(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 306 T2** 2008.05.21

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 860 646 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 306.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 300 882.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **06.02.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.08.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **29.08.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.05.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***F17C 5/06*** (2006.01)
A61M 16/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
797828 **10.02.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Carleton Life Support Systems, Inc., Orchard Park, N.Y., US

(74) Vertreter:
Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(72) Erfinder:
McCulloh, Kevin Gene, Davenport, IA 52806, US;
Selhost, Dale Louis, Moline, IL 61265, US;
Henneman, John, Rock Island, IL 61201, US;
Coffield, Kelly, Davenport, IA 52806, US

(54) Bezeichnung: **Sauerstoffanreicherungsvorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung stellt einen Sauerstoffkonzentrator und ein Zylinder-Aufladegerät bereit, und stellt insbesondere einen Hausmedizinversorgungs-Sauerstoffkonzentrator und ein Zylinder-Aufladegerät bereit, das in der Lage ist, gleichzeitig oder unabhängig sauerstoff-angereicherte Luft bei einem niedrigen Druck und bei einem hohen Druck bereitzustellen. Eine derartige Bereitstellung von sauerstoff-angereicherter Luft bei zwei unterschiedlichen Drucken ermöglicht es, dass die Vorrichtung zur Bereitstellung von sauerstoff-angereicherter Luft bei einem Druck benutzt wird, der geeignet ist zur Verwendung durch einen Patienten, während gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft bei einem Druck bereitgestellt wird, der geeignet ist zum Wiederaufladen eines Zylinders, wodurch der Patient die Option hat, mobil zu sein.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Es gibt eine Anzahl von Fällen, wo die Bereitstellung von sauerstoff-angereicherter Luft, manchmal als Sauerstoff bezeichnet, bei einem niedrigen Druck bereitgestellt werden muss. Eine bestimmte Situation, wo derartige Niederdruck-sauerstoff-angereicherte Luft erforderlich ist, ist auf dem Gebiet der medizinischen Versorgung, sowohl auf dem Gebiet der medizinischen Versorgung innerhalb verschiedener Institutionen, wie auch innerhalb eines Hauses des Patienten. In derartigen Situationen kann es notwendig sein, eine kontinuierliche Strömung von Niederdruck-sauerstoff-angereicherter Luft einem Patienten auf einer fortlaufenden Grundlage bereitzustellen. Während derartige Patienten in der Lage sein können, die Abwesenheit der Strömung sauerstoff-angereicherter Luft für kurze Zeitperioden auszuhalten, sind derartige Patienten häufig nicht in der Lage, die Abwesenheit einer derartigen Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft für längere Zeitperioden auszuhalten, ohne unter größeren Gesundheitsproblemen zu leiden. Insbesondere sind derartige Patienten normalerweise nicht in der Lage, sich von einem Ort zu einem anderen ohne sauerstoffangereicherte Luft zu bewegen.

[0003] Systeme zur Bereitstellung einer Strömung von Niederdruck-sauerstoff-angereicherter Luft schließen Destillationsprozesse, Adsorptionstrennungsprozesse und Membrantrennungsprozesse ein. Ein derartige Prozess ist ein sogenannter Druckhub-Adsorptions-(PSA)-Prozess, der den Vorteil aufweist, dass er in der Lage ist, sauerstoff-angereicherte Luft in einer kurzen Zeitperiode nach der Zufuhr eines geeigneten Versorgungsgases, z.B. komprimierter Luft, in die Vorrichtung bereitzustellen. Ein Beispiel eines Druckhub-Adsorptionsprozesses ist in dem US-Patent 4,948391 von Y. Noguchi beschrieben, das am 14. August 1990 erteilt ist.

[0004] Ein Beispiel eines bekannten Sauerstoffkonzentratorsystems ist in der US-A-5 071 453 beschrieben, das einen Sauerstoffkonzentrator betrifft, der für eine Flugzeuganwendung vorgesehen ist, wobei ein Verstärker-Kompressor verwendet wird, um den Druck des Produktgases von dem Konzentrator zu erhöhen, um die Gasmenge zu erhöhen, die in einer Kammer gespeichert werden kann, wobei die US-A-5 071 453 als "nächster Stand der Technik" betrachtet wird.

[0005] Ein weiteres Beispiel eines bekannten Sauerstoffkonzentratorsystems ist in der EP-A-0 247 365 offenbart, die eine Vorrichtung zum Füllen von Sauerstoffdruckgefäßen zur Verwendung bei medizinischer Sauerstofftherapie betrifft.

[0006] Ein typischer Druckhub-Adsorptionsprozess, der auf die Bereitstellung von sauerstoff-angereicherter Luft angewandt wird, könnte die folgenden Schritte umfassen:

a) Einführen von Luft unter Druck in einen Zylinder, der eine Adsorptionssäule eines Adsorbens aufweist, das selektiv Stickstoff adsorbiert,

b) Fortsetzen der Einführung der Luft in den Zylinder derart, dass eine Zone des adsorbierten Gases (Stickstoff) sich vorwärts durch den Zylinder bewegt,

c) Aufnehmen des gewünschten Gases (Sauerstoffs), das aus dem Zylinder strömt,

d) Abschließen der Einführung von Luft in den Zylinder,

e) Abschließen der Aufnahme von Sauerstoff aus dem Zylinder,

f) Entladen eines Teils des unter Druck stehenden Gases, das in dem Zylinder verbleibt, und

g) Zurückbringen eines Teils des Sauerstoffs in den Zylinders, um durch die Säule in die entgegen gesetzte Richtung zu strömen, um das Gas (Stickstoff) zu desorbieren, der auf dem Adsorbens adsorbiert ist, und um das desorbierte Gas (Stickstoff) aus dem Zylinder abzuführen.

[0007] Die Schritte (a)-(e) bewirken die Trennung von Stickstoff von der Luft, um so sauerstoff-angereicherte Luft bereitzustellen, wohingegen die Schritte (f) und (g) eine Regenerierung der Säule, die in dem Prozess verwendet wird, bewirken. Dies lässt es zu, dass ein kontinuierlicher und lang andauernder Gebrauch des Druckhub-Adsorbtionsprozesses sauerstoff-angereicherte Luft bereitstellt.

[0008] Einer der Nachteile bekannter Prozesse zur Zuführung von sauerstoff-angereicherter Luft bei einem niedrigen Druck besteht darin, dass es derartigen Prozessen an der Flexibilität mangelt, um es zuzulassen, dass der Patient an einem festen Ort loka-

lisiert ist, aber auch in der Lage ist, sich von diesem Ort relativ einfach mit einer Sicherheit fortzubewegen, dass die Zufuhr von sauerstoff-angereicherter Luft ausreichend ist.

[0009] Beispielsweise kann es der Patient wünschen oder benötigen, in der Lage zu sein, sich von einem Bett oder einem anderen ähnlichen Ort weg zu bewegen, um z.B. Toiletteneinrichtungen zu benutzen, Mahlzeiten anzurichten, in einen anderen Raum zu gehen oder Orte aus anderen Gründen zu wechseln. Eine derartige Mobilität mit existierenden Prozesses erfordert es im Allgemeinen, dass ein Patient von einer ersten Quelle einer Niederdruck-sauerstoff-angereicherten Luft getrennt wird und mit einem zweiten System zur Bereitstellung einer derartigen Luft wieder verbunden wird, welches mobil ist, z.B. einem Zylinder von sauerstoff-angereicherter Luft. Der Patient könnte eine Sicherheit wünschen, dass die Zufuhr von sauerstoffangereicherter Luft ausreichend ist, was insbesondere dann von großer Bedeutung ist, wenn es der Patient wünscht, für eine längere Zeitperiode, z.B. einen Tag oder ein Wochenende, mobil zu sein, ohne den mobilen oder ambulanten Zylinder bei einem Händler oder Distributor wieder auffüllen zu müssen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Es ist nun eine Vorrichtung gefunden worden, die in der Lage ist, gleichzeitig Niederdruck-sauerstoff-angereicherte Luft zur Verwendung durch einen Patienten, wie auch Hochdruck-sauerstoff-angereicherte Luft zum Füllen eines Druckzylinders bereitzustellen.

[0011] Dementsprechend stellt ein Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zum Bereitstellen von sauerstoffangereicherter Luft bereit, wobei die Vorrichtung umfasst:
ein Niederdruck-Trennungssystem für sauerstoff-angereicherte Luft zum Anreichern des Sauerstoffgehalts einer Einlassluft, wobei das Lufttrennungssystem ausgelegt ist, gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft für einen ersten Auslass bei einem ersten Druck und sauerstoff-angereicherte Luft für einen zweiten Auslass bei ungefähr dem ersten Druck bereitzustellen;
und einen Druckverstärker, der mit dem zweiten Auslass verbunden ist, um die sauerstoff-angereicherte Luft zu komprimieren und zum Bereitstellen der sauerstoff-angereicherten Luft bei einem zweiten Druck;
wobei das Lufttrennungssystem in der Lage ist, gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft für den ersten Auslass und den zweiten Auslass bereitzustellen, derart, dass eine Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft kontinuierlich dem ersten Auslass zugeführt werden kann, während der Druckverstärker die Saurstoff-angereicherte Luft auf den zweiten Druck komprimiert,
wobei die Vorrichtung ausgelegt ist, ein Ambulatoriums-Druckgefäß in dem zweiten Auslass unter Verwendung eines Befestigungsmechanismus aufzunehmen, wobei
die Vorrichtung ferner einen EIN/AUS-Strömungscontroller umfasst, der ausgelegt ist, eine Strömung von sauerstoffangereicherter Luft von dem Druckverstärker zu dem zweiten Auslass zu verhindern, wenn der zweite Auslass von dem Ambulatoriums-Druckgefäß getrennt ist.

[0012] Dementsprechend stellt ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung eine weitere Vorrichtung zum Bereitstellen von sauerstoff-angereicherter Luft bereit, umfassend, in Kombination:
ein Niederdruck-Trennungssystem für sauerstoff-angereicherte Luft zum Anreichern des Sauerstoffgehalts der Einlassluft,
wobei das Lufttrennungssystem ausgelegt ist, sauerstoffangereicherte Luft einem ersten Auslass bei einem ersten Druck bereitzustellen, wobei das Lufttrennungssystem ausgelegt ist, sauerstoff-angereicherte Luft einem zweiten Auslass bei ungefähr dem ersten Druck bereitzustellen;
einen Druckverstärker, der mit dem zweiten Auslass des Lufttrennungssystems verbunden ist, um die sauerstoffangereicherte Luft unter Druck zu setzen und um die sauerstoff-angereicherte Luft einem Auslass des Druckverstärkers bei einem zweiten Druck bereitzustellen; und
wobei das Lufttrennungssystem in der Lage ist, gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft im ersten Auslass und im zweiten Auslass bereitzustellen, derart, dass eine Strömung der sauerstoff-angereicherten Luft dem ersten Auslass zugeführt werden kann, währen der Druckverstärker die sauerstoff-angereicherte Luft auf den zweiten Druck komprimiert.

