

(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
9. Dezember 2010 (09.12.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/139730 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B05B 17/06 (2006.01) **A61M 15/00** (2006.01)
A61M 11/00 (2006.01) **B23K 11/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/057718

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Juni 2010 (02.06.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 026 636.4 2. Juni 2009 (02.06.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **PARI PHARMA GMBH** [DE/DE]; Moosstras-
se 3, 82319 Starnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PUMM, Gerhard**
[DE/DE]; Schulstr. 18, 82496 Oberau (DE). **SEIFERT,**
René [DE/DE]; Längenfeldweg 65, 82418 Murnau (DE).
HOLZMANN, Philipp [DE/DE]; Hagauerstrasse 105,
85051 Ingolstadt (DE). **BRUNE, Nicole** [DE/DE]; Fue-
tererstrasse 4, 80637 München (DE).

(74) Anwälte: **SIEGERT, Georg** et al.; Hoffmann · Eitle,
Arabellastrasse 4, 81925 München (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, DE, 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).

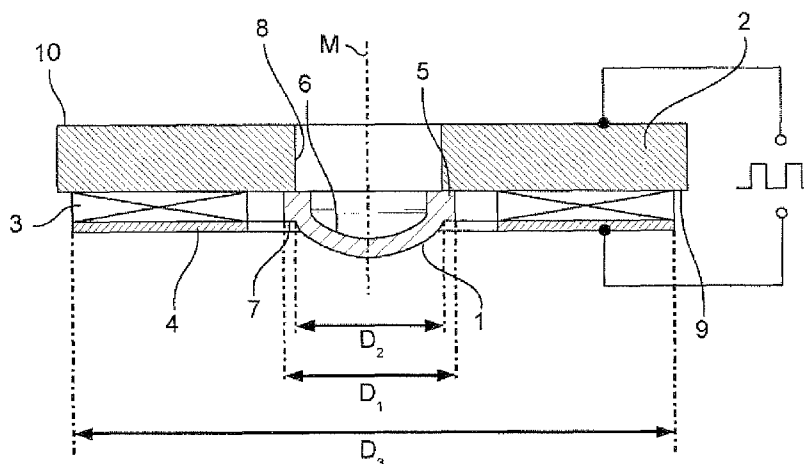
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: MEMBRANE NEBULIZER AND METHOD FOR WELDING A MEMBRANE TO A CARRIER DURING THE
PRODUCTION OF A MEMBRANE NEBULIZER

(54) Bezeichnung : MEMBRANVERNEBLER UND VERFAHREN ZUM VERSCHWEIßEN EINER MEMBRAN MIT EINEM
TRÄGER BEI DER HERSTELLUNG EINES MEMBRANVERNEBLERS

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a membrane nebulizer for producing aerosol in an aerosol therapy device, comprising: a membrane (1) having several through-holes for nebulizing a fluid; and a laminar carrier (2) having an opening (8), the membrane (1) being arranged in the opening (8) and fastened to the carrier (2) in such a way that the nebulizing occurs on a first side (9) of the carrier and the fluid is present at the membrane (1) on the opposite second side (10) of the carrier (2), characterized in that the membrane (1) is welded to the carrier by means of a resistance welding method.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Membranvernebler zur Aerosolerzeugung in einer Aerosoltherapievorrichtung, umfassend: eine Membran (1) mit mehreren Durchgangslöchern zur Verneblung eines Fluids; und einen flächigen Träger (2) mit einer Öffnung (8), wobei die Membran (1) in der Öffnung (8) angeordnet derart an dem Träger (2) befestigt ist, dass auf einer ersten Seite (9) des Trägers die Vernebelung stattfindet und auf der entgegengesetzten zweiten Seite (10) des Trägers (2) das Fluid an der Membran (1) ansteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (1) durch ein Widerstandsschweißverfahren mit dem Träger verschweißt ist.

Membranvernebler und Verfahren zum Verschweißen einer
Membran mit einem Träger bei der Herstellung eines
Membranverneblers

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Membranvernebler zur Erzeugung von Flüssigkeitströpfchen mit einer in Schwingungen versetzten Membran, insbesondere für die Verneblung von Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten für therapeutische Zwecke. Mit anderen Worten betrifft die vorliegende Erfindung einen Membranvernebler zur Aerosolerzeugung in einer Aerosoltherapievorrichtung. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Verbinden einer Membran mit einem flächigen Träger bei der Herstellung eines solchen Membranverneblers.

Ein Membranvernebler mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 ist beispielsweise aus der DE 101 22 065 A1 oder der DE 10 2005 006 375 A1 bekannt.

