

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. März 2011 (03.03.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/023165 A1

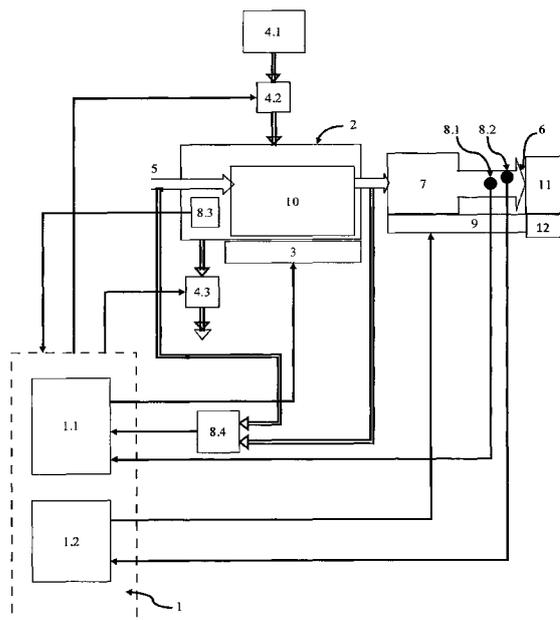
- (51) Internationale Patentklassifikation:
A61M 16/16 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/000970
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. August 2010 (17.08.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 038 635.1
26. August 2009 (26.08.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): F. STEPHAN GMBH MEDIZINTECHNIK [DE/DE]; Kirchstrasse 19, 56412 Gackebach (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHALLER, Peter [DE/DE]; Schillerstrasse 29a, 01326 Dresden (DE). MAINUSCH, Georg [DE/DE]; Haukertsweg 18, 56076 Koblenz (DE).
- (74) Anwälte: VOIGT & GRÜNEBERG et al.; Prager Strasse 34, 04317 Leipzig (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR HUMIDIFYING RESPIRATORY GAS

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR ATEMGASBEFEUCHTUNG

FIG. 1



(57) Abstract: The invention relates to a device for humidifying respiratory gas, at least comprising a control and regulation apparatus (1), a humidifier chamber (2) for humidifying the respiratory gas with molecular water vapor, a heating element (3) associated with the humidifier chamber (2), a respiratory gas inlet (5) arranged upstream of the humidifier chamber (2), and a respiratory gas outlet (6) arranged downstream of the humidifier chamber (2). According to the invention, a heatable subsequent heating segment (7) is arranged between the outlet of the humidifier chamber (2) and the respiratory gas outlet (6), wherein at least one temperature/humidity sensor (8.1, 8.2) is placed in or after the subsequent heating segment (7), wherein said temperature/humidity sensor is supplemented to form a humidity control loop in connection with the control and regulation apparatus (1), the humidifier chamber (2), and the heating element (3).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung, die zumindest aus einer Steuer-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/023165 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1

und Regeleinrichtung (1), einer Befeuchterkammer (2) zum Befeuchten des Atemgases mit molekularem Wasserdampf, einem der Befeuchterkammer zugeordneten Heizelement (3) zum Beheizen der Befeuchterkammer (2), einem der Befeuchterkammer (2) vorgeordneten Atemgaseingang (5) sowie einem der Befeuchterkammer (2) nachgeordneten Atemgasausgang (6) besteht. Erfindungsgemäß ist zwischen dem Ausgang der Befeuchterkammer (2) und dem Atemgasausgang (6) eine beheizbare Nachheizstrecke (7) angeordnet, wobei in oder nach der Nachheizstrecke (7) zumindest ein Temperatur-Feuchtesensor (8.1, 8.2) platziert ist, der sich in Verbindung mit der Steuer- und Regeleinrichtung (1), der Befeuchterkammer (2) sowie dem Heizelement (3) zu einem Feuchte-Regelkreis ergänzt.

Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung, die zumindest aus einer Steuer- und Regeleinrichtung, einer Befeuchterkammer zum Befeuchten des Atemgases mit molekularem Wasserdampf, einem der Befeuchterkammer zugeordneten Heizelement zum Beheizen der Befeuchterkammer, einem der Befeuchterkammer vorgeordneten Atemgaseingang sowie einem der Befeuchterkammer nachgeordneten Atemgasausgang besteht.

Gattungsgemäße Vorrichtungen zur Befeuchtung des Atemgases bei maschineller Beatmung weisen nach dem Stand der Technik eine mit Wasser gefüllte Befeuchterkammer auf, über die das zu befeuchtende Atemgas gemäß dem Overflow-Prinzip strömt.

Diese Befeuchterkammer wird mittels eines flächenartigen Heizelements beheizt, dessen Rückseite zur Vermeidung von Leistungsverlusten gegenüber der Umgebung thermisch isoliert ist. Die Befeuchterkammer verfügt über eine relativ große, der Umgebungsluft ausgesetzte Oberfläche, an der das Atemgas teilweise kondensiert, wodurch es üblicherweise in gesättigtem Zustand aus der Befeuchterkammer austritt, um dann über den inspiratorischen Atemgasschlauch dem Patienten zugeführt zu werden. Dieser Sättigungszustand ist die Voraussetzung für die Regelung der Luftfeuchtigkeit über eine Regelung der Temperatur. Dieser Sättigungszustand ist aber auch der Grund, weshalb preiswerte Temperatur- und Feuchtemesser wegen Kondensationsgefahr nicht verwendet werden können.