[0013] In einem weiteren Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Bereitstellen von sauerstoff-angereicherter Luft bei einem ersten Druck und einem zweiten Druck bereit, wobei der zweite Druck größer als der erste Druck ist, wobei das Verfahren umfasst:
Zuführen von Luft zu einem Lufttrennungssystem;
gleichzeitiges Bereitstellen von sauerstoff-angereicherter Luft von dem Lufttrennungssystem für einen ersten Auslass bei dem ersten Druck und für einen zweiten Auslass, der mit einem Druckverstärker verbunden ist, bei ungefähr dem ersten Druck;
und Erhöhen des Drucks der sauerstoff-angereicherten Luft, die durch den Druckverstärker bereitgestellt wird, auf den zweiten Druck;
wobei eine Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft kontinuierlich dem ersten Auslass zugeführt wird, während der Druckverstärker die sauerstoff-angereicherte Luft auf den zweiten Druck komprimiert;
Bereitstellen eines Ambulatoriumgefäßes, das in dem zweiten Auslass aufgenommen ist, unter Verwendung eines Befestigungsmechanismus, wobei

ein EIN/AUS-Strömungscontroller bereitgestellt ist, der ausgelegt ist, eine Strömung von sauerstoffangereicherter Luft von dem Druckverstärker durch den zweiten Auslass zu verhindern, wenn der zweite Auslass von dem Ambulatorium-Druckgefäß getrennt wird.

[0014] In einem weiteren Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein weiteres Verfahren zum Bereitstellen von sauerstoffangereicherter Luft bei einem ersten Druck und einem zweiten Druck bereit, wobei der zweite Druck größer als der erste Druck ist, wobei das Verfahren umfasst:
Zuführen von Luft zu einem Lufttrennungssystem;
Bereitstellen von sauerstoff-angereicherter Luft von dem Lufttrennungssystem für einen ersten Auslass bei dem ersten Druck und Steuern der Strömung der sauerstoff-angereicherten Luft an dem ersten Auslass;
Bereitstellen von sauerstoff-angereicherter Luft von dem Lufttrennungssystem für einen Druckverstärker bei ungefähr dem ersten Druck, Erhöhen des Drucks der sauerstoff-angereicherten Luft auf den zweiten Druck unter Verwendung des Druckverstärkers; und
wobei das Lufttrennungssystem in der Lage ist, gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft für den ersten Auslass und den zweiten Auslass bereitzustellen, derart, dass eine Strömung der sauerstoff-angereicherten Luft dem ersten Auslass zugeführt werden kann, während der Druckverstärker die sauerstoffangereicherte Luft auf den zweiten Druck komprimiert.

[0015] In einem weiteren Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine weitere Vorrichtung zum Bereitstellen von sauerstoffangereicherter Luft bereit, umfassend, in Kombination:
einen Luftkompressor, ein Niederdruck-Trennungssystem für sauerstoff-angereicherte Luft und einen Druckverstärker;
wobei der Kompressor ausgelegt ist, dem Lufttrennungssystem komprimierte Luft bereitzustellen;
das Lufttrennungssystem ausgelegt ist, sauerstoffangereicherte Luft einem ersten Auslass bei einem ersten Druck bereitzustellen, wobei der erste Auslass einen Controller aufweist, um die Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft an dem zweiten Auslass zu steuern;
das Lufttrennungssystem ferner sauerstoff-angereicherte Luft dem Druckverstärker bei dem ersten Druck bereitstellt, wobei der Druckverstärker ausgelegt ist, sauerstoff-angereicherte Luft bei dem zweiten Druck bereitzustellen;
wobei das Lufttrennungssystem in der Lage ist, gleichzeitig Sauerstoff durch angereicherte Luft für den ersten Auslass und den zweiten Auslass bereitzustellen, derart, dass eine Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft dem ersten Auslass zugeführt werden kann, während der Druckverstärker die sauerstoff-angereicherte Luft auf den zweiten Druck komprimiert.

[0016] In Ausführungsformen der Vorrichtung und des Verfahrens der vorliegenden Erfindung ist das Lufttrennungssystem ein Druckhub-Absorptionssystem, und die sauerstoff-angereicherte Luft von dem Druckhub-Adsorptionssystem wird entweder gleichzeitig oder unabhängig dem Druckverstärker bereitgestellt.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung ferner einen Luftkompressor zum Bereitstellen von Luft für das Druckhub-Adsorptionssystem, wobei der Kompressor ein Einlass- und Auslassluft-Lärmunterdrückungssystem aufweist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Die vorliegende Erfindung wird durch die in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsformen veranschaulicht. In den Zeichnungen zeigen:

[0019] Fig. 1 eine schematische Darstellung, in einem Blockformat, der Vorrichtung der Erfindung;

[0020] Fig. 2 eine schematische Darstellung der Vorrichtung der Fig. 1;

[0021] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Füllanschluss-Adapterkörpers;

[0022] Fig. 4 eine schematische Darstellung einer ebenen Ansicht des Füllanschluss-Adapterkörpers;

[0023] Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Querschnitts des Füllanschluss-Adapterkörpers durch Linien A-A der Fig. 4;

[0024] Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Querschnitts des Füllanschluss-Adapterkörpers durch Linien D-D der Fig. 4;

[0025] Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines Teils des Füllanschluss-Adapters der Fig. 6, durch B-B.

[0026] Fig. 8 eine schematische Darstellung einer perspektivischen Ansicht eines Strömungscontrollerkörpers;

[0027] Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Endansicht des Strömungscontrollerkörpers der Fig. 8;

[0028] Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Querschnitts des Strömungscontrollerkörpers der Fig. 9 durch die Linie A-A;

[0029] Fig. 11A eine schematische Darstellung eines Kompressorsystems; und

[0030] Fig. 11B eine schematische Darstellung ei-

nes Kompressor-Lärmunterdrückungssystems, durch eine Linie B-B der Fig. 11A.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0031] Das Niederdruck-Trennungssystem für sauerstoff-angereicherte Luft kann ein Sauerstoffgenerator, eine Destilliereinrichtung, ein Luftseparator oder ein Membranseparator sein, es wird aber hierin unter Bezugnahme auf die bevorzugte Ausführungsform beschrieben, bei welcher es ein Druckhub-Absorptionssystem ist.

[0032] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung der Erfindung, allgemein bezeichnet mit **100**, in einem Blockformat. Umgebungsluft **101** ist mit einem Kompressor **102** verbunden. Ein Auslass **103** aus dem Kompressor **102** ist mit einem Druckhub-Adsorber (PSA) **104** und einem Druckverstärker **109** (siehe Fig. 2) verbunden. Ein Auslass **105** aus dem Druckhub-Adsorber **104** ist mit einem Sauerstoffsensor **107**, einem Niederdruckauslass **106** und über ein Rohr **108** im Druckverstärker **109** verbunden. Der Druckverstärker **109** ist durch ein Rohr **111** mit einem Hochdruckauslass **112** verbunden, wie auch durch ein Rohr **111** mit dem Druckhub-Adsorber **104** verbunden.

[0033] Im Betrieb tritt Umgebungsluft durch den Lufteinlass **101** ein und wird in dem Kompressor **102** komprimiert. Die komprimierte Luft wird dem Druckhub-Adsorber **104** zugeführt, wie auch dem Druckverstärker **109** zugeführt, wenn der letztere betätigt wird (siehe Fig. 2). Die sauerstoff-angereicherte Luft von dem Druckhub-Adsorber **104** wird durch den Sauerstoffsensor **107** überwacht, wird ebenso dem Niederdruckauslass **106** zur Verwendung durch einen Patienten zugeführt. Zusätzlich wird die sauerstoff-angereicherte Luft dem Druckverstärker **109** zugeführt. Die komprimierte sauerstoff-angereicherte Luft wird von dem Druckverstärker **109** im Hochdruckauslass **112** zugeführt, wo sie verwendet werden kann, um einen Zylinder für sauerstoffangereicherte Luft aufzuladen.

[0034] Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform einer Vorrichtung der Erfindung, allgemein angezeigt durch **200**, im größeren Detail. Die Vorrichtung **200** weist einen Einlass **101**, der wiederum mit einem Teilchenfilter **201** von einem abgestimmten Resonator **202** und mit dem Einlass in den Kompressor **203** verbunden ist, auf. Der Kompressor **203** wird durch einen Motor **204** angetrieben und weist ein Entspannungsventil **205** auf. Der Auslass aus dem Kompressor **203** ist mit einem Wärmetauscher verbunden, allgemein bezeichnet mit **206**, der einen Wärmetauscherabschnitt **207** und ein Kühlgebläse **208** aufweist. Ein Auslassrohr **209** von dem Wärmetauscher **207** ist mit zwei Solenoid-Ventilen **210** und **211** verbunden, die in einer parallelen Beziehung stehen.

[0035] Die Solenoid-Ventile **210** und **211** sind mit einem abgestimmten Resonator **212** verbunden. Jedes der Solenoid-Ventile **210** und **211** ist mit einem Siebbett **213** bzw. **214** verbunden, die auch in einer parallelen Beziehung stehen. Die Siebbetten **213** und **214** sind molekulare Siebbetten. Jeder der Auslässe der Siebbetten **113** und **214** ist mit einem Sperrventil **215** bzw. **216** verbunden. Zusätzlich sind die Siebbetten **213** und **214** über eine Öffnung **217** verbunden, wobei die Verbindung zwischen dem Auslass jedes Siebbetts **213** und **214** und jedem der Sperrventile **215** und **216** angeordnet ist.

[0036] Die Auslässe aus jedem der Sperrventile **215** und **216** sind miteinander verbunden und mit der Sauerstoff-Kammer **220** verbunden. Die Sauerstoff-Kammer **220** ist über eine Öffnung **221** mit einem Sauerstoffsensor **222** und einem Filter **223** verbunden, das in die Atmosphäre entlüftet. Die Sauerstoff-Kammer **220** ist auch mit einem Niederdruckschalter **237** verbunden. Der Auslass der Sauerstoff-Kammer **220** ist wiederum mit einem Druckregler **231** über eine Öffnung **232**, ein Filter **233**, ein Sperrventil **234**, einem Strömungsmesser **235** mit einem Patientenauslass **236** verbunden. Der Patientenauslass **236** ist ein Niederdruckauslass, d.h. der Druck beträgt normalerweise nur einige Inch Wassersäule, wie von Fachleuten verstanden wird.