Bei der Herstellung eines solchen Membranverneblers muss die Membran mit dem Aktuator, der die Membran in Schwingungen versetzt, insbesondere einem Piezoschwinger, verbunden werden. Zurzeit erfolgt diese Verbindung über eine Klebung der Membran auf den Träger unter Verwendung eines Klebemittels. Nachteilig daran ist zum einen die lange Prozessdauer, die vor allem auf die Aushärtezeit des Klebemittels zurückzuführen ist. Des Weiteren ist die Verwendung von Klebemitteln grundsätzlich mit einer schwierigen Handhabung, wie spezielle Presstools, in einem kontinuierlichen Fertigungsprozess verbunden. Des Weiteren ist es problematisch ein geeignetes Klebemittel zu finden, da dieses medizinisch zugelassen und mehrfach autoklavierbar (derzeitige Mindestanforderung 50 Zyklen) sein muss. Darüber hinaus müssen der Träger und die Membran im Vorfeld behandelt, z. B. sandgestrahlt und gereinigt werden, um die Haftung über das Klebemittel zu verbessern.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde einen Membranvernebler zu schaffen, der bei gleichem Schwingungsverhalten der Membran und somit gleicher Aerosolerzeugung einfacher, schneller und damit kostengünstiger hergestellt werden kann sowie ein Verfahren zum Verbinden einer Membran mit einem Träger bei der Herstellung eines Membranverneblers vorzuschlagen, das einfacher, schneller und kostengünstiger als das bisherige Klebeverfahren ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Membranvernebler mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 sowie die Verwendung gemäß Anspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

Als problematisch stellt es sich bei der Lösung dieser Aufgabe dar, dass die Verbindungsart zwischen Membran und Träger (bzw. mit dem Aktuator, insbesondere dem Piezoschwinger) einen erheblichen Einfluss auf das Schwingungsverhalten und somit die Aerosolerzeugung der Membran hat. Alle metallischen Bauteile inklusive dem Aktuator bilden zusammen einen Biegeschwinger mit einem charakteristischen Schwingverhalten. Dies beinhaltet typische Amplituden, Resonanzen und Leistungsumsetzung, welche je nach Abstimmung der Baugruppen und Herstellung realisiert werden. Darüber hinaus muss im Bereich der Verbindung der Membran mit dem Träger eine dichte und vollständig geschlossene, z. B. ringförmige, Verbindung hergestellt werden, da es andernfalls zu unkontrolliertem Fluid, insbesondere Medikamentenaustritt, bei der Verneblung kommen kann. Schließlich handelt es sich insbesondere bei der Membran aber auch bei dem Träger um sehr dünne, metallische Bauteile mit einer Stärke im Bereich von 25 μm bzw. 500 μm (die Wandstärke der Membran liegt in einem Bereich zwischen 25 μm und 200 μm und die des Trägers in einem Bereich zwischen 50 μm und 500 μm). Damit scheiden im Prinzip Verbindungsverfahren mit einer hohen Wärmeentwicklung

aus, weil durch die Wärmeentwicklung mit einem Verzug oder Undichtigkeit (Leckage) der beiden zu verbindenden Bauteile zu rechnen ist und damit eine erhebliche Beeinflussung des Schwingungsverhaltens und der Aerosolerzeugung.

Überraschenderweise hat sich jedoch herausgestellt, dass ein Verschweißen der Membran mit dem Träger unter Verwendung eines Widerstandsschweißverfahren mit einem so geringen Verzug der Bauteile möglich ist, dass Schwingungsverhalten und Aerosolerzeugung nicht beeinflusst zumindest aber handhabbar bleiben. Dementsprechend liegt der vorliegenden Erfindung der Gedanke zu Grunde die Membran und den flächigen Träger eines Membranverneblers miteinander zu verschweißen, wobei insbesondere ein Widerstandsschweißverfahren zum Einsatz kommt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein Membranvernebler zur Aerosolerzeugung in einer Aerosoltherapievorrichtung bzw. zur Erzeugung von Flüssigkeitströpfchen eine Membran mit mehreren Durchgangslöchern zur Vernebelung eines Fluids. Hierzu kann ein Aktuator, insbesondere ein Piezoschwinger vorgesehen werden, der die Membran in Schwingungen versetzt und damit das Fluid durch die Durchgangslöcher hindurch von einer Seite zur anderen vernebelt wird. Bezüglich dieser Funktionsweise wird der Fachmann hinsichtlich weiterer Details auf die DE 101 22 065 A1 verwiesen. Darüber hinaus ist ein flächiger Träger vorgesehen, der eine (vorzugsweise kreisrunde) Öffnung aufweist, wobei die Membran in der Öffnung angeordnet ist bzw. über der Öffnung angeordnet ist und am Träger befestigt ist, so dass auf einer Seite der Membran das Fluid anstehen kann, während es auf der entgegengesetzten Seite der Membran vernebelt wird. Hierzu ist die Membran derart in der Öffnung angeordnet an dem Träger befestigt, dass auf einer ersten Seite des Trägers die Vernebelung stattfindet und auf der entgegengesetzten zweiten Seite des Trägers das Fluid an der Membran ansteht. Die vorliegende Erfindung kennzeichnet sich dadurch, dass die

Membran vollumfänglich mit dem Träger verschweißt ist. Hierbei kommt vorzugsweise ein Widerstandsschweißverfahren zum Einsatz. Es können hierbei zum Beispiel Mittelfrequenzschweißverfahren und Kondensatorentladungsschweißverfahren zur Anwendung kommen. Beim Widerstandsschweißen werden reproduzierbare Schweißergebnisse bei einer gleichzeitigen Minimierung der Produktionskosten und damit eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit erreicht. Weitere Vorteile sind minimierte Anschlusskosten dank geringer Anschlusswerte sowie niedrige Energiekosten durch optimalen Leistungsfaktor.