30 Durch das belüftete Volumen der Befeuchterkammer wird das kompressible Volumen des Patientenkreises erhöht. Das kann dazu führen, dass bestimmte

Beatmungsformen, wie z. B. die Hochfrequenzoszillation, in ihrer Effektivität eingeschränkt werden. Aus diesem Grunde wird versucht, das Kammervolumen von Atemgasbefeuchtern so gering wie möglich zu halten. Dem sind allerdings, durch die Forderung nach einer hohen Befeuchterfläche, 5 Grenzen gesetzt.

Nachteilig bei allen aus dem Stand der Technik vorbekannten Lösungen ist das hohe kompressible Volumen und der Umstand, dass die Regelung der Luftfeuchtigkeit über eine Regelung der Temperatur auf der Annahme 10 gesättigter Luft beruht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nunmehr darin, eine Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung vorzuschlagen, die bei niedrigem kompressiblen Volumen eine direkte Regelung der Atemgasfeuchte gestattet. 15

Nach der Konzeption der Erfindung besteht die Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung zumindest aus einer Steuer- und Regeleinrichtung, einer Befeuchterkammer zum Befeuchten des Atemgases mit molekularem Wasserdampf, einem der Befeuchterkammer zugeordneten Heizelement zum 20 Beheizen der Befeuchterkammer, einem der Befeuchterkammer vorgeordneten Atemgaseingang sowie einem der Befeuchterkammer nachgeordneten Atemgasausgang. Erfindungsgemäß ist zwischen dem Ausgang der Befeuchterkammer und dem Atemgasausgang eine beheizbare Nachheizstrecke angeordnet, wobei in oder nach der Nachheizstrecke 25 zumindest ein Temperatur-Feuchtesensor platziert ist, der sich in Verbindung mit der Steuer- und Regeleinrichtung, der Befeuchterkammer sowie dem Heizelement zu einem Feuchte-Regelkreis ergänzt.

Das die Befeuchterkammer verlassende gesättigte Atemgas durchströmt 30 erfindungsgemäß die Nachheizstrecke, deren Temperatur oberhalb der Temperatur des die Befeuchterkammer verlassenden Atemgases liegt.

Innerhalb dieser Nachheizstrecke erwärmt sich das Atemgas, es wird trockener und der Wasserdampf wird überhitzt. Dieser überhitzte Zustand des Wasserdampfes eröffnet wegen der fehlenden Kondensationsgefahr die Möglichkeit, Temperatur und Feuchte des nachgeheizten Atemgases mittels
5 eines handelsüblichen Temperatur- Feuchtesensors zu messen und in Verbindung mit zumindest einem Regler eine Regelung für die absolute Luftfeuchtigkeit zu gewährleisten.

Der Temperatur-Feuchtesensor bildet mit dem Heizelement der
10 Befeuchterkammer und mit einem ersten Feuchteregler der Steuer- und Regeleinrichtung einen Regelkreis, der über die dem Heizelement zugeführte Heizleistung die Temperatur in der Befeuchterkammer so regelt, dass sich die gewünschte absolute Feuchte am Temperatur-Feuchtesensor einstellt. Die absolute Feuchte ist naturgemäß temperaturunabhängig. Durch das
15 Nachheizen in der Nachheizstrecke erhöht sich zwar die Temperatur des Atemgases, gleichzeitig verringert sich jedoch dessen relative Feuchte, wobei seine absolute Feuchte konstant bleibt. Das Regelgesetz des ersten Feuchtereglers regelt die absolute Feuchte auf der Basis bekannter Zusammenhänge zwischen Temperatur und relativer Feuchte. Aus Gründen
20 der Redundanz kann optional ein zusätzlicher, zweiter Temperatur-Feuchtesensor vorgesehen werden, wobei einer der beiden Temperatur-Feuchtesensoren für die Feuchteregelung und der zweite Temperatur-Feuchtesensor für die Überwachung verwendet werden.

25 Erfindungswesentlich ist, dass der zumindest eine Temperatur-Feuchtesensor vor Strahlungswärme geschützt wird, so dass dieser tatsächlich nur die Temperatur des ihn umströmenden feuchten Atemgases erfasst. Es ist ferner möglich, diesen oder diese Temperatur-Feuchtesensoren in einem Abzweig unmittelbar nach der Nachheizstrecke zu platzieren, durch den ständig ein
30 geringer Atemgasstrom in das Freie abströmt.

Die Nachheizstrecke kann durch ein Rohr, ein Rohrsystem, mehrere Bohrungen, ein flächenhaft durchströmtes Volumen oder andere dem Fachmann bekannte Strömungssysteme gebildet werden. Für die Erfindung ist jedoch wesentlich, dass deren innere, mit dem Atemgas in thermischen Kontakt stehende Flächen eine höhere Temperatur aufweisen, als das in die Nachheizstrecke einströmende feuchte Atemgas.

Die Energie zur Beheizung der Nachheizstrecke kann vorteilhafterweise direkt aus der Abwärme des Heizelements der Befeuchterkammer gewonnen werden, indem beispielsweise eine erste Seite des Heizelementes die Befeuchterkammer erwärmt und eine zweite Seite des Heizelements zumindest teilweise die Nachheizstrecke. Dies hat den Vorteil, dass die Anforderungen an die thermische Isolation des Heizelementes geringer sind.