[0037] Der Auslass der Sauerstoff-Kammer **220** ist auch mit einem Druckverstärker verbunden, der allgemein bezeichnet wird mit **240**. Der Druckverstärker **240** weist einen Zylinder **241** einer ersten Stufe und einen Zylinder **242** einer zweiten Stufe auf, wobei ein Treiberluftzylinder **243** dazwischen angeordnet ist. Die gegenüberliegenden Seiten des Treiberzylinders **243** sind über Solenoid-Ventile **244** und **245** mit einem Rohr zwischen dem Solenoidventil **210** und dem Siebbett **213** und einem Rohr zwischen dem Solenoidventil **211** bzw. dem Siebbett **214** des Druckhub-Adsorbers verbunden. Ein Sperrventil **247** ist zwischen der Sauerstoff-Kammer **220** und dem Zylinder **241** der ersten Stufe angeordnet. Der Zylinder **241** der ersten Stufe ist auch über ein Sperrventil **248** und ein Sperrventil **250** mit dem Zylinder **242** der zweiten Stufe verbunden. Eine Hochplatte **246** ist an dem Zylinder **241** der ersten Stufe angebracht, und eine Hochplatte **251** ist an dem Zylinder **242** der zweiten Stufe angebracht. Filter **252** und **253** sind mit dem Zylinder **241** der ersten Stufe bzw. dem Zylinder **242** der zweiten Stufe verbunden und entlüften in die Atmosphäre.

[0038] Ein Sperrventil **249** ist mit dem Filter **260**, dem Druckschalter **261** und der Druckverbindung **262** verbunden, welche die Hochdruckverbindung ist.

[0039] In einem Beispiel eines typischen Betriebs der Ausführungsform der Fig. 2 tritt Luft in den Luftkompressor **201** über den Einlass **101**, das Teilchen-

filter **201** und den abgestimmten Resonator **202** ein. Der abgestimmte Resonator **202** dient einer Lärmunterdrückung des Kompressors **203**. Die Luft wird auf den Betriebsdruck, z.B. einem Druck, der von 20 bis 30 psig erreicht, komprimiert. Die komprimierte Luft, die erhalten wird, wird durch ein Gebläse-gekühltes Rohr und einen Lamellen-Wärmetauscher **206** geleitet, welche die Luft kühlen, bevor sie in die molekularen Siebbetten **213** und **214** eintritt. Das Kühlen der Luft von dem Kompressor optimiert das Betriebsverhalten der molekularen Siebbetten ebenso wie das Kühlen der sauerstoff-angereicherten Luft, die aus den Betten erhalten wird, bevor diese den Patienten erreicht. Eine Luftströmung in die und aus den Betten wird durch zwei Solenoidventile (Ventil **210** und Ventil **211**) gesteuert, die es zulassen, dass komprimierte Luft entweder in das Bett eintritt oder aus dem Bett in die Atmosphäre entlüftet wird.

[0040] Ein normaler Dreiphasenzyklus besteht aus (i) einer ersten Füllphase, um das Bett **213** zu füllen und das Bett **214** zu entlüften, (ii) einer Zwischenüberlapp-Phase und (iii) einer zweiten Füllphase, um das Bett **214** zu füllen und das Bett **213** zu entlüften.

[0041] In der Phase (i) lässt es das Solenoid-Ventil **210** zu, dass komprimiertes Gas in das Bett **213** eintritt, während das Ventil **211** Gas aus dem Bett **214** in die Atmosphäre entlüftet. Das molekulare Siebbett **213** adsorbiert Wasserdampf und Stickstoff aus der komprimierten Luft, wobei es zulässt, dass Sauerstoff und Argon durch das Sieb laufen. Ein Teil des Gases wird als ein Produktgas verwendet, das dem Patienten als Niederdrucksauerstoff-angereicherte Luft zugeführt wird. Der Rest der sauerstoff-angereicherten Luft läuft durch eine Öffnung **217** und führt Stickstoff und Wasserdampf aus dem Bett **214** ab, wenn es in die Atmosphäre über das Solenoid-Ventil **211** entlüftet wird. Am Ende dieser Phase, die in einer typischen Ausführungsform der Erfindung ungefähr 8 Sekunden dauert, beträgt der Druck in dem Bett **213** typischerweise ungefähr 30 psig, und in dem Bett **214** beträgt er typischerweise etwas über null psig. Zu dieser Zeit ist das Bett **213** nahezu mit Stickstoff gesättigt und eine kontinuierliche Strömung durch dieses Bett ohne ein Abführen würde zu einem Stickstoffdurchbruch einem Verlust in der Reinheit des Produktgases führen.

[0042] In der Überlappungsphase (ii) besteht ein Überlapp von ungefähr 1,6 Sekunden, in welchem beide Solenoid-Ventile **210** und **211** geschaltet sind, um eine Strömung in beide molekulare Siebbetten zuzulassen. Dies lässt es zu, dass die Luft von dem Siebbett **213**, anfangs bei ungefähr bei 30 psig, wie obenstehend diskutiert, zurück durch das Solenoid-Ventil **210** in das Bett **214** strömt, das anfangs auf einem niedrigen Druck ist. Die Querströmung von Luft zusätzlich zu der Luft von dem Kompressor stellt eine schnelle Ladung des Betts **214** bereit, wodurch die Kompressor-Strömungsanforderungen verringert werden und die Effizienz des Systems verbessert wird. Am Ende des Überlappungszyklus ist der Druck in beiden Betten typischerweise ungefähr 20 psig.

[0043] Am Ende der Überlappungsphase, d.h. in der Phase (iii), wird das Solenoid-Ventil **210** auf die Entlüftungsposition geschaltet, die es zulässt, dass das Bett **213** in die Atmosphäre entlüftet, bis der Druck nur geringfügig oberhalb von Null ist. Ein Entlüften des Betts in die Atmosphäre plus ein Zurückfüllen mit Produktgas von dem Bett **214** führt Stickstoff und Wasserdampf aus dem Bett **213** zur Vorbereitung für den nächsten Zyklus ab. Zur gleichen Zeit stellt das Bett **214** Produktgas für den Patienten bereit und entleert das Bett **213**. Am Ende dieser Phase wird der Zyklus wiederholt.

[0044] Die sauerstoff-angereicherte Luft von den Siebbetten läuft durch die Sperrventile **215** und **216** in den Produktspeicher (Sauerstoffkammer **220**). Von der Sauerstoffkammer **220** strömt die sauerstoff-angereicherte Luft in den Druckregler **231** über die Strömungssteueröffnung **232**, das HEPA-Filter **233** und das Sperrventil **234** in den Strömungsmesser **235**. Der Regler **231** verringert den Druck von beispielsweise 30 psig in der Ozonspeicherkammer **220** auf einen konstanten Druck, z.B. 6 psig, an dem Einlass des Strömungsmessers **235**. Der Strömungsmesser **235** ist durch den Patienten einstellbar, um die vorgegebene Strömungsrate von Sauerstoff bei sehr niedrigem Druck bereitzustellen.

[0045] Eine kleine Gasmenge von der Kammer, z.B. typischerweise weniger als 250 cc pro Minute, wird kontinuierlich durch den Sauerstoffsensor überwacht, um sicherzustellen, dass die Sauerstoffreinheit oberhalb eines vorbestimmten Werts, z.B. 90%, liegt. Wenn die Reinheit unterhalb des vorbestimmten oder Schwellenwerts liegt, betätigt ein Mikroprozessor ein Warnlicht, um den Patienten zu warnen, dass eine Gerätefehlfunktion aufgetreten ist, und um ein Zyklieren des Druckverstärkers zu verhindern.

[0046] Der Druckverstärker **240** kann eine standardisierte Zweistufen-Vorrichtung mit einem Treiberluftzylinder und Produktgaszylindern erster und zweiter Stufe sein. Der Verstärker wird durch ein Öffnen des Solenoid-Ventils **244** und **245** eingeschaltet, welche entweder beide offen oder beide geschlossen sind. Ein typischer Druckverstärkerzyklus ist wie folgt:

1. In dem ersten Schritt des Zyklus tritt Treiberluft in den Treiberluftzylinder **243** über das Solenoid-Ventil **244**, beginnend an dem Start des Überlappungszyklus der oben diskutierten molekularen Siebbetten ein, was auftritt, gerade bevor das Bett **213** ein Laden beginnt, und wird durch den Bett **213**-Ladezyklus fortgesetzt. Dies führt dazu, dass sich der Kolben hin- und herbewegt, wobei Produktgas in den Zylinder **241** der ersten Stufe

über das Sperrventil **247** gezogen wird und wobei die sauerstoff-angereicherte Luft in dem Zylinder **242** der zweiten Stufe komprimiert wird, welche durch das Sperrventil **249** austritt.

2. Die Treiberluft-Zylinderversorgung ist der Siebbettversorgung gemeinsam und wird durch die Siebbett-Solenoid-Ventile gesteuert. Somit trägt die Luft in dem Treiberluftzylinder **243** auch dazu bei, die Siebbetten während der Überlappungsphase vorzuladen, was die Effizienz des Systems weiter erhöht. In diesem Schritt während der Überlappungsphase strömt die Luft in dem Treiberluftzylinder **243** zurück durch das Solenoid-Ventil **244**, strömt durch das Solenoid-Ventil **210** zurück und zurück in das Bett **214** über das Solenoid-Ventil **211**.

3. Wenn die Bett-Solenoid-Ventile zyklieren, tritt Umgebungsluft in die Treiberluftzylinder **243** über das Solenoid-Ventil **245** ein, was den Kolben veranlasst, sich hin- und herzubewegen, wobei die sauerstoff-angereicherte Luft in dem Zylinder **241** der ersten Stufe komprimiert wird. Dieses Gas läuft dann durch die Sperrventile **248** und **250** und tritt in den Zylinder der zweiten Stufe ein. Die Treiberluft, die durch das Solenoidventil **245** auf dieser Seite des Treiberluftzylinders **243** eintritt, trägt zu einem Vorladen des Betts **213** während des Überlappungszyklus bei, wie zuvor beschrieben.

[0047] Nach einem Verlassen des Druckverstärkers läuft das Gas durch ein Filter **260** und die Hochdruckkopplung **262**, bevor es in das Druckgefäß (nicht gezeigt) eintritt. Der Druckverstärker wird fortlaufend arbeiten, bis der Druck hoch genug ist, um einen Druckschalter **261** in der Produktleitung zu aktivieren, was dem Controller signalisiert, die Solenoid-Ventile **244** und **245** zu schließen.