Beim Mittelfrequenzschweißverfahren wird mithilfe von modernen Inverter-Stromquellen die benötigte Energie für die Schweißprozesse mit einem nahezu beliebigen Impulsverlauf geregelt zugeführt. Die Anschluss-Netzspannung wird im Inverter zunächst gleichgerichtet und dann über einen geregelten Wechselrichter sowie einen Transformator als getaktete Gleichspannung bereitgestellt. Mittelfrequenzschweißverfahren wird verwendet bei unterschiedlichen Materialien wie Aluminium, VA und beschichteten Blechen. Dabei ist auch die Verbindung von Materialien unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit, wie Aluminium auf Stahl möglich.

Beim Kondensatorentladungsschweißen wird die zum Schweißen benötigte Energie aus einer vorher geladenen Kondensatorenbank auf eine oder mehrere Schweißelektroden geschaltet. Durch die schnelle Entladung der in den Kondensatoren gespeicherten Energie steigt der Strom im Sekundärkreis sehr schnell an, wodurch auch die Temperatur der Schweißstelle ebenso schnell ansteigen kann. Dieser schnelle Temperaturanstieg erhitzt die Schweißzone bevor die Wärme abfließen kann und verhindert somit eine Erwärmung der Bereiche um die Schweißstelle bzw. den Schweißbereich. Dadurch kann eine kurze Schweißzeit bei geringem Energiebedarf erreicht werden. Durch den geringen

Wärmeeintrag wird ferner ein stabiler Prozess und ein genauer Schweißbereich erzielt sowie der Verzug der sehr dünnen Bauteile in einem akzeptablen Maß bzw. in einem handhabbaren Maß gehalten.

Vorteilhafterweise wird ferner durch dieses Verbindungsverfahren die Möglichkeit geschaffen die Membran flächig auf der ersten Seite des Trägers, d. h. auf der Seite des Trägers, auf der die Verneblung stattfindet aufzubringen. Dies hat im Vergleich zu einem Auflegen auf der zweiten Seite den Vorteil, dass das Schwingungsverhalten des gesamten Bauteils (Biegeschwinger) in dem gewünschten Anwendungsfall positiv beeinflusst wird. Zusätzlich ist eine Fertigung des Bauteils von einer Seite möglich. Jedoch ist generell eine Verbindung auf beiden Seiten je nach gewünschter Optimierung denkbar. Erzielt wird somit eine flüssigkeitsundurchlässige (dichte) Verbindungsform, welche sich mechanisch und elektrisch stabil verhält und sich in gewissen Toleranzgrenzen reproduzierbar fertigen lässt.

Als vorteilhaft hat sich beim Kondensatorschweißen gegenüber dem Mittelfrequenzschweißen die geringeren notwendigen elektrischen Versorgungsleistungen erwiesen. Beim Mittelfrequenzschweißen wird ein Strom von ca. 300 - 500 A benötigt, beim Kondensatorentladungsschweißen reichen dagegen Ströme bis zu 64 A. Generell sind beide Verfahren für diese Anwendung geeignet.

Der Vorteil dieser Widerstandsschweißverfahren ist die direkte Qualitätskontrolle anhand der gemessenen Widerstände und Ströme. Dies ermöglicht eine In-Prozess Kontrolle und erspart weitere Qualitätskontrollmessungen. Zum Beispiel kann beim alternativen Laserschweißen die Dichtigkeit nicht direkt gemessen werden und es wäre zum Beispiel eine separate Kamerakontrollmessung nötig.

Dabei umfasst die Membran vorzugsweise einen effektiven Bereich, der z. B. kreisförmig sein kann und in dem die Durchgangslöcher angeordnet sind sowie einen den effektiven Bereich vollumfänglich umgebenden, vorzugsweise ringförmigen, Befestigungsbereich zur Befestigung an dem Träger. Der Befestigungsbereich ist als auf dem Träger flächig aufliegender Kragen ausgestaltet. Wie es zuvor erwähnt wurde, ist es dabei bevorzugt, dass der Kragen auf der ersten Seite des Trägers flächig aufliegt und der effektive Bereich vorzugsweise zur Öffnung des Trägers zentriert ausgerichtet ist. Hierbei kann die Öffnung beispielsweise gleichfalls kreisförmig sein und der effektive Bereich konzentrisch zur Öffnung angeordnet sein.