Es ist jedoch auch möglich, der Nachheizstrecke ein separates Heizelement zuzuweisen oder aber die Nachheizstrecke sowohl durch das Heizelement der Befeuchterkammer als auch durch ihr eigenes Heizelement zu beheizen.

In der Praxis hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, die Befeuchterkammer zylinderförmig auszubilden, wobei um diesen Zylinder konzentrisch ein zweiter Zylinder platziert wird, der die Nachheizstrecke bildet. Auf dem inneren Zylindermantel ist das Heizelement platziert, welches gegenüber der Nachheizstrecke partiell thermisch isoliert ist. So beheizt das Heizelement mit seiner Innenseite die Befeuchterkammer und mit seiner Außenseite partiell die Nachheizstrecke.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Befeuchterkammer zumindest partiell mit Wasser gefüllt. Zur Füllstandserkennung sind mindestens zwei beheizbare Temperatursensoren vorgesehen, deren Widerstand sich in Abhängigkeit davon, ob sie von Luft oder von Wasser umgeben sind, ändert. Über eine oberhalb des Wasserstandes in der Befeuchterkammer befindliche

Bohrung strömt dann das Atemgas aus der Befeuchterkammer direkt in die Nachheizstrecke.

Die Befeuchterkammer ist zwecks Erreichens eines kleinen kompressiblen Volumens mit einer Kammerfüllung in Form eines saugfähigen Materials gefüllt, welches luftführende Kanäle aufweist, durch die das zu Beginn trockene Atemgas strömt, um sich während dieser Passage aufzusättigen. Durch diese Kammerfüllung wird die aktive, für die Befeuchtung nutzbare Oberfläche erhöht und dadurch die Effektivität der Befeuchtung verbessert. Als saugfähiges Material verwendet man vorzugsweise eine saugfähige Keramik, z. B. eine Glassinterkeramik, die von luftführenden Kanälen, die z. B. mäanderförmig oder ringförmig angeordnet sind, durchzogen ist. Dabei sind neben der mäanderförmigen Gestalt der Luftkanäle natürlich auch alle anderen Formen, wie z. B. ringförmige, spiralenförmige und andere dem Fachmann bekannte Formen von Strömungskanälen möglich. Als sehr vorteilhaft hat sich ebenfalls die Füllung der Befeuchterkammer mit einem saugfähigen Keramikgranulat erwiesen. Dieses ist vorzugsweise kugelförmig in Form von Sinterglaskugeln ausgebildet, so dass das Atemgas diese Kugelpackung mit einem geringen Strömungswiderstand durchströmt.

20

Das Befeuchterwasser sollte jedoch nur durch die Saugwirkung des saugfähigen Materials zu den umströmten Flächen geleitet werden. Es ist nachteilig, wenn das Wasser die Kanäle selbst ausfüllt. Zu diesem Zweck taucht bei mäanderförmigen Kanälen vorteilhafterweise lediglich der Teil der Kammerfüllung, der sich unterhalb des Kanalbodens befindet, in das Befeuchterwasser ein.

25

Aus praktischen Erwägungen erfolgt der Wasserzufluss zur Befeuchterkammer vorzugsweise über ein automatisches Nachfüllsystem, welches beispielsweise aus Magnetventilen und einem Reservoir zum Bevorraten von sterilem Wasser aufgebaut ist. Die Wassernachfüllung zum

30

Ausgleich des durch die Verdunstung entstehenden Wasserverlustes kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, beispielsweise über Schwimmerventile, Quetschventile und ähnliches. Als Indikator für den Wasserstand werden in einer Ausgestaltung der Erfindung mindestens zwei, vorzugsweise jedoch drei
5 übereinander angeordnete Temperatursensoren vorgesehen. Diese werden durch einen eingespeisten Strom auf eine Temperatur oberhalb 100 °C beheizt, so lange sie von Luft umgeben sind. Umgibt sie jedoch das Befeuchterwasser, werden sie abgekühlt. Diese Abkühlung ist mit einer Widerstandsänderung verbunden, die für die Füllstandserkennung ausgenutzt wird.

10

Für eine qualitativ hochwertige Feuchteregeung ist die Kenntnis des Atemgas-Volumenstromes erforderlich. Zu diesem Zwecke wird ein Volumenstromsensor eingesetzt. In einer besonders einfachen und dadurch vorteilhaften Ausführung wird der Strömungswiderstand der Befeuchterkammer und/oder der der
15 Nachheizstrecke in Verbindung mit einem Differenzdrucksensor zur Bestimmung des Atemgas-Volumenstromes genutzt. Hierfür misst der Differenzdrucksensor die Druckdifferenz zwischen Eingang und Ausgang o. g. Kammern, aus der sich dann der Volumenstrom ermitteln lässt.