[0048] Ein Beispiel der Vorrichtung zum Überwachen einer gasförmigen Sauerstoffkonzentration ist in dem US-Patent 5,402,665 von R.F. Hart et al. gezeigt, das am 3. April 1995 erteilt ist. Ein Beispiel eines Druckhub-Adsorbersystems, das einen pneumatisch angetriebenen Booster-Kompressor aufweist, ist in dem US-Patent 5,354,361 von K.M. Coffield gezeigt, das am 11. Oktober 1994 erteilt ist.

[0049] In den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist der erste Druck in dem Bereich von 5-10 psi, und der zweite Druck ist in dem Bereich von bis zu 3000 psi. Die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung ist insbesondere ausgelegt, um in der Lage zu sein, sowohl erste als auch zweite Drucke gleichzeitig bereitzustellen.

[0050] Der Sauerstoffgehalt der sauerstoff-angereicherten Luft kann über einen weiten Bereich variiert werden, beträgt aber vorzugsweise zumindest 85 Volumen In bevorzugten Ausführungsformen beträgt der Sauerstoffgehalt zumindest 90 Volumen insbesondere in dem Bereich von 92-94 Volumen-%.

[0051] Der hierin beschriebene Sauerstoffkonzentrator benutzt einen Druckverstärker, um den Druck eines Teils der sauerstoffangereicherten Luft auf einen geeigneten Druck, z.B. 2000 psig, zur Speicherung in Druckgefäßen, z.B. einem Zylinder zur Verwendung durch ambulant behandelte Patienten, anzuheben. Es ist zu verstehen, dass dann, wenn der Zylinder leer ist, der Druckverstärker sauerstoff-angereicherte Luft bei einem relativ niedrigen Druck bereitstellen wird, beispielsweise bei ungefähr dem Druck in der Speicherkammer, z.B. 30 psig, aber dieser Druck wird zunehmen, wenn sich der Zylinder füllt, z.B. auf die zuvor erwähnten 2000 psig.

[0052] Während der Sauerstoffkonzentrator betrieben werden kann, um sauerstoff-angereicherte Luft zu erzeugen, die beispielsweise einen Gehalt von 93% Sauerstoff aufweist, und dadurch bestimmte Vorschriften, die die Bereitstellung von sauerstoffangereicherter Luft für Patienten betreffen, erfüllt, kann derartige sauerstoff-angereicherte Luft die Spezifikationen für medizinischen Sauerstoff nicht erfüllen. Somit können Zylinder mit Adaptern, die Vorschriften für medizinischen Sauerstoff erfüllen, nicht in der Lage sein, mit dem Sauerstoffkonzentrator verwendet zu werden. Nichts desto weniger wird ein einziger integrierter Hochdruck-Anschluss- und Strömungscontroller bevorzugt, der es zulässt, dass ein Patient auf einfache und sichere Weise seine Zylinder mit sauerstoffangereicherter Luft, z.B. 93% Sauerstoff, aus dem Konzentrator füllt. Ein derartiger Hochdruck-Anschluss- und Strömungs-Controller ist in den Fig. 3–11 gezeigt.

[0053] Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Füllanschluss-Adapterkörpers, allgemein bezeichnet mit **300**. Der Füllanschluss-Adapterkörper **300** weist ein Gehäuse **301** mit einem integralen Gestell **302**, einem Griff **303**, einem Verriegelungsclip **304** und einem Adaptergehäuse **305** auf. das Gestell **302** des Gehäuses **301** ist ausgelegt, den Strömungscontrollerkörper, der hierin untenstehend beschrieben ist, aufzunehmen. Das Gestell **302** weist einen Füllanschlussadapter **306** darin auf, der ferner in Fig. 5 gezeigt ist. Der Füllanschlussadapter **306** ist mit dem Griff **303** verbunden, und ist in dem Gestell **302** unter Verwendung des Griffs **303** beweglich. Der Adapter **307** verläuft von dem Gehäuse **301** von der gegenüberliegenden Seite davon zu dem Füllanschlussadapter **306** und ist damit verbunden, wie in Fig. 5 gezeigt.

[0054] Der Verriegelungsclip **304** ist dazu vorgesehen, den Strömungscontrollerkörper innerhalb des Gestells **302** zu halten, wie untenstehend beschrieben. Ein Einrasten des Strömungscontrollerkörpers in das Gestell **302** tritt automatisch auf, wenn der Strömungscontrollerkörper eines Zylinders in das

Gestell platziert wird. Jedoch muss ein Bediener den Verriegelungsclip **304** manuell in eine Freigabeposition bewegen, um den Zylinder zu entfernen. Auf ähnliche Weise muss der Griff **303** entfernt werden, bevor der Strömungscontrollerkörper eines Zylinders in das Gestell **304** platziert oder aus diesem entfernt werden kann, um das Risiko einer Beschädigung an dem Füllanschlussadapter **306** zu verringern.

[0055] Das Adaptergehäuse **305** ist auf seiner oberen Fläche offen, wie veranschaulicht, und weist ein Gehäusefenster **308** auf der gegenüberliegenden Seite davon auf. Das Ende des Adaptergehäuses **305** gegenüberliegend dem Griff **302** weist einen Gehäuseschlitz **309** darin auf.

[0056] Fig. 4 ist eine ebene Ansicht des Füllanschlussadapter-Anschlusses **300**. Der Griff **303** ist auf dem Gehäuse **301** angeordnet und ist neben dem Gestell. Das Gestell **302** weist ein Adaptergehäuse **305** auf, das von dort und in einer ausgerichteten Beziehung verläuft. Das Adaptergehäuse **305** weist ein Gehäusefenster **308** darin mit einem Gehäuseschlitz **309** an dem Ende davon auf. Fig. 4 zeigt, dass der Adapter **307** mit einem Zahnsteg **401** verbunden ist, welcher in das Gehäuse **301** verläuft.

[0057] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt eines Füllanschlussadapterkörpers **300** durch eine Linie A-A. Der Verriegelungsclip **304** ist schwenkbar um das Verriegelungsclipgelenk **501**. Eine Verriegelungsclipfeder **504**, die innerhalb des Gehäuses **301** angeordnet ist, spannt eine Verriegelungsclipbasis **503** in einer Auswärtsrichtung vor, so dass eine Verriegelungscliplippe **502** in das Gestell **302** vorgespannt ist, um den Strömungscontrollerkörper darin zu verriegeln.

[0058] Ein Füllanschlussadapter, allgemein bezeichnet mit **505** in Fig. 5, ist auf der dem Verriegelungsclip **302** gegenüberliegenden Seite des Gestells **302**.

[0059] Der Füllanschlussadapter verläuft von dem Adapter **307** zu dem Adapterstift **511**. Der Adapter **307** ist mit dem Adapterkanal **506** verbunden, der innerhalb des Adapterkanalgehäuses **507** angeordnet ist, welches wiederum innerhalb des Adaptergehäuses **512** angeordnet ist. Der Zahnsteg **401**, der in Fig. 4 und Fig. 6 gezeigt ist, ist in das Adaptergehäuse **512** hinein gearbeitet. Wie hierin diskutiert, ist das Adaptergehäuse **512** bezüglich des Gehäuses **301** beweglich. Ein Adapterkanal **506** schließt an eine Federkammer **513** an, in welcher eine Adapterfeder **508** und eine Sperrventilbasis **509** angeordnet sind. Die Sperrventilbasis **509** verläuft durch den Sperrventilsitz **510** und schließt in dem Adapterstift **511** ab. In der zurückgezogenen Position, wie sie in Fig. 5 gezeigt ist, liegt der Adapterstift **512** innerhalb des Gehäuses **301**, aber in der eingegriffenen Position verläuft der Adapterstift in das Gestell **302**.

[0060] Fig. 6 zeigt einen Querschnitt des Adapterkörpers, der in Fig. 4 gezeigt ist, durch D-D. Der Griff **303** ist an dem Gehäuse **301** angeordnet. Eine Welle **605** verläuft abwärts von dem Griff **303** und verbindet den Griff **303** mit einem Ritzel **601**. Das Ritzel **601** ist in Fig. 7 deutlicher zu sehen und ist an der Welle **605** mit einer Schraube **604** angebracht. Eine Drehung des Griffs **303** verursacht eine Drehung des Ritzels **601**. Der Griff **303** weist auf seiner unteren Seite einen Griffvorsprung **608** auf, der gezeigt ist, in einer Einkerbung **609** in dem Gehäuse **301** angeordnet zu sein. Die Einkerbung **609** und eine ähnliche Einkerbung, die nicht gezeigt ist, dienen dazu, den Griff **303** an vorbestimmten Orten zu positionieren und zu halten.

[0061] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Einkerbung **609** eine einstellbare Schraube darin auf (nicht gezeigt), wie etwa eine Schraube, die verjüngt ist, oder die eine Schulter darauf aufweist. Der Vorsprung **608** kontaktiert die einstellbare Schraube auf der Verjüngung oder Schulter. Eine Einstellung der Position der Schraube stellt den Ort der Verjüngung oder der Schulter ein und stellt somit die Position radial ein, an welcher der Griff **303** positioniert und gehalten wird. Dies lässt eine präzise Einstellung der Positionierung des Füllanschlussadapters zu.

[0062] Fig. 7 zeigt den Steg und das Ritzel, allgemein bezeichnet mit **600**. Der Steg und das Ritzel **600** weist das Ritzel **601** mit Ritzelzähnen **602** auf. Das Ritzel **601** dreht sich um eine Ritzelwelle **603**, die von dem Griff **303** herab verläuft, indem sie einen Teil davon bildet, wie obenstehend diskutiert. Das Ritzel **601** ist innerhalb des Ritzelgehäuses **606** angeordnet, das ein Teil des Gehäuses **301** ist. Die Ritzelzähne **602** greifen in Ratschenschlitze **607** einer Ratsche **401** ein. Die Ratsche **401** bildet einen Teil des Adapterkanalgehäuses **507**, das in Fig. 5 veranschaulicht ist.

[0063] Fig. 8 veranschaulicht den Strömungscontrollerkörper, allgemein bezeichnet mit **700**. Der Strömungscontrollerkörper **700** weist einen Druckmesser **701**, ein Berstscheibengehäuse **709**, einen Auslassanschluss **706** und eine Strömungsdrossel **704** auf. Der Auslassanschluss **706** ist ausgelegt, einen flexiblen Schlauch aufzunehmen. Der Körper ist ausgelegt, in einen Hochdruckzylinder durch einen Gewindeanschluss **705** geschraubt zu werden, wobei die Strömungsdrossel **704** innerhalb des Gewindeanschlusses **705** angeordnet ist. Der Strömungscontrollerkörper **700** weist ein integrales Gestellgehäuse **702** auf, das geformt und dimensioniert ist, um präzise in das Gestell **302** (siehe Fig. 3) zu passen. Ein Strömungssteuer-(EIN/AUS)-Knopf **703** mit einem mechanischen Ausrichtungs-/Verriegelungsbalken **708** ist an dem Strömungscontrollerkörper **700** an dem Ende gegenüberliegend dem Gewindeanschluss **705** angebracht. Ein Füllanschlussadap-

ter-Einlass **707** ist integral in dem Gestellgehäuse **702** angeordnet.