Dabei kann durch die vorliegende Erfindung der flächig aufliegende Kragen im Vergleich zu einer Klebemittelverbindung und aufgrund der Stärke (Festigkeit) der Schweißverbindung und der erzielbaren Dichtigkeit mit einer sehr geringen Fläche ausgestaltet werden, die vorzugsweise weniger als 96 mm^2 , bevorzugt weniger als 80 mm^2 , bevorzugter weniger als 40 mm^2 und am meisten bevorzugt weniger als 20 mm^2 beträgt. Bevorzugterweise ist die Fläche jedoch $\geq 5 \text{ mm}^2$ und am meisten bevorzugt größer gleich 10 mm^2 . Dadurch wird einerseits der Materialeinsatz reduziert, die Schweißnaht optimiert und andererseits kann auf vorteilhafte Weise das gewünschte Schwingungsverhalten der Bauteile (bzw. des Biegeschwingers) erzielt werden.

Wie es bereits eingangs erwähnt wurde, können die Membran und/oder der Träger aus Edelstahl oder einem anderen metallischen Werkstoff, der zur medizinischen Verwendung geeignet und zugelassen ist, gebildet sein. Dabei liegt die Wandstärke der Membran vorzugsweise unter $200 \text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen $25 \text{ }\mu\text{m}$ und $200 \text{ }\mu\text{m}$ und am meisten bevorzugt zwischen $50 \text{ }\mu\text{m}$ und $120 \text{ }\mu\text{m}$. Die Wandstärke des Trägers liegt vorzugsweise unter $500 \text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen $50 \text{ }\mu\text{m}$ und $500 \text{ }\mu\text{m}$, am meisten bevorzugt zwischen $100 \text{ }\mu\text{m}$ und $400 \text{ }\mu\text{m}$.

Darüber hinaus kann, wie erwähnt, ein Aktuator vorgesehen sein, um zumindest die Membran zur Vernebelung des Fluids in Schwingungen zu versetzen, wobei der Aktuator den Träger bilden kann oder mit dem Träger verbunden, z. B. verklebt sein kann. Er kann auf der gleichen Seite wie die Membran oder aber auf der entgegengesetzten zweiten Seite des Trägers angeordnet sein. Ferner handelt es sich bei dem Aktuator vorzugsweise um einen piezokeramischen Aktuator, insbesondere einen Piezoschwinger. Dabei liegt die Wandstärke des Aktuators in vergleichbaren Größenverhältnissen und vorzugsweise unter 500 μm , bevorzugt zwischen 25 μm und 500 μm und am meisten bevorzugt zwischen 100 μm und 400 μm .

Neben dem oben erwähnten Membranvernebler schlägt die vorliegende Erfindung eine Aerosoltherapievorrichtung mit einem solchen Membranvernebler vor.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Verbinden einer Membran, insbesondere einer Membran, wie sie oben erläutert wurde, mit einem ebenfalls oben beschriebenen flächigen Träger bei der Herstellung eines Membranverneblers einer Aerosoltherapievorrichtung. Dabei umfasst das Verfahren die Schritte flächiges Auflegen des Bereichs (Befestigungsbereichs) der Membran (z. B. des Kragens), der mit dem Träger zu verschweißen ist. Hierbei wird der effektive Bereich der Membran zu der Öffnung im Träger entsprechend ausgerichtet, so dass der effektive Bereich über bzw. in der Öffnung liegt. Bei einem kreisförmigen effektiven Bereich und kreisförmiger Öffnung sind die beiden Kreise beispielsweise konzentrisch zueinander. Gleiches gilt auch für den dann z. B. ringförmigen Kragen. Im Anschluss wird eine im Querschnitt geschlossene, z. B. ringförmige Schweißelektrode in dem Bereich (Befestigungsbereich), in dem Träger und Membran zu verschweißen sind, flächig angepresst und zum Verbinden von Membran und Träger ein Widerstandsschweißvorgang (wie, Mittelfrequenzschweißvorgang

oder Kondensatorentladungsschweißvorgang) durchgeführt. Dabei hat die z. B. ringförmige Schweißelektrode einen definierten Innen- und Außendurchmesser, der die radiale Stärke (Dicke) der gleichermaßen ringförmigen Schweißnaht definiert.

Um beim Schweißvorgang Korrosionsschäden zu vermeiden, die vor allem durch den anschließenden Kontakt mit unterschiedlichen Lösungen und Reinigungsschritten auftreten können, erfolgt der Schweißvorgang unter Schutzgasatmosphäre, z. B. unter Formiergasen, vorzugsweise Argon, angepasst an die jeweils verwendeten Materialien.