20 Durch die erfindungsgemäße Lösung können die hygienischen Anforderungen an die Befeuchterkammer weitestgehend reduziert werden, so dass sie über einen längeren als üblichen Zeitraum nicht sterilisiert zu werden braucht, bzw. die Standzeit von Einwegmaterial um ein Mehrfaches erhöht werden kann. Die Ursache hierfür ist der überhitzte Zustand des Atemgases, welcher die
25 nachträgliche Anordnung eines Bakterienfilters noch vor dem Beatmungsschlauch, erlaubt, ohne dass es zur Überfeuchtung des Bakterienfilters kommt. Das Bakterienfilter erfüllt gleichzeitig noch die Aufgabe der Elimination eventueller Partikel der Kammerfüllung. Um eine Kondensation des im Atemgas enthaltenen Wasserdampfes auch konstruktiv zu vermeiden,
30 wird das inspiratorische Bakterienfilter zusätzlich entweder von der Abwärme

des oder der vorbeschriebenen Heizelemente Heizers und/oder eines zusätzlichen Heizelementes beheizt.

Als sehr vorteilhaft erweist sich weiterhin, wenn auch der normalerweise vor dem Expirationseingang des Beatmungsgerätes angeordnete Bakterienfilter beheizt wird. Dadurch wird ebenfalls die Kondensation des im Expirationsgas enthaltenen Wasserdampfes vermieden, wodurch die Standzeit dieses Bakterienfilters ebenfalls erhöht wird. Vorteilhafterweise wird hierfür ebenfalls die Abwärme des Heizelements und/oder eines zusätzlichen Heizelementes genutzt.

Eine sehr günstige und kostensparende Möglichkeit zur Desinfektion des Atemgasbefeuchters besteht darin, Befeuchterkammer und Nachheizstrecke nach dem Einsatz am Patienten so weit zu erhitzen, dass schädliche Keime abgetötet werden. Zu diesem Zweck kann vorteilhafterweise dass in der Befeuchterkammer befindliche Wasser bei einer Temperatur oberhalb 90 Grad über einen bestimmten Zeitraum, z. B. von 15 Minuten, restlos verdunstet werden. Diese Maßnahme weist den Vorteil auf, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung bei Nichtbenutzung trocken ist, wodurch ein Keimwachstum behindert ist. Zusätzlich kann durch Beschichtung der Wandungen im gesamten durchströmten Bereich sowohl der Befeuchterkammer als auch der Nachheizstrecke mittels bakteriostatischer Materialien, wie z. B. Silber oder Kupfer, ein Keimwachstum unterbunden werden.

Die Ziele und Vorteile dieser Erfindung sind nach sorgfältigem Studium der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung der hier bevorzugten, nicht einschränkenden Beispielausgestaltung der Erfindung mit der zugehörigen Zeichnung besser zu verstehen und zu bewerten, welche zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung der Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung als Funktionsprinzip.

Das trockene Atemgas wird über den Atemgaseingang 5 der Befeuchterkammer 2 zugeführt. Diese enthält eine Kammerfüllung 10 in Form eines Sinterglas-Klotzes, der von einem mäanderförmig verlaufenden Kanal durchzogen ist. Dieser die Kammerfüllung 10 bildende Klotz steht innerhalb des Befeuchterwassers, wobei sich dessen Wasserspiegel jedoch noch unterhalb des Bodens des mäanderförmig verlaufenden Kanals befindet. Das Atemgas durchströmt diesen Kanal, sättigt sich dort auf, um danach in der Nachheizstrecke 7 noch weiter erhitzt zu werden. Unmittelbar nach dem Ausgang der Nachheizstrecke 7 sind zwei Temperatur-Feuchtesensoren 8.1 und 8.2 angeordnet, die vom Atemgas umströmt werden. Sie sind elektrisch mit der Steuer- und Regeleinheit 1 verbunden. Der Befeuchterkammer 2 ist das Heizelement 3 und der Nachheizstrecke 7 das Heizelement 9 zugeordnet. Im dargestellten Beispiel sind die beiden Heizelemente 3, 9 als separate Bauteile ausgebildet und sind unabhängig voneinander steuerbar. In Verbindung mit der Steuer- und Regeleinheit 1 werden zwei Regelkreise gebildet. Der erste Regelkreis dient der Feuchteregelung und umfasst das Heizelement 3, den ersten Temperatur-Feuchtesensor 8.1 und den Regler 1.1 der Steuer- und Regeleinheit 1. Dieser Regler 1.1 regelt die Heizleistung des Heizelementes 3 in der Weise, dass sich z. B. eine gewünschte absolute Feuchte von 44 mg/l einstellt. Dabei berücksichtigt der Regler 1.1 die gemessene Temperatur und relative Feuchte des ersten Temperatur-Feuchtesensors 8.1 und berechnet daraus nach bekannten Algorithmen die absolute Feuchte. Der zweite Regelkreis dient der Regelung der Temperatur der Nachheizstrecke 7 und wird gebildet durch das Heizelement 9, den Temperatursensor des zweiten Temperatur-Feuchtesensors 8.2 und den Regler 1.2. Dieser Regler 1.2 regelt die Heizleistung für das der Nachheizstrecke 7 zugeordnete Heizelement 9 in der Weise, dass das Atemgas die Nachheizstrecke 7 mit einer Temperatur von 44 °C verlässt. Durch eine separate Auswertung der durch die beiden

Temperatur-Feuchtesensoren 8.1, 8.2 erfassen Temperatur- und Feuchtwerte wird gleichzeitig auch die erforderliche Trennung von Regelung und Überwachung sichergestellt.