[0064] Fig. 9 zeigt eine Endansicht des Strömungscontrollerkörpers **700**. Der Strömungscontrollerkörper **700** weist die Strömungsdrossel **704** am Ende davon auf. Der Druckmesser **701** und der Auslassanschluss **706** sind unter einem Winkel gezeigt.

[0065] Fig. 10 zeigt einen Querschnitt eines Strömungscontrollerkörpers **700** durch eine Linie A-A der Fig. 9. Ein Adaptereinlass **707** weist ein Einlassventil **800** auf. Das Einlassventil **800** weist einen Einlassventilschaft **801** auf, der innerhalb der Einlassventilkammer **802** angeordnet ist, es sei aber darauf hingewiesen, dass, wie veranschaulicht, der Einlassventilschaft **801** nicht vollständig zu dem Ende der Einlassventilkammer **802** verläuft. Der Einlassventilschaft **801** weist eine Einlassventilfeder **803** auf, die ein Ventilende **804** zu einem Ventilsitz **805** vorspannt, wodurch das Ventil in eine geschlossene Position hin vorgespannt wird.

[0066] Im Betrieb ist der Strömungscontrollerkörper **700** an einem Zylinder, der nicht gezeigt ist, über einen Gewinde-Zylinderanschluss **705** angebracht. Der Strömungscontrollerkörper **700** wäre normalerweise auf einem Zylinder angeordnet und darauf verbleiben, obwohl er, falls gewünscht, entfernt werden kann. Der Zylinder mit dem Strömungscontrollerkörper **700** darauf ist in dem Füllanschlussadapterkörper **300** platziert, der einen Teil des Sauerstoffkonzentrators bildet. Das Gestellgehäuse **702** ist ausgelegt, in das Gestell **302** des Füllanschlussadapterkörpers **300** zu passen. Ein Ausrichtungs-/Verriegelungsbalken **708** an dem Strömungscontrollerkörper **700** passt in einen Gehäuseschlitz **309** auf dem Adaptergehäuse **305**. Der Strömungscontrollerknopf **703** muss in der AUS-Position sein, um den Ausrichtungs-/Verriegelungsbalken **708** in den Gehäuseschlitz **309** einzuführen. Dies ordnet die Berstscheibe gegenüber dem Gehäusefenster **308** an, ordnet aber auch das Einlassventil **800** gegenüber dem Füllanschlussadapter **306** an. Um den Strömungscontrollerkörper **700** in das Gestell **302** einzuführen, ist es notwendig, den Verriegelungsclip **304** weg von dem Füllanschlussadapter **300** zu bewegen, aber, nachdem der Strömungscontrollerkörper **700** in das Gestell **302** eingeführt worden ist, spannt der Verriegelungsclip **304** zurück und verriegelt den Strömungscontrollerkörper **700** in Position.

[0067] Der Griff **303** wird dann geneigt, gedreht und in der Position verriegelt, wobei der Griffvorsprung **608** des Griffs **303** in eine Einkerbung **609** in dem Gehäuse **301** eingreift, wobei sich der Adapter **306** zu dieser Zeit einwärts in das Gestell **302** bewegt. Indem so verfahren wird, wird der Füllanschlussadapter **306** in den Adaptereinlass **707** eingeführt, wobei der Adapterstift **511** das Ventilende **804** kontaktiert. Dies bewegt das Ventilende **804** weg von dem Ventilsitz **805**, wodurch das Ventil geöffnet wird. Jedoch ist der Betrag einer Bewegung des Ventilendes **804** begrenzt, wodurch auch herbeigeführt wird, dass sich das Sperrventil **509** öffnet. Dies bildet einen Kanal für die Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft von dem Sauerstoffkonzentrator durch den Füllanschluss-Adapterkörper **300**, den Strömungscontrollerkörper **700** und heraus aus dem Zylinderanschluss **704** in den Zylinder. Der Zylinder kann nicht entfernt werden, ohne den Griff **303** derart zu bewegen, dass der Füllanschlussadapter **306** zurückgezogen wird. Dies trennt den Füllanschlussadapter, so dass der Sauerstoffkonzentrator nicht mit dem Zylinder verbunden ist und schließt sowohl den Zylinder als auch die Sauerstoffkonzentrator-Sperrventile **804** und **506**, um die Strömung oder eine Leckage von Gas davon zu verhindern. Insbesondere verhindert das Sperrventil in dem Füllanschlussadapter **509**, dass Gas aus der Sauerstoffkammer **220** über die Sperrventile **247**–**250** in den Druckverstärker entweicht, wenn der Druckverstärker nicht in Betrieb ist. Eine einzelne Bewegung des Griffs **303** öffnet oder schließt die Kanäle für eine Strömung von Hochdruckluft in den Zylinder.

[0068] Es wird erkannt werden, dass der Strömungscontrollerkörper die Verwendung von Zylindern verschiedener Größen, die unter Verwendung des hierin beschriebenen Konzentrators zu füllen sind, zulässt.

[0069] Es ist zu verstehen, dass der hierin beschriebene Sauerstoffkonzentrator in einem Modus betrieben werden kann, in welchem sauerstoff-angereicherte Luft nur einem Patienten zugeführt wird. Alternativ kann der Sauerstoffkonzentrator in einem Modus betrieben werden, in welchem sauerstoff-angereicherte Luft nur zum Wiederaufladen oder Füllen eines Zylinders zugeführt wird. Jedoch kann der Sauerstoffkonzentrator auch in einem Dualmodus betrieben werden, bei dem sauerstoff-angereicherte Luft einem Patienten zugeführt wird, und gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft für ein Wiederaufladen oder Füllen eines Zylinders zugeführt wird.

[0070] Fig. 11A zeigt ein Kompressorsystem, allgemein bezeichnet mit **820**. Das Kompressorsystem **820** weist einen Kompressor **821** auf, der auf einer Basis **822** befestigt ist. Die Basis **822** weist auch einen integralen Lärmunterdrücker **823** zum Unterdrücken von Lärm von sowohl der Luft, die in den Kompressor gezogen wird, als auch der Luft, die aus dem Konzentrator ausgestoßen wird, auf. Der integrale Lärmunterdrücker hilft beim Verringern der Größe und Komplexität des Kompressorsystems und lässt es zu, dass die Unterdrücker in der Basis befestigt werden, womit die Herstellungsschritte, die bei der Fertigung des Sauerstoffkonzentrators erforderlich sind, reduziert werden. Der Lärmunterdrücker **823** ist deutlicher im Querschnitt, durch B-B in Fig. 11B, ge-

zeigt.

[0071] Fig. 11B veranschaulicht den Luftkompressor-Lärmunterdrücker, allgemein bezeichnet mit **900**. Der Lärmunterdrücker **900** weist eine Kompressorbasis **901** auf, in welche zwei äußere Dämpferröhren **902** und **903** eingepresst sind, indem die natürliche Kontur des Luftkompressors verwendet wird. Endkappen **904** und **905** zusammen mit inneren Dämpferröhren **906** und **907** sind an jedem Ende der Kompressorbasis-Dämpferröhren **902** und **903** angebracht. Der Kompressoranschluss **910** ist ausgelegt, mit einem Luftkompressor verbunden zu werden.

[0072] Der Betrieb des Lärmunterdrückers kann wie folgt beschrieben werden:
Wenn Luft in den Luftkompressor eingezogen wird, wird Ventillärm und Luftlärm erzeugt. Allgemeiner gesagt, wird Lärm, wenn komprimierte Luft in die Atmosphäre ausgestoßen wird, in jedweder pneumatischen Vorrichtung erzeugt.

[0073] In dem Luftkompressor-Lärmunterdrücker **900** ist ein Kompressoranschluss **910** mit einem Luftkompressor verbunden, und Luft wird in eine Dämpferröhrenkammer **908**, die in die Kompressorbasis **901** eingepresst ist, über einen Einlassanschluss **911** in der Endkappe **904** eingezogen. Die Luft strömt durch die innere Dämpferröhre **906** und in die Einlassdämpferkammer **908**. Lärm, der von dem Luftkompressor kommt, wird gedämpft, da, weil sich Lärm von dem Luftkompressor und in dem Kompressoranschluss **910** ausbreitet, der Lärm über die Auslassdämpferkammer **906** durch die äußere Dämpferröhre **902** und die innere Dämpferröhre **906** absorbiert und abgelenkt wird, bevor er durch den Auslass **911** austritt. Durch ein Variieren des Durchmessers und der Länge der äußeren Dämpferröhre **902** und der inneren Dämpferröhre **906** kann der Lärmkompressor **900** abgestimmt werden, um den unerwünschten Lärm von dem Kompressor zu minimieren.

[0074] Der Konzentratorauspuffdämpfer arbeitet auf eine ähnliche Weise wie der Einlassdämpfer, außer dass Abgasluftlärm minimiert wird. Luft tritt in die Dämpferröhre **903** über den Abgaseinlass **913** in der Endkappe **905** ein. Lärm, der von der Abgasluft kommt, wird gedämpft, da, weil sich Luft über den Einlassabgaseinlass **913** ausbreitet, der Abgasluftlärm durch die innere Dämpferröhre **907** und die äußere Dämpferröhre **903** absorbiert und abgelenkt wird, bevor er durch den Auslass **912** austritt. Durch ein Variieren des Durchmessers und der Länge der äußeren Dämpferröhre **903** und der inneren Dämpferröhre **907** kann der Lärmunterdrücker abgestimmt werden, um den unerwünschten Abgasluftdärm zu minimieren. Es ist zu verstehen, dass der Luftkompressor ein mechanisch oder ein elektrisch angetriebener Kompressor oder irgendein anderer Mechanismus sein kann, der Luft zur Einführung in den Sauerstoffanreicherungsabschnitt der Vorrichtung komprimiert.

