28 --- -/--	1-15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
9 July 1997	25.07.97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer Zeinstra, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No
PCT/DE 97/00444

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	"Die elastische Blende als Atemstromrezeptor. Grundlagen eines neuen Messprinzips." Universität Fridericiana Karlsruhe Technische Hochschule Manfred Franetzki aus Halle/S. Tag des Kolloquiums: 2. Juli 1975 XP002034721 see page 53, line 16 - page 54, line 17; figures 3.1,3.3,4.1 see page 60, line 1 - page 63, line 4; figure 4.2 ---	1-15
A	WILLIAM W. MUSCHIN ET AL.: "Automatic Ventilation of the Lungs" 1980 , BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS , OXFORD LONDON EDINBURGH MELBOURNE XP002034722 166160 see page 178, line 4 - page 181, line 2; figures 7.1,7.2 ---	1
A	EP 0 627 196 A (VERMAAK JAN CHRISTIAAN) 7 December 1994 see abstract; figures 1-3 see page 3, line 31 - page 4, line 13 ---	1
A	US 4 581 012 A (BROWN ERIC W ET AL) 8 April 1986 see abstract; figures 3,4 see column 3, line 21 - line 46 ---	8,11
A	FR 2 505 658 A (TERUMO CORP) 19 November 1982 see page 9, line 3 - line 18; figure 1 -----	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/00444

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2304359 A	15-10-76	AU 1217676 A	10-11-77
		BE 839840 A	16-07-76
		CA 1076918 A	06-05-80
		DE 2611898 A	23-09-76
		GB 1539217 A	31-01-79
		SE 419165 B	20-07-81
		SE 7603396 A	21-09-76
		SE 436682 B	21-01-85
		SE 7908070 A	28-09-79
		US 4090513 A	23-05-78

EP 0627196 A	07-12-94	AU 671185 B	15-08-96
		AU 5774694 A	29-09-94
		CA 2118643 A	11-09-94
		CN 1098279 A	08-02-95
		JP 6343623 A	20-12-94
		US 5522397 A	04-06-96
		ZA 9404098 A	07-02-95

US 4581012 A	08-04-86	EP 0185977 A	02-07-86
		US 4701159 A	20-10-87

FR 2505658 A	19-11-82	JP 1508662 C	26-07-89
		JP 57190568 A	24-11-82
		JP 61052707 B	14-11-86
		JP 1381669 C	09-06-87
		JP 57190569 A	24-11-82
		JP 61052708 B	14-11-86
		JP 1405626 C	27-10-87
		JP 57190571 A	24-11-82
		JP 62014297 B	01-04-87
		JP 1020906 B	19-04-89
		JP 1534215 C	12-12-89
		JP 58099971 A	14-06-83
		BE 893237 A	16-09-82
		DE 3218771 A	10-02-83
		DK 168811 B	20-06-94
US 4463755 A	07-08-84		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00444

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 A61M16/00 A61B5/087 A61M16/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 A61M A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	FR 2 304 359 A (TERUMO CORP) 15. Oktober 1976 siehe Seite 3, Zeile 5 - Zeile 27; Abbildungen 1-3, 6-12 siehe Seite 4, Zeile 23 - Seite 5, Zeile 15 siehe Seite 8, Zeile 8 - Seite 9, Zeile 28 --- -/--	1-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- * "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- * "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- * "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- * "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- * "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- * "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- * "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
9. Juli 1997	25.07.97
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Zeinstra, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 97/00444

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>"Die elastische Blende als Atemstromrezeptor. Grundlagen eines neuen Messprinzips." Universität Fridericiana Karlsruhe Technische Hochschule Manfred Franetzki aus Halle/S. Tag des Kolloquiums: 2. Juli 1975 XP002034721 siehe Seite 53, Zeile 16 - Seite 54, Zeile 17; Abbildungen 3.1,3.3,4.1 siehe Seite 60, Zeile 1 - Seite 63, Zeile 4; Abbildung 4.2</p>	1-15
A	<p>--- WILLIAM W. MUSCHIN ET AL.: "Automatic Ventilation of the Lungs" 1980 , BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS , OXFORD LONDON EDINBURGH MELBOURNE XP002034722 166160 siehe Seite 178, Zeile 4 - Seite 181, Zeile 2; Abbildungen 7.1,7.2</p>	1
A	<p>--- EP 0 627 196 A (VERMAAK JAN CHRISTIAAN) 7.Dezember 1994 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 siehe Seite 3, Zeile 31 - Seite 4, Zeile 13</p>	1
A	<p>--- US 4 581 012 A (BROWN ERIC W ET AL) 8.April 1986 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 siehe Spalte 3, Zeile 21 - Zeile 46</p>	8,11
A	<p>--- FR 2 505 658 A (TERUMO CORP) 19.November 1982 siehe Seite 9, Zeile 3 - Zeile 18; Abbildung 1</p> <p>-----</p>	10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00444

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2304359 A	15-10-76	AU 1217676 A	10-11-77
		BE 839840 A	16-07-76
		CA 1076918 A	06-05-80
		DE 2611898 A	23-09-76
		GB 1539217 A	31-01-79
		SE 419165 B	20-07-81
		SE 7603396 A	21-09-76
		SE 436682 B	21-01-85
		SE 7908070 A	28-09-79
		US 4090513 A	23-05-78
		EP 0627196 A	07-12-94
AU 5774694 A	29-09-94		
CA 2118643 A	11-09-94		
CN 1098279 A	08-02-95		
JP 6343623 A	20-12-94		
US 5522397 A	04-06-96		
ZA 9404098 A	07-02-95		
US 4581012 A	08-04-86	EP 0185977 A	02-07-86
		US 4701159 A	20-10-87
FR 2505658 A	19-11-82	JP 1508662 C	26-07-89
		JP 57190568 A	24-11-82
		JP 61052707 B	14-11-86
		JP 1381669 C	09-06-87
		JP 57190569 A	24-11-82
		JP 61052708 B	14-11-86
		JP 1405626 C	27-10-87
		JP 57190571 A	24-11-82
		JP 62014297 B	01-04-87
		JP 1020906 B	19-04-89
		JP 1534215 C	12-12-89
		JP 58099971 A	14-06-83
		BE 893237 A	16-09-82
		DE 3218771 A	10-02-83
		DK 168811 B	20-06-94
		US 4463755 A	07-08-84