Darüber hinaus kann nicht garantiert werden, dass der Stromfluss über die Schweißelektrode gleichmäßig durch die Bauteile fließt, wodurch eventuell Schweißfehler und Undichtigkeiten auftreten können. Hierbei hat sich herausgestellt, dass die in der Praxis gängigen Buckelschweißverfahren, die üblicherweise ein gleichförmiges Schweißbild erzeugen, bei den vorhandenen Materialstärken nicht optimal anwendbar sind. Die Herstellung eines sauberen Grades (Buckel) ist in dieser Anwendung nicht reproduzierbar. Um diese Problematik zu vermeiden, wird der Schweißstrom partiell eingeleitet und dieser Vorgang nach Bedarf oder Anwendung ein oder mehrmals wiederholt. Dafür erfolgt ein Verdrehen des Verbunds aus Membran und Träger und der Schweißelektrode relativ zueinander nachdem der erste Widerstandsschweißvorgang (wie Mittelfrequenz- oder Kondensatorentladungsschweißvorgang) durchgeführt wurde, d. h. der Verbund und die Schweißelektrode werden relativ zueinander versetzt, wozu die Relativdrehung weniger als 360° betragen sollte. Im Anschluss wird ein erneuter Schweißvorgang durchgeführt. Dieses Versetzen kann mehrfach, vorzugsweise dreifach, durchgeführt werden, wobei die Relativdrehung jeweils 120° beträgt. Es sind jedoch auch mehrere oder nur zwei Schweißvorgänge denkbar, wobei die Drehung vorzugsweise in gleichmäßigen Teilungen z. B. 180°

bei einer zweifachen Schweißung oder 90° bei einer vierfachen Schweißung erfolgt.

Wie es oben erwähnt wurde, ist es aus besagten Gründen vorteilhaft die Membran in dem Bereich, in dem Membran und Träger zu verbinden sind, flächig auf der ersten Seite des Trägers aufzulegen, d. h. auf der Seite des Trägers, auf der die Vernebelung (bzw. Aerosolgenerierung) stattfindet.

Neben dem erfindungsgemäßen Verfahren schlägt die vorliegende Erfindung auch die Verwendung eines Widerstandsschweißverfahrens zum Verschweißen einer Membran, wie sie oben beschrieben wurde, mit einem ebenfalls oben beschriebenen flächigen Träger bei der Herstellung eines Membranverneblers vor.

Weitere Vorteile und Merkmale, die alleinstehend oder in Kombination mit einem oder mehreren der obigen Merkmale umgesetzt werden können, sind darüber hinaus aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten beispielhaften Ausführungsform ersichtlich, die unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung erfolgt.

Dabei zeigt:

Figur 1 einen Membranvernebler der vorliegenden Erfindung im Querschnitt.

Figur 1 zeigt einen Membranvernebler der vorliegenden Erfindung. Das in Figur 1 dargestellte schwingungsfähige System ist rotationssymmetrisch bezüglich der in Figur 1 dargestellten Mittelachse M. Es umfasst eine gewölbte Membran 1, einen Träger bzw. ein Substrat 2 mit einer zentral angeordneten kreisrunden Öffnung 8. Die gewölbte Membran ist in der Öffnung 8 angeordnet. Die Membran 1 ist gleichfalls kreisrund und konzentrisch zur Mittelachse M angeordnet. Die Membran 1 umfasst einen kreisförmigen, zentral angeordneten,

effektiven Bereich, der eine Vielzahl von nicht sichtbaren Durchgangslöchern im Größenbereich unter 10 μm und vorzugsweise zwischen 1,5 μm und 5 μm Durchmesser aufweist. Konzentrisch zum effektiven Bereich 6 ist ein kreisringförmiger Kragen 7 angeordnet, der über die Öffnung 8 hinausragt und der Befestigung der Membran an dem Träger 2 dient. Der Träger 2 weist eine erste Seite 9 und eine entgegengesetzte bzw. gegenüberliegend angeordnete Seite 10 auf. Im verbauten Zustand des Membranverneblers in einer Aerosoltherapievorrichtung steht das zu vernebelnde Fluid auf der Seite 10 und damit über die Öffnung 8 am effektiven Bereich 6 der Membran 1 an. Auf der gegenüberliegenden Seite 9 erfolgt die Vernebelung (bzw. Aerosolerzeugung), wenn das dargestellte System in Schwingung versetzt wird und das Fluid, insbesondere eine Flüssigkeit, durch die mehreren Durchgangslöcher hindurch auf der Seite 9 vernebelt wird (bzw. als Aerosol austritt). Der Träger 2 ist vorzugsweise ebenfalls kreisrund und weist einen Durchmesser D3 von weniger als 30 mm, vorzugsweise weniger als 27 mm auf und besonders bevorzugt weniger als 24 mm auf. Darüber hinaus ist auf der gleichen Seite 9 ein Piezoelement 3 an dem Träger 2 befestigt, insbesondere verklebt, und über eine erste Elektrode 4 und über den Träger 2 kann eine Wechselspannung angelegt werden. Dabei kann der Träger 2 die Funktion einer zweiten Elektrode für das Piezoelement 3 übernehmen. Es kann aber auch eine zweite Elektrode auf der Seite 10 des Trägers vorgesehen werden.