Der Differenzdruck-Sensor 8.4 bestimmt die Druckdifferenz über der Befeuchterkammer 2. Aus dieser Druckdifferenz wird unter Verwendung der
5 Steuer- und Regeleinheit 1 nach einer bekannten Druck-Volumenstrom-Kennlinie der die Befeuchterkammer 2 durchströmende Atemgasvolumenstrom berechnet. Dieser Atemgasvolumenstrom geht als weiterer Parameter in das Regelgesetz für die absolute Feuchte des Reglers 1.1 ein.

10 Das Nachfüllsystem 4 wird gebildet durch ein Reservoir zur Aufnahme von sterilem Wasser 4.1, ein Magnetventil 4.2 für den Zulauf zur Befeuchterkammer 2 sowie ein Magnetventil 4.3 für den Ablauf von der Befeuchterkammer 2. Der Wasserstand wird durch ein System von drei beheizten, übereinander angeordneten Thermistoren, die als Temperatursensor 8.3 dargestellt sind,
15 bestimmt. Durch das Beheizen der Thermistoren bei Umgebung durch Luft auf eine Temperatur oberhalb 100°C, können sie im Falle des Eintauchens in Wasser nur abgekühlt werden Die damit verbundene Widerstandsänderung wird in der Steuer- und Regeleinheit 1 ausgewertet. In Abhängigkeit des Wasserstands in der Befeuchterkammer 2 werden die Magnetventile 4.2 und
20 4.3 mittels der Steuer- und Regeleinheit 1 entsprechend geschaltet und so der Wasserstand auf einem gewünschtem Niveau gehalten. In Strömungsrichtung des Atemgases nach dem Befeuchterausgang 6 ist ein Bakterienfilter 11 angeordnet, dessen Umgebung von einem Teil des Heizelementes 9 mit beheizt wird. Auf diese Weise wird die Kondensation der feuchten
25 Inspirationsluft im Bakterienfilter 11 vermieden.

Bei einer nicht gezeigten weiteren Ausgestaltung der Erfindung besteht die Vorrichtung zur Befeuchtung des Atemgases aus einer Befeuchterkammer 2 in Form eines nach unten geschlossenen Zylinders, der von einer ebenso
30 zylinderförmigen Nachheizstrecke 7 umgeben ist. Auf der Außenwand der Befeuchterkammer 2 ist ein ringförmiges Heizelement 3 platziert. So beheizt es

nach Innen die Befeuchterkammer 2 und nach Außen die Nachheizstrecke 7. Das Heizelement 3 ist teilweise von einer thermischen Isolation gegenüber der Nachheizstrecke 7 umgeben, über die der Grad der Nachheizung festgelegt werden kann. Die Befeuchterkammer 2 ist dabei mit einer Kammerfüllung 10 in Form von hoch saugfähigen Keramikugeln gefüllt. Die Befeuchterkammer 2 hat einen am Zylindereingang befindlichen Befeuchterkammereingang, einen im unteren Bereich, z. B. nach 1/3 der Zylinderhöhe befindlichen Befeuchterkammerausgang, einen Zulauf für die Wasserbefüllung und einen unterhalb des Befeuchterkammerausgangs mündenden Wasserüberlauf, über den überschüssiges Wasser aus der Befeuchterkammer 2 ablaufen kann. Das Befeuchterwasser durchströmt die Kammerfüllung 10 von oben nach unten, wodurch deren ständige Befeuchtung sichergestellt ist. Das trockene Atemgas strömt über den Befeuchterkammereingang in die Befeuchterkammer 2, und nimmt beim Durchströmen der Hohlräume zwischen den Keramikugeln Wasserdampf auf. Es verlässt die Befeuchterkammer 2 über den Befeuchterkammerausgang und tritt in die Nachheizstrecke 7 ein. Dort wird es weiter erwärmt, es wird trockener und es kommt im Bereich des Atemgasausgangs 6 nicht zur Kondensation.

Unmittelbar vor dem Atemgasausgang 6 befinden sich zwei Temperatur- und Feuchtesensoren 8.1, .2, von denen der eine Temperatur- und Feuchtesensor 8.1 der Regelung und der zweite Temperatur- und Feuchtesensor 8.2 der Überwachung der Luftfeuchte dient. Der Boden der Befeuchterkammer 2 ist mittels eines Schlauches mit einem transparenten Rohrstück verbunden, in dem der Wasserstand dem im Innern der Befeuchterkammer 2 vorhandenen Wasserstand entspricht. Unter Verwendung eines Schlauchs ist dieses Rohrstück mit dem oberen Teil der Befeuchterkammer 2 verbunden.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN

- 1 Steuer- und Regeleinrichtung
- 1.1 Regler
- 1.2 Regler
- 2 Befeuchterkammer
- 3 Heizelement
- 4 Nachfüllsystem
- 4.1 Reservoir
- 4.2 Magnetventil
- 4.3 Magnetventil
- 5 Atemgaseingang
- 6 Atemgasausgang
- 7 Nachheizstrecke
- 8 Sensoren
- 8.1 Temperatur-Feuchtesensor
- 8.2 Temperatur-Feuchtesensor
- 8.3 Temperatursensor
- 8.4 Differenzdruck-Sensor
- 9 Heizelement
- 10 Kammerfüllung
- 11 Bakterienfilter
- 12 Heizelement