[0075] Die hierin beschriebene Vorrichtung kann verwendet werden, um Zylinder einer Vielfalt unterschiedlicher Größen und Konfigurationen durch ein Bereitstellen geeigneter Adapter für den Sauerstofffüll-Anschlussadapter zu füllen, einschließlich der Verwendung von Adaptern, um einen stationären Zylinder zu füllen, der anderenfalls nicht in den Füllanschluss passen würde. Beispielsweise kann ein Strömungscontrollerkörper ausgelegt werden, in den Füllanschlussadapter **300** zu passen und über einen Hochdruckschlauch mit einem Strömungscontrollerkörper **700** an einem Zylinder verbunden zu werden, der selbst nicht mit dem Füllanschlussadapter ausgestattet ist. Der Ersatz-Strömungscontrollerkörper kann verwendet werden, um anderenfalls die Funktionen eines Strömungscontrollerkörpers zu imitieren, wenn er in dem Füllanschlussadapter installiert ist, um zuzulassen, dass Gas von dem Sauerstoffkonzentrator verwendet wird, um einen großen (beispielsweise stationären) Zylinder wieder aufzufüllen, der anderenfalls nicht in den Füllanschluss-Adapterkörper **300** passen wird. Schließlich sei darauf hingewiesen, dass der Auslassanschluss **706** verwendet werden kann, um über eine Röhre (nicht gezeigt) den Zylinder, an welchem der Strömungscontrollerkörper angebracht ist, mit dem Patienten zu verbinden, so dass ein Patient sauerstoffangereicherte Luft, die in dem Zylinder enthalten ist, durch ein Einstellen der Strömungsrate der sauerstoff-angereicherten Luft mittels des Strömungssteuerknopfs **703** atmen kann. Der Druckmesser **701** kann von dem Patienten verwendet werden, um das Gas zu überwachen, das in dem Zylinder verbleibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bereitstellen von sauerstoff-angereicherter Luft bei einem ersten Druck und bei einem zweiten Druck, wobei der zweite Druck größer als der erste Druck ist, wobei das Verfahren umfasst:
Zuführen von Luft zu einem Lufttrennungssystem;
gleichzeitiges Bereitstellen von sauerstoff-angereicherter Luft von dem Lufttrennungssystem für einen ersten Auslass (**106**) bei dem ersten Druck und für einen zweiten Auslass (**112**), der mit einem Druckverstärker (**109**, **240**) verbunden ist;
und Erhöhen des Drucks der sauerstoff-angereicherten Luft, die von dem Druckverstärker (**109**, **240**) bereitgestellt wird, auf den zweiten Druck;
wobei eine Strömung von sauerstoff-angereicherten Luft kontinuierlich dem ersten Auslass (**106**) zugeführt wird, während der Druckverstärker (**109**, **240**) die sauerstoffangereicherte Luft auf den zweiten Druck komprimiert;
Bereitstellen eines Ambulatoriumsgefäßes, das in dem zweiten Auslass (**112**) aufgenommen ist, unter

Verwendung eines Befestigungsmechanismus, **dadurch gekennzeichnet**, dass
ein EIN/AUS-Strömungscontroller bereitgestellt ist, der ausgelegt ist, eine Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft von dem Druckverstärker (**109**, **240**) durch den zweiten Auslass (**112**) zu verhindern, wenn der zweite Auslass (**112**) von dem Ambulatoriums-Druckgefäß getrennt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die sauerstoffangereicherte Luft einen Sauerstoffgehalt von zumindest 90 Vol.-% aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei das Niederdruck-Trennungssystem für die sauerstoff-angereicherte Luft ein Sauerstoffgenerator ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Sauerstoffgenerator ein Druck-Hub-Adsorptionssystem (**104**) ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der erste Auslass (**106**) einen Patienten mit der sauerstoffangereicherten Luft versorgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die sauerstoff-angereicherte Luft, die von dem Lufttrennungssystem bereitgestellt wird, ein Produktgas ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend ein Speichern von Produktgas in einem Speichertank (**220**) und ein Bereitstellen von sauerstoff-angereichter Luft für den ersten Auslass (**106**) und den zweiten Auslass (**112**) von dem Speichertank (**220**).

8. Vorrichtung (**100**, **200**) zum Bereitstellen von sauerstoffangereicherter Luft, wobei die Vorrichtung (**100**, **200**) umfasst:
ein Niederdruck-Trennungssystem für sauerstoffangereicherte Luft zum Anreichern des Sauerstoffgehalts einer Einlassluft, wobei das Lufttrennungssystem ausgelegt ist, gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft für einen ersten Auslass (**106**) bei einem ersten Druck und sauerstoff-angereicherte Luft für einen zweiten Auslass (**112**) bereitzustellen;
und einen Druckverstärker (**109**, **240**), der mit dem zweiten Auslass (**112**) verbunden ist, um die sauerstoffangereicherte Luft unter Druck zu setzen und zum Bereitstellen der sauerstoff-angereicherten Luft bei einem zweiten Druck;
wobei das Lufttrennungssystem in der Lage ist, gleichzeitig sauerstoff-angereicherte Luft für den ersten Auslass (**106**) und den zweiten Auslass (**112**) bereitzustellen, derart, dass eine Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft kontinuierlich dem ersten Auslass (**106**) zugeführt werden kann, während der Druckverstärker (**109**, **240**) die sauerstoff-angereicherte Luft auf den zweiten Druck komprimiert,
wobei die Vorrichtung (**100**, **200**) ausgelegt ist, ein Ambulatoriums-Druckgefäß in dem zweiten Auslass (**112**) unter Verwendung eines Befestigungsmechanismus aufzunehmen, dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorrichtung (**100**, **200**) weiter einen EIN/AUS-Strömungscontroller umfasst, der ausgelegt ist, eine Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft von dem Druckverstärker (**109**, **240**) zu dem zweiten Auslass (**112**) zu verhindern, wenn der zweite Auslass (**112**) von dem Ambulatoriums-Druckgefäß getrennt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, weiter umfassend einen Kompressor (**102**, **203**, **821**), wobei der Kompressor (**102**, **203**, **821**) ausgelegt ist, eine komprimierte Luft für das Lufttrennungssystem bereitzustellen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, aufweisend ein Schallunterdrückungssystem (**900**), um Einlasslärm in den Kompressor (**102**, **203**, **821**) und Auslasslärm aus dem Lufttrennungssystem zu unterdrücken.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei welcher das Schallunterdrückungssystem (**900**) in einer Basis (**822**) des Kompressors (**102**, **203**, **821**) angeordnet ist, wobei das Schallunterdrückungssystem (**900**) Einlass-(**911**) und Auslass-Luftdämpferröhren (**902**, **906**) umfasst, die integral in der Basis (**822**) enthalten sind, wobei die Röhren (**906**) abgestimmt sind, Lärm, der mit einem Einlass von Luft in den Kompressor (**102**, **203**, **821**) und einem Ausstoß von Luft aus dem Lufttrennungssystem einhergeht, zu minimieren.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei welcher die Röhren (**902**, **906**) eine variable Länge und einen variablen Durchmesser aufweisen, wobei die Röhren (**902**, **906**) abgestimmt sind, den Lärm durch ein Variieren des Durchmessers und der Länge der Röhren (**902**, **906**) zu unterdrücken.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, weiter umfassend einen Kompressor (**102**, **203**, **821**), wobei der Kompressor (**102**, **203**, **821**) ausgelegt ist, dem Druckverstärker (**109**, **240**) komprimierte Luft bereitzustellen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, bei welcher die Luft von dem ersten Auslass (**106**) einem Strömungsmesser (**235**) bereitgestellt ist und geeignet ist für eine Patientenbeatmung.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 14, wobei der Druckverstärker (**109**, **240**) ausgelegt ist, einem Hochdruckzylinder die sauerstoff-angereicherte Luft bei einem zweiten Druck bereitzustellen.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis

15, bei welcher der erste Druck bis zu ungefähr 10 psi ($6{,}895 \times 10^4$ Pa) beträgt und der zweite Druck bis zu ungefähr 300 psi ($2{,}068 \times 10^7$ Pa) beträgt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, wobei der erste Auslass (**106**) ausgelegt ist, ein Ambulatoriums-Druckgefäß unter Verwendung eines Befestigungsmechanismus aufzunehmen.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17, weiter umfassend ein Sauerstoffkonzentrations-Überwachungssystem, um ein Zyklieren des Druckverstärkers (**109**, **240**) zu verhindern, wenn die Sauerstoffkonzentration der sauerstoffangereicherten Luft unter einen vorbestimmten Wert abfällt.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 18, bei welcher die Strömungsrate der sauerstoff-angereicherten Luft zu dem ersten Auslass (**106**) unabhängig von dem Druckverstärker (**109**, **240**) eingestellt werden kann.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 19, weiter einschließend eine Bruchplatte (**246**) in dem Druckverstärker (**109**, **240**), um zu verhindern, dass der Druck einen vorbestimmten Wert überschreitet.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 20, wobei das Niederdruck-Trennungssystem für sauerstoff-angereicherte Luft ein Sauerstoffgenerator ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, wobei der Sauerstoffgenerator ein Druck-Hub-Adsorptionssystem (**104**) ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 22, wobei der Druckverstärker (**109**, **240**) einschließt: einen Zylinder (**241**) einer ersten Stufe, einen Zylinder (**242**) einer zweiten Stufe und einen Treiberluftzylinder (**243**), der dazwischen angeordnet ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 23, wobei der erste Auslass (**106**) angeordnet ist, einen Patienten mit der sauerstoff-angereicherten Luft zu versorgen.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 24, wobei die sauerstoff-angereicherte Luft, die von dem Lufttrennungssystem bereitgestellt wird, ein Produktgas ist.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 25, weiter umfassend einen Speichertank (**220**), der zwischen dem Lufttrennungssystem und dem ersten Auslass (**106**) und dem zweiten Auslass (**112**) angeordnet ist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 26, weiter umfassend einen Luftkompressor (**102**, **203**, **821**), der ausgelegt ist, dem Trennungssystem für sauerstoff-angereicherte Luft komprimierte Luft bereitzustellen, wobei der erste Auslass (**106**) einen Controller zum Steuern der Strömung von sauerstoff-angereicherter Luft in dem ersten Auslass (**106**) aufweist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, bei welcher der Luftkompressor (**102**, **203**, **821**) ausgelegt ist, dem Druckverstärker (**109**, **240**) komprimierte Luft bereitzustellen.