Eine an die Elektroden angelegte Wechselspannung führt zu einer Verlängerung bzw. Verkürzung des Piezoelements 3 in einer Richtung senkrecht zu der in Figur 1 gezeigten Symmetrieachse M. Dadurch wird der Träger im Wechsel der Verlängerung und Verkürzung des Piezoelements 3 verbogen und zu Biegeschwingungen angeregt, die auf die Membran 1 übertragen werden. Die Resonanzfrequenzen des Schwingungssystems werden einerseits durch die Membran 1, das Substrat 2 und das Piezoelement 3 sowie die Befestigungsart

der Membran 1 am Substrat 2 bestimmt. Andererseits werden die Resonanzfrequenzen des Schwingungssystems zusätzlich beeinflusst durch die Flüssigkeit, die der konkaven Seite der Membran 1 zugeführt wird und dort während des Vernebelns ansteht. Dies gilt im besonderen Maße für therapeutische Inhalationsgeräte (z.B. Medikamentenvernebler), bei denen die Flüssigkeit in einem hierfür vorgesehenen Reservoir in ausreichender Menge unmittelbar an der Membran zur Verfügung gestellt wird.

Die Befestigung der Membran 1 an dem Träger 2 erfolgt hier durch eine Schweißnaht 5 im Bereich des Kragens 7. Hierzu liegt der Kragen 7 flächig auf der Seite 9 des Trägers 2 auf. Die Verbindung erfolgt dabei derart, dass die Membran 1 mit dem Kragen 7 flächig auf den Träger bzw. dessen Seite 9 aufgelegt wird, und im Anschluss eine ringförmige Schweißelektrode (nicht dargestellt) auf die in Figur 1 nach unten weisende Oberfläche des Kragens 7 aufgepresst wird. Nachfolgend entsteht die Verbindung durch einen Widerstandsschweißvorgang, vorzugsweise ein Kondensatorentladungsschweißvorgang. Um eine ausreichend dichte Verbindung, d. h. eine vollständig geschlossene Schweißnaht 5 (ringförmige Schweißnaht) zwischen Membran 1 und dem Träger 2 zu erzielen, wird nachfolgend gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Verbund aus Membran 1 und Träger 2 relativ zur Schweißelektrode oder die Schweißelektrode zum Verbund um 120° gedreht und der Schweißvorgang erneut durchgeführt. Anschließend erfolgt eine weitere Drehung um 120° und ein nochmaliger Schweißvorgang. Es versteht sich jedoch, dass auch nur zwei Schweißvorgänge oder mehr als drei Schweißvorgänge durchgeführt werden können.

Darüber hinaus ist die ringförmige Schweißelektrode in ihrem Innen- und Außenmesser definiert, um die Breite der Schweißnaht in Radialrichtung des Systems einstellen zu können. Darüber hinaus ist auch die Breite des Kragens 7 in

Radialrichtung entsprechend angepasst. Die Fläche des Kragens liegt dabei vorzugsweise in einem Bereich zwischen 5 mm^2 und höchstens 96 mm^2 , vorzugsweise höchstens 80 mm^2 , mehr bevorzugter höchstens 40 mm^2 und am meisten bevorzugt höchstens 20 mm^2 . Die Fläche wird dabei bemessen in dem Bereich, der über die Öffnung 8 hinausragt, d. h. der Bereich, der zwischen den Durchmessern D2 und D1 in Figur 1 liegt.

Um Korrosion zu vermeiden, wird der oben genannte Schweißvorgang unter Schutzgasatmosphäre z. B. in einer besonderen Atmosphäre mit Formiergasen bzw. vorzugsweise Argon durchgeführt, je nachdem welche Materialien verschweißt werden.

Durch die vorliegende Erfindung kann die Dauer des Verbindungsvorgangs deutlich reduziert werden, ist unabhängig von Drittmaterial, nämlich Klebstoff, und benötigt keine Vorbehandlung der Materialien. Des Weiteren hat diese Verbindung eine höhere Festigkeit und somit eine höhere Autoklavierbeständigkeit. Ferner kann die Verwendung von Werkstückträgern zur Fixierung der Bauteile im Klebeprozess entfallen, wodurch die Investitionskosten bei Erhöhung der Stückzahlen reduziert werden können.

Es versteht sich, dass die obige Ausführungsform nur eine beispielhafte Ausführungsform ist und dass dem Fachmann verschiedenartige Modifikationen ersichtlich sind ohne vom Grundgedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen, wie er aus den folgenden Ansprüchen ersichtlich ist. So ist es beispielsweise möglich, dass Piezoelement auf der entgegengesetzten Seite anzubringen oder die Membran direkt mit dem piezoelektrischen Element zu verbinden. Darüber hinaus sind auch andere Formen als die kreisrunden bzw. kreisringförmigen konzentrisch zueinander angeordneten Elemente denkbar. Auch können andere Materialien für Membran und Träger als das erwähnte Edelstahl zum Einsatz kommen.