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung, zumindest bestehend aus einer Steuer- und Regeleinrichtung (1), einer Befeuchterkammer (2) zum Befeuchten des Atemgases mit molekularem Wasserdampf, einem der Befeuchterkammer zugeordneten Heizelement (3) zum Beheizen der Befeuchterkammer (2), einem der Befeuchterkammer (2) vorgeordneten Atemgaseingang (5) sowie einem der Befeuchterkammer (2) nachgeordneten Atemgasausgang (6), **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Ausgang der Befeuchterkammer (2) und dem Atemgasausgang (6) eine beheizbare Nachheizstrecke (7) angeordnet ist, wobei in oder nach der Nachheizstrecke (7) zumindest ein Temperatur-Feuchtesensor (8.1, 8.2) platziert ist, der sich in Verbindung mit der Steuer- und Regeleinrichtung (1), der Befeuchterkammer (2) sowie dem Heizelement (3) zu einem Feuchte-Regelkreis ergänzt.
2. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a. das Heizelement (3) der Befeuchterkammer (2) im thermischen Kontakt bzw. in thermischer Wirkverbindung zur Nachheizstrecke (7) steht, oder
 - b. die Nachheizstrecke (7) sowohl von dem Heizelement (3) als auch von dem Heizelement (9) beheizt wird, oder
 - c. die Nachheizstrecke (7) ein separates Heizelement (9) aufweist.
3. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befeuchterkammer (2) eine aus einem saugfähigen Material gebildete Kammerfüllung (10) umfasst, wobei

diese Kammerfüllung (10) Kanäle für die Durchleitung des Atemgases aufweist.

4. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammerfüllung (10) aus einer saugfähigen Keramik, beispielsweise aus einer Sinterglaskeramik mit mäanderförmig oder ringförmig angeordneten Kanälen für das Atemgas besteht.
5. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammerfüllung (10) aus einer Füllung eines Keramikgranulats besteht.
6. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammerfüllung (10) aus einer Füllung von Keramikugeln, vorzugsweise Sinterglaskugeln, besteht.
7. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befeuchterkammer (2) zumindest partiell mit Wasser gefüllt ist, wobei zur Füllstandserkennung mindestens zwei beheizbare Temperatursensoren (8.3) vorgesehen sind, deren Widerstand sich in Abhängigkeit davon, ob sie von Luft oder von Wasser umgeben sind, ändert.
8. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzufluss zur Befeuchterkammer (2) über ein Nachfüllsystem (4) erfolgt.
9. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erfassung des Druckabfalls über der Befeuchterkammer (2) und/oder zur Erfassung des Druckabfalls über der Nachheizstrecke (7) ein Differenzdruck-Sensor (8.4) vorgesehen ist, dessen Signale der Steuer- und Regeleinrichtung (1) zum Zwecke der Ermittlung des Atemgasvolumenstroms zugeführt werden.

10. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abwärme des Heizelementes (3) und/oder die Abwärme des Heizelementes (9) und/oder die Abwärme eines Heizelementes (12) zum Beheizen des inspiratorischen und/oder des expiratorischen Bakterienfilters (11) verwendet wird.
11. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Zwecke der Desinfektion das in der Befeuchterkammer (2) befindliche Wasser - bezüglich Temperatur und Dauer - definiert verdunstet wird.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE
beim Internationalen Büro eingegangen am
24. Januar 2011 (24.01.2011)