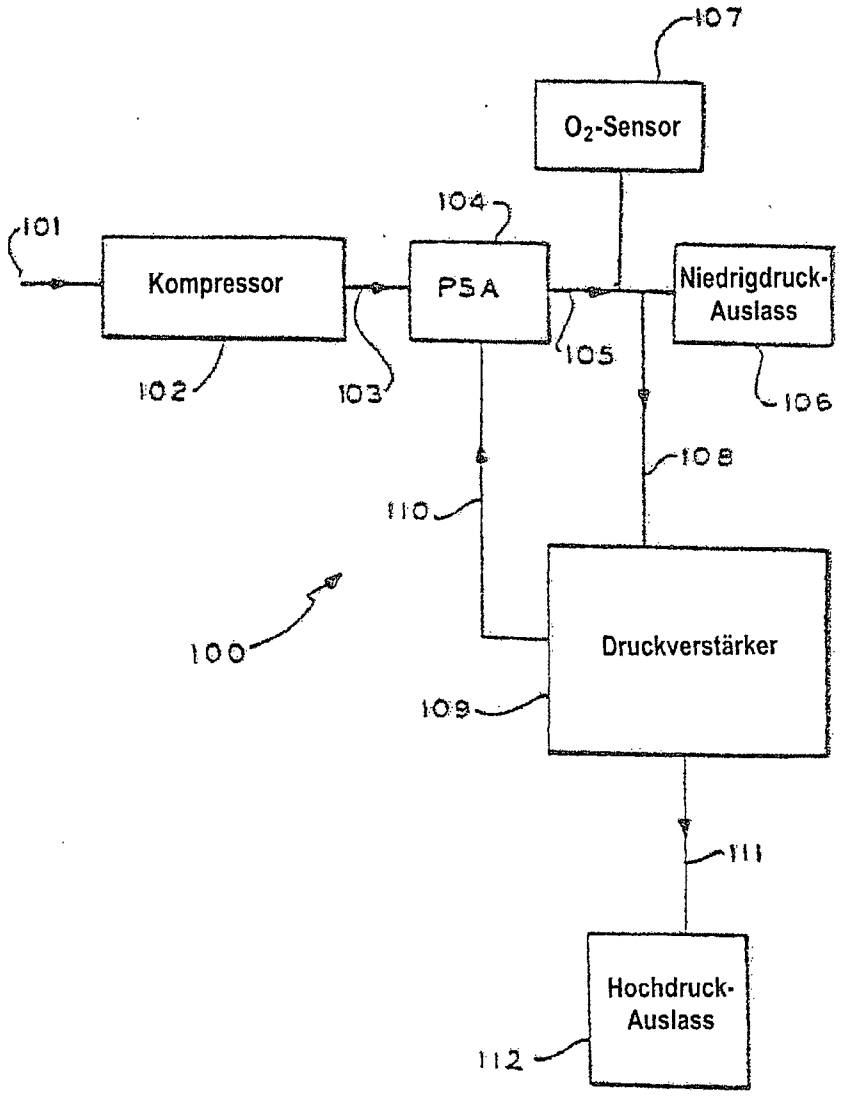
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder Anspruch 28, bei welcher der erste Druck für einen Strömungsmesser (**235**) bereitgestellt ist und geeignet ist für eine Patientenbeatmung, und der zweite Druck geeignet ist zum Füllen von Hochdruckzylindern oder Speicherkammern.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 29, weiter umfassend ein Schallunterdrückungssystem (**900**), um einen Einlasslärm aus dem Lufttrennungssystem zu unterdrücken.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



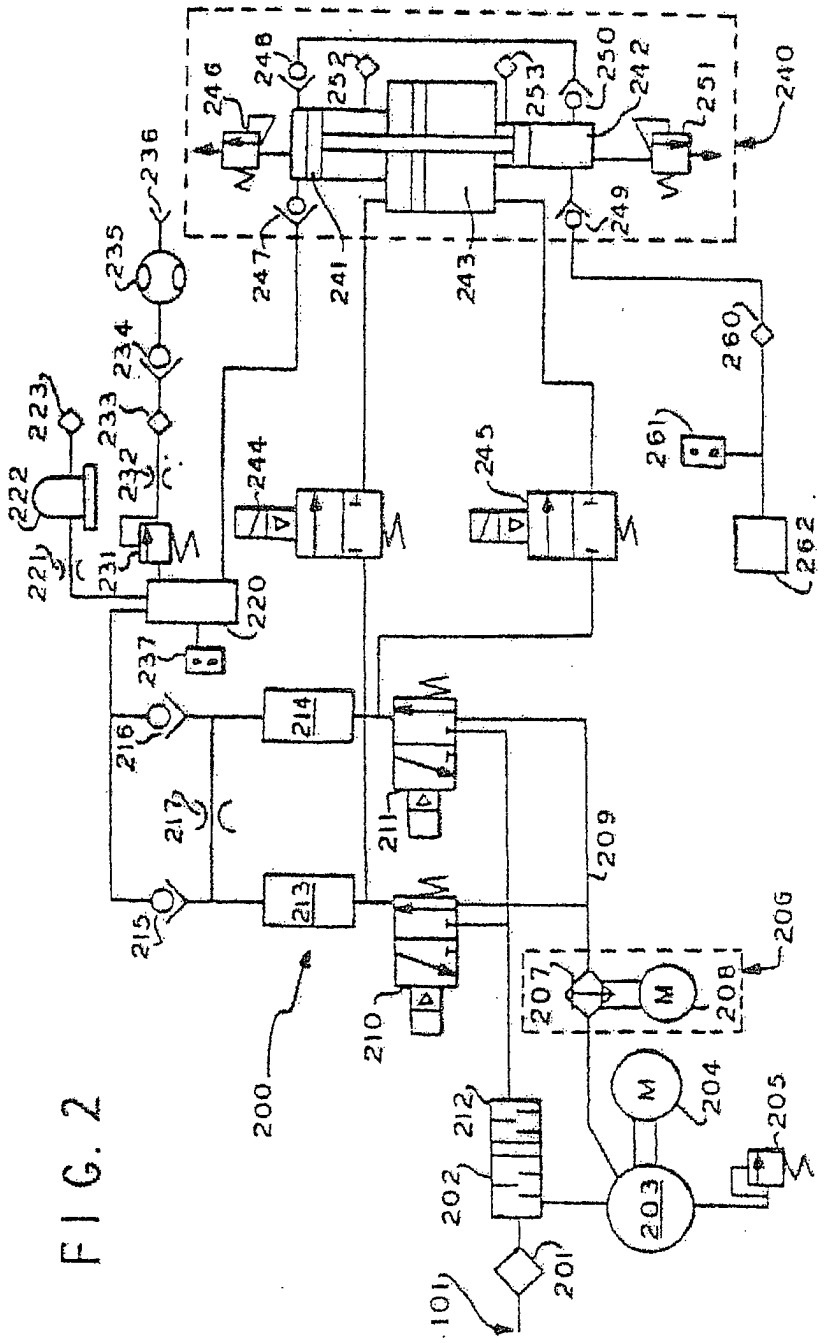

101
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
220
221
222
223
231
232
233
234
235
236
237
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
260
261
262
M
M