Dementsprechend müssen jeweils geeignete Schutzgase verwendet werden. Gleichmaßen können auch andere Aktuatoren als piezoelektrische Aktuatoren zum Einsatz kommen, wie zum Beispiel Formgedächtnislegierungen, Schwingkolben, Pumpmotoren, Pumpenkolben, Piezomotoren, Elektromagneten mit Schwingkern, Relais oder dergleichen.

Patentansprüche

1. Membranvernebler zur Aerosolerzeugung in einer Aerosoltherapievorrichtung, umfassend:

eine Membran (1) mit mehreren Durchgangslöchern zur Verneblung eines Fluids; und

einen flächigen Träger (2) mit einer Öffnung (8), wobei die Membran (1) in der Öffnung (8) angeordnet derart an dem Träger (2) befestigt ist, dass auf einer ersten Seite (9) des Trägers die Vernebelung stattfindet und auf der entgegengesetzten zweiten Seite (10) des Trägers (2) das Fluid an der Membran (1) ansteht, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Membran (1) vollumfänglich mit dem Träger (2) verschweißt ist.

2. Membranvernebler nach Anspruch 1, bei dem die Membran (1) durch ein Widerstandsschweißverfahren, insbesondere Mittelfrequenz- oder Kondensatorentladungsschweißverfahren, mit dem Träger (2) verschweißt ist.

3. Membranvernebler nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Membran (1) im Bereich der Schweißverbindung flächig auf der ersten Seite (9) des Trägers (2) aufliegt.

4. Membranvernebler nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Membran (1) einen effektiven Bereich (6), in dem die Durchgangslöcher angeordnet sind, und einen den effektiven Bereich vollumfänglich umgebenden Befestigungsbereich zur Befestigung an dem Träger (2) aufweist, wobei der Befestigungsbereich als auf dem Träger (2) flächig aufliegender Kragen (7) ausgestaltet ist.

5. Membranvernebler nach Anspruch 4, bei dem der auf dem Träger (2) flächig aufliegende Kragen (7) eine Fläche von weniger als 96 mm² und bevorzugt weniger als 80 mm², mehr

bevorzugt weniger als 40 mm² und am meisten bevorzugt weniger als 20 mm² aufweist.

6. Aerosoltherapievorrichtung mit einem Membranvernebler nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Verfahren zum Verbinden einer Membran (1) umfassend mehrere Durchgangslöcher zur Verneblung eines Fluids mit einem flächigen Träger (2) bei der Herstellung eines Membranverneblers einer Aerosoltherapievorrichtung, umfassend die Schritte:

flächiges Auflegen des Bereichs der Membran (1) der mit dem Träger (2) zu verschweißen ist;
flächiges Anpressen einer im Querschnitt geschlossenen Schweißelektrode in dem Bereich; und
Widerstandsschweißen in dem Bereich zum Verbinden von Membran (1) und Träger (2).

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem der Schritt Widerstandsschweißen, insbesondere Mittelfrequenz- oder Kondensatorentladungsschweißverfahren unter Schutzgasatmosphäre stattfindet.

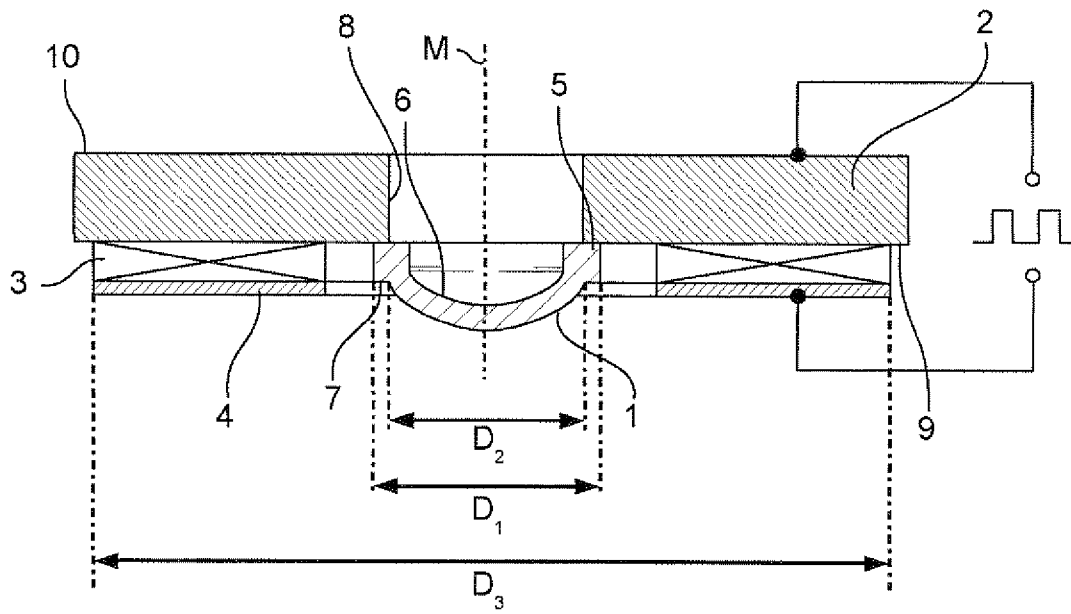
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem der Verbund aus Membran (1) und Träger (2) und die Schweißelektrode nach dem Schritt Widerstandsschweißen relativ zu einander um einen Winkel weniger als 360° oder deren Kreisvielfaches (+/-360°) gedreht und der Schritt Widerstandsschweißen in dem Schweißbereich nochmals durchgeführt wird, wobei dieser Vorgang bevorzugt wenigstens einmal wiederholt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem die Membran (1) in dem Bereich flächig auf einer Seite (9) des Trägers (2), auf der die Vernebelung stattfindet, auf den Träger (2) aufgelegt wird