PATENTANSPRÜCHE

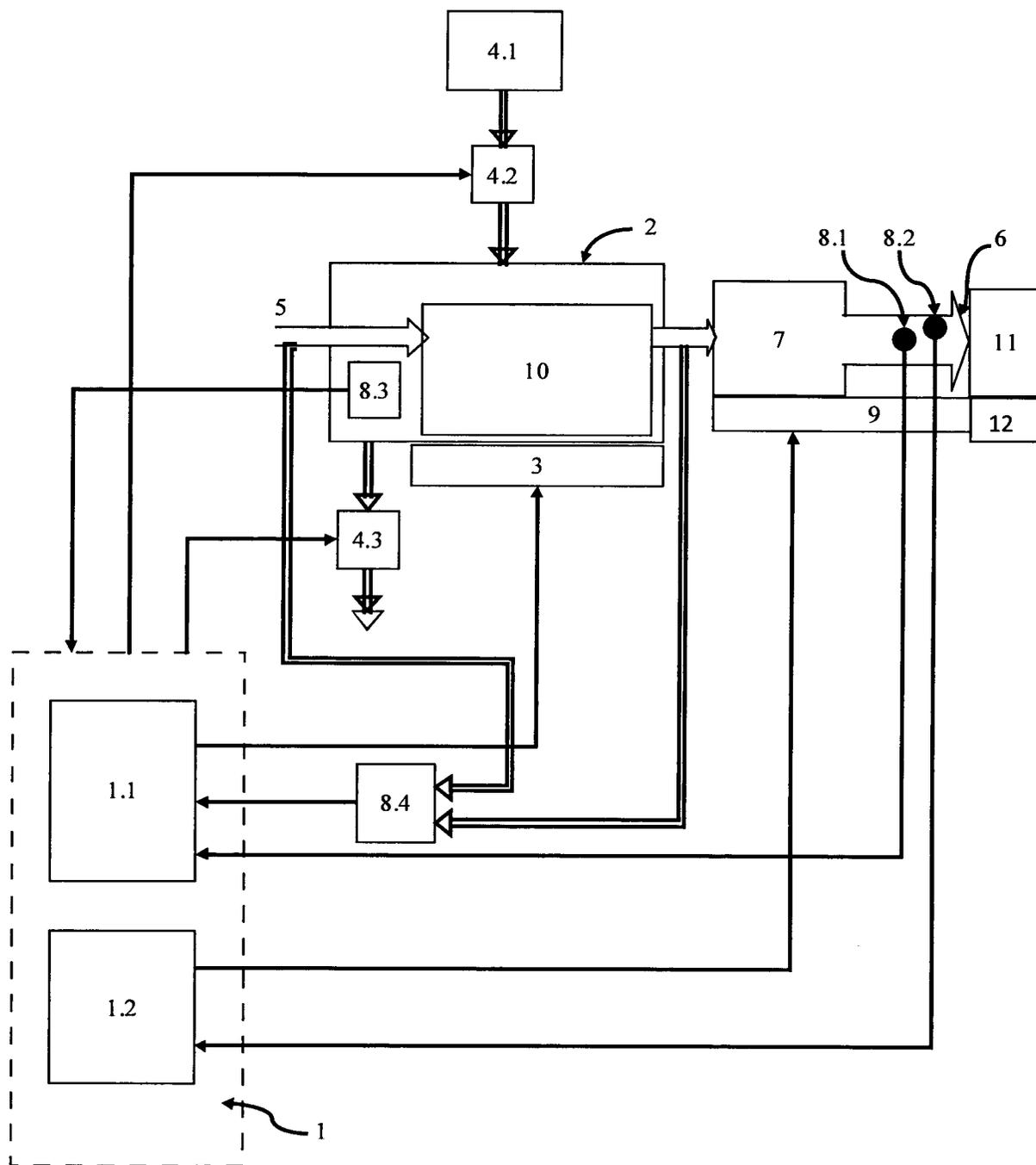
1. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung, zumindest bestehend aus einer Steuer- und Regeleinrichtung (1), einer Befeuchterkammer (2) zum Befeuchten des Atemgases mit molekularem Wasserdampf, einem der Befeuchterkammer zugeordneten Heizelement (3) zum Beheizen der Befeuchterkammer (2), einem der Befeuchterkammer (2) vorgeordneten Atemgaseingang (5) sowie einem der Befeuchterkammer (2) nachgeordneten Atemgasausgang (6) zum Anschluss eines Beatmungsschlauches¹, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Ausgang der Befeuchterkammer (2) und dem Atemgasausgang (6) eine beheizbare Nachheizstrecke (7) angeordnet ist, wobei in oder nach der Nachheizstrecke (7) zumindest ein vor Strahlungswärme geschützter² Temperatur-Feuchtesensor (8.1, 8.2) platziert ist, der sich in Verbindung mit der Steuer- und Regeleinrichtung (1), der Befeuchterkammer (2) sowie dem Heizelement (3) zu einem Feuchte-Regelkreis ergänzt.
2. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - a. das Heizelement (3) der Befeuchterkammer (2) im thermischen Kontakt bzw. in thermischer Wirkverbindung zur Nachheizstrecke (7) steht, oder
 - b. die Nachheizstrecke (7) sowohl von dem Heizelement (3) als auch von dem Heizelement (9) beheizt wird, oder
 - c. die Nachheizstrecke (7) ein separates Heizelement (9) aufweist.
3. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befeuchterkammer (2) eine aus einem

- saugfähigen Material gebildete Kammerfüllung (10) umfasst, wobei diese Kammerfüllung (10) Kanäle für die Durchleitung des Atemgases aufweist.
4. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammerfüllung (10) aus einer saugfähigen Keramik, beispielsweise aus einer Sinterglaskeramik mit mäanderförmig oder ringförmig angeordneten Kanälen für das Atemgas besteht.
 5. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammerfüllung (10) aus einer Füllung eines Keramikgranulats besteht.
 6. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammerfüllung (10) aus einer Füllung von Keramikugeln, vorzugsweise Sinterglaskugeln, besteht.
 7. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befeuchterkammer (2) zumindest partiell mit Wasser gefüllt ist, wobei zur Füllstandserkennung mindestens zwei beheizbare Temperatursensoren (8.3) vorgesehen sind, deren Widerstand sich in Abhängigkeit davon, ob sie von Luft oder von Wasser umgeben sind, ändert.
 8. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserzufluss zur Befeuchterkammer (2) über ein Nachfüllsystem (4) erfolgt.
 9. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erfassung des Druckabfalls über der Befeuchterkammer (2) und/oder zur Erfassung des Druckabfalls über der Nachheizstrecke (7) ein Differenzdruck-Sensor (8.4) vorgesehen ist, dessen Signale der Steuer- und Regeleinrichtung (1)

zum Zwecke der Ermittlung des Atemgasvolumenstroms zugeführt werden.

10. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abwärme des Heizelementes (3) und/oder die Abwärme des Heizelementes (9) und/oder die Abwärme eines Heizelementes (12) zum Beheizen des inspiratorischen und/oder des expiratorischen Bakterienfilters (11) verwendet wird.
11. Vorrichtung zur Atemgasbefeuchtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Zwecke der Desinfektion das in der Befeuchterkammer (2) befindliche Wasser - bezüglich Temperatur und Dauer - definiert verdunstet wird.