FIG. 2

FIG. 3

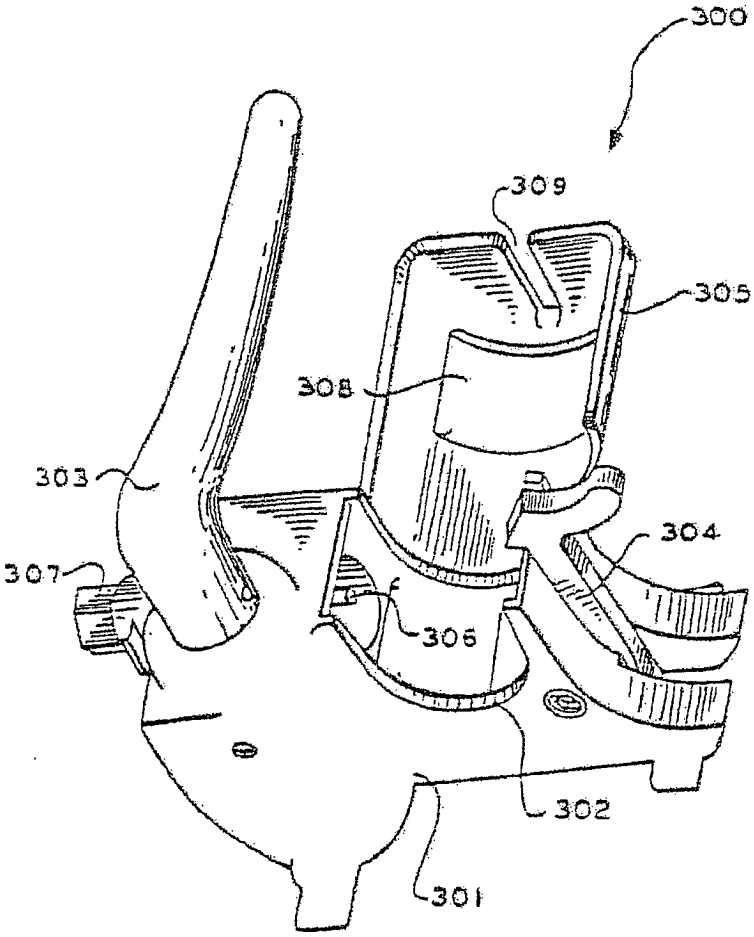


FIG. 4

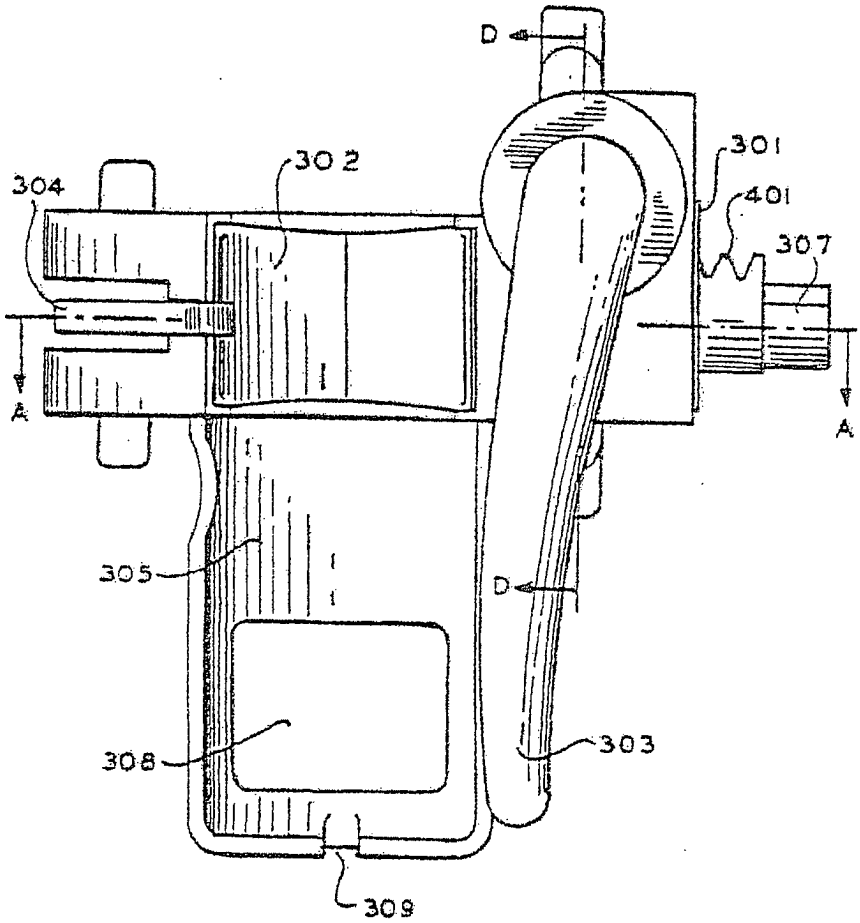


FIG. 5

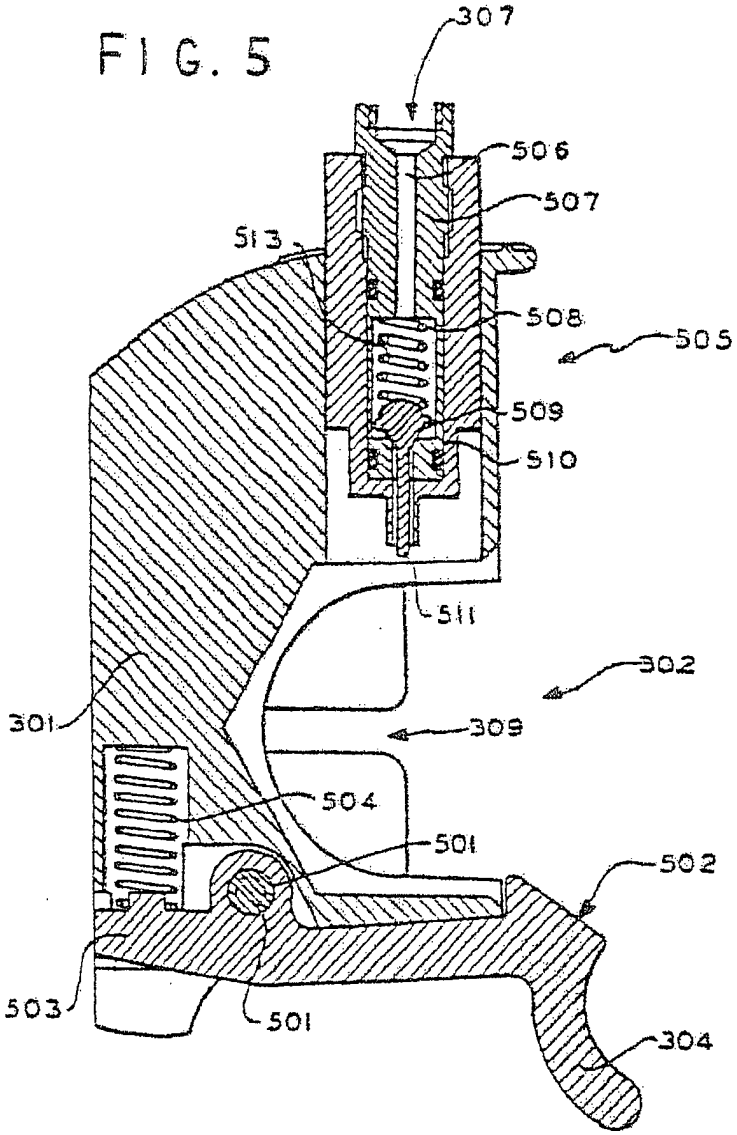

307
506
507
513
508
505
509
510
511
302
301
309
504
501
502
503
501
304

FIG. 6

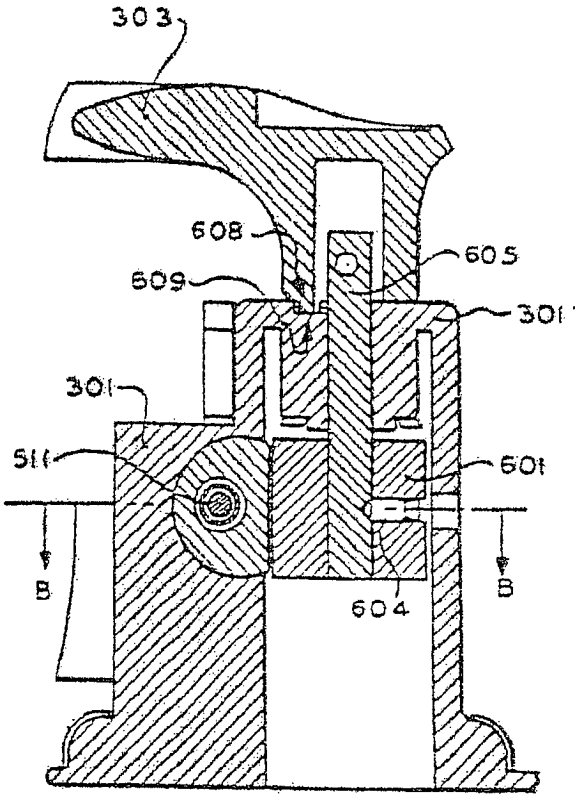


FIG. 7

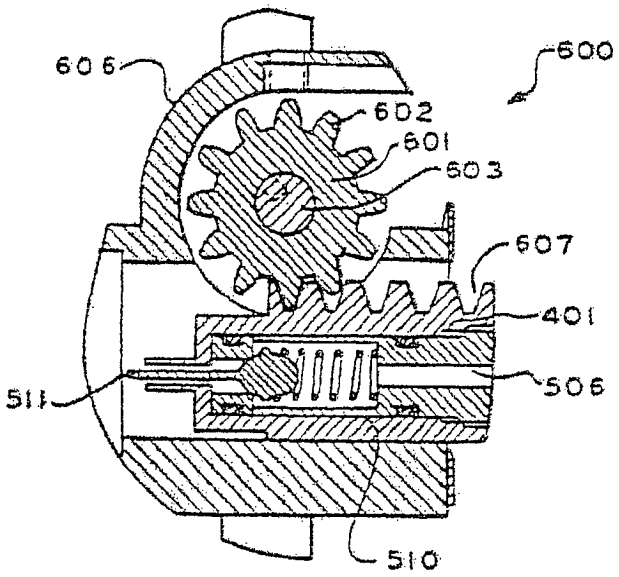


FIG. 8

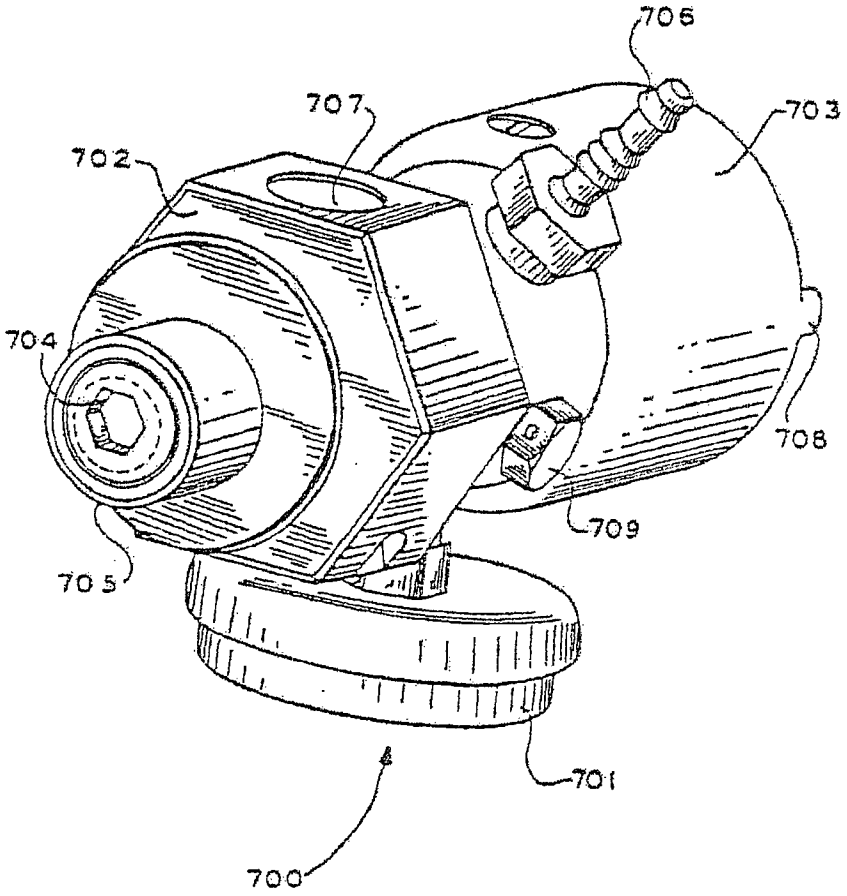


FIG. 9

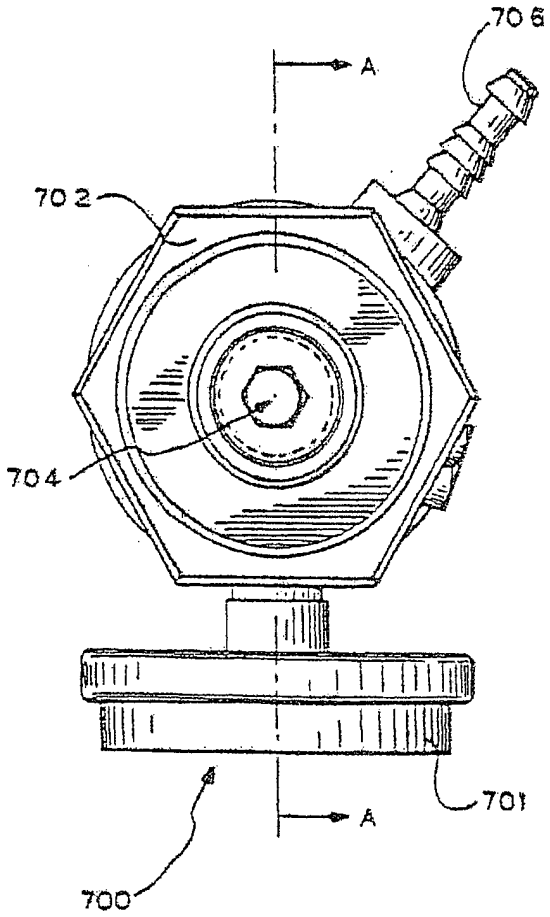