11. Verwendung eines Widerstandsschweißverfahrens zum Verschweißen einer Membran (1) umfassend mehrere Durchgangslöcher zur Verneblung eines Fluids mit einem flächigen Träger (2) bei der Herstellung eines Membranverneblers einer Aerosoltherapievorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

1/1

Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/057718

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B05B17/06 A61M11/00 A61M15/00 B23K11/00
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)

B05B A61M B23K

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 01/76762 A2 (INSTRUMENTARIUM CORP [FI]) 18 October 2001 (2001-10-18) page 5, line 20 - page 9, line 20; figures 1,2	1-11
X	WO 2006/127181 A2 (AEROGEN INC [US]; IVRI YEHUDA [US]) 30 November 2006 (2006-11-30) paragraphs [0042] - [0052]; figures 1-4	1-11
A	US 4 420 848 A (BECKER PHILIP D [US]) 20 December 1983 (1983-12-20) column 3, line 43 - column 6, line 28; figures 1-6	1-11
A	US 6 689 981 B1 (ANANTHANARAYANAN VENKATASUBRAM [US] ET AL) 10 February 2004 (2004-02-10) the whole document	1-11

☐ 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

23 July 2010

Date of mailing of the international search report

30/07/2010

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

Menn, Patrick

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/057718

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0176762	A2	18-10-2001	AU 4445801 A US 6539937 B1	23-10-2001 01-04-2003
WO 2006127181	A2	30-11-2006	AU 2006249574 A1 CA 2607747 A1 CN 101208123 A EA 200702608 A1 EP 1896662 A2 JP 2008545525 T KR 20080015880 A US 2009134235 A1 ZA 200709969 A	30-11-2006 30-11-2006 25-06-2008 29-08-2008 12-03-2008 18-12-2008 20-02-2008 28-05-2009 28-04-2010
US 4420848	A	20-12-1983	NONE	
US 6689981	B1	10-02-2004	AU 2003252087 A1 WO 2004022277 A1	29-03-2004 18-03-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/057718

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B05B17/06 A61M11/00 A61M15/00 B23K11/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B05B A61M B23K

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 01/76762 A2 (INSTRUMENTARIUM CORP [FI]) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) Seite 5, Zeile 20 - Seite 9, Zeile 20; Abbildungen 1,2	1-11
X	WO 2006/127181 A2 (AEROGEN INC [US]; IVRI YEHUDA [US]) 30. November 2006 (2006-11-30) Absätze [0042] - [0052]; Abbildungen 1-4	1-11
A	US 4 420 848 A (BECKER PHILIP D [US]) 20. Dezember 1983 (1983-12-20) Spalte 3, Zeile 43 - Spalte 6, Zeile 28; Abbildungen 1-6	1-11
A	US 6 689 981 B1 (ANANTHANARAYANAN VENKATASUBRAM [US] ET AL) 10. Februar 2004 (2004-02-10) das ganze Dokument	1-11

☐ 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 erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher 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

23. Juli 2010

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/07/2010

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

Menn, Patrick

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/057718

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0176762	A2	18-10-2001	AU	4445801 A	23-10-2001
			US	6539937 B1	01-04-2003
WO 2006127181	A2	30-11-2006	AU	2006249574 A1	30-11-2006
			CA	2607747 A1	30-11-2006
			CN	101208123 A	25-06-2008
			EA	200702608 A1	29-08-2008
			EP	1896662 A2	12-03-2008
			JP	2008545525 T	18-12-2008
			KR	20080015880 A	20-02-2008
			US	2009134235 A1	28-05-2009
			ZA	200709969 A	28-04-2010
US 4420848	A	20-12-1983	KEINE		
US 6689981	B1	10-02-2004	AU	2003252087 A1	29-03-2004
			WO	2004022277 A1	18-03-2004