FIG. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2010/000970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61M16/16
ADD:

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)
A61M

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)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/019323 A1 (FISHER & PAYKEL HEALTHCARE LTD [NZ]; PAYTON MATTHEW JON [NZ]; O'DONNELL) 23 February 2006 (2006-02-23)	1,2,7-11
Y	Das ganze Dokument, insbesondere Seite 4, Zeile 3 - Seite 7, Zeile 1, und Abb. 1 -----	3-6
X	WO 2009/094532 A1 (SALTER LABS [US]; DAVENPORT JAMES M [US]; CURTI JAMES N [US]; SALTER P) 30 July 2009 (2009-07-30)	1,2,7-11
Y	Das ganze Dokument, besonders Fog. 13A und Absatz [122] ----- -/--	3,6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family 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

19 November 2010

Date of mailing of the international search report

29/11/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Borowski, Aleksander

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2010/000970

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/091164 A1 (FISHER & PAYKEL HEALTHCARE LTD [NZ]; SOMERVELL ANDREW ROBERT DONALD [N] 31 July 2008 (2008-07-31)	1,2,7-11
Y	Das ganze Dokument, insbesondere Seite 14, Zeilen 7-17 und die Abbildungen; page 14, line 7 - line 17	3-6
X,P	WO 2010/031125 A1 (RESMED LTD [AU]; HILL PHOEBE KATHERINE [AU]; BERTINETTI MARK [AU]; PRI) 25 March 2010 (2010-03-25) paragraph [0035]; figure 2	1
Y	DE 10 2005 000690 B3 (DRAEGER MEDICAL AG & CO [DE]) 11 May 2006 (2006-05-11) the whole document	3-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2010/000970
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006019323 A1	23-02-2006	AU 2005273119 A1	23-02-2006
		CA 2576409 A1	23-02-2006
		CN 101018582 A	15-08-2007
		EP 1778330 A1	02-05-2007
		JP 2008510510 T	10-04-2008
		US 2008028850 A1	07-02-2008
		US 2010218763 A1	02-09-2010
WO 2009094532 A1	30-07-2009	AU 2009206372 A1	30-07-2009
		CA 2713012 A1	30-07-2009
		EP 2247331 A1	10-11-2010
WO 2008091164 A1	31-07-2008	AU 2008208148 A1	31-07-2008
		CN 101641130 A	03-02-2010
		EP 2111248 A1	28-10-2009
WO 2010031125 A1	25-03-2010	NONE	
DE 102005000690 B3	11-05-2006	GB 2421691 A	05-07-2006
		US 2006144395 A1	06-07-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/000970

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. A61M16/16

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

A61M

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)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2006/019323 A1 (FISHER & PAYKEL HEALTHCARE LTD [NZ]; PAYTON MATTHEW JON [NZ]; O'DONNELL) 23. Februar 2006 (2006-02-23)	1,2,7-11
Y	Das ganze Dokument, insbesondere Seite 4, Zeile 3 - Seite 7, Zeile 1, und Abb. 1	3-6
X	WO 2009/094532 A1 (SALTER LABS [US]; DAVENPORT JAMES M [US]; CURTI JAMES N [US]; SALTER P) 30. Juli 2009 (2009-07-30)	1,2,7-11
Y	Das ganze Dokument, besonders Fog. 13A und Absatz [122]	3,6
	----- -/--	

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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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

19. November 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/11/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Borowski, Aleksander

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2010/000970

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/091164 A1 (FISHER & PAYKEL HEALTHCARE LTD [NZ]; SOMERVELL ANDREW ROBERT DONALD [N] 31. Juli 2008 (2008-07-31)	1,2,7-11
Y	Das ganze Dokument, insbesondere Seite 14, Zeilen 7-17 und die Abbildungen; Seite 14, Zeile 7 - Zeile 17 -----	3-6
X,P	WO 2010/031125 A1 (RESMED LTD [AU]; HILL PHOEBE KATHERINE [AU]; BERTINETTI MARK [AU]; PRI) 25. März 2010 (2010-03-25) Absatz [0035]; Abbildung 2 -----	1
Y	DE 10 2005 000690 B3 (DRAEGER MEDICAL AG & CO [DE]) 11. Mai 2006 (2006-05-11) das ganze Dokument -----	3-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2010/000970

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2006019323 A1	23-02-2006	AU 2005273119 A1	23-02-2006
		CA 2576409 A1	23-02-2006
		CN 101018582 A	15-08-2007
		EP 1778330 A1	02-05-2007
		JP 2008510510 T	10-04-2008
		US 2008028850 A1	07-02-2008
		US 2010218763 A1	02-09-2010
		-----	-----
WO 2009094532 A1	30-07-2009	AU 2009206372 A1	30-07-2009
		CA 2713012 A1	30-07-2009
		EP 2247331 A1	10-11-2010
-----	-----	-----	-----
WO 2008091164 A1	31-07-2008	AU 2008208148 A1	31-07-2008
		CN 101641130 A	03-02-2010
		EP 2111248 A1	28-10-2009
-----	-----	-----	-----
WO 2010031125 A1	25-03-2010	KEINE	
-----	-----	-----	-----
DE 102005000690 B3	11-05-2006	GB 2421691 A	05-07-2006
		US 2006144395 A1	06-07-2006
-----	-----	-----	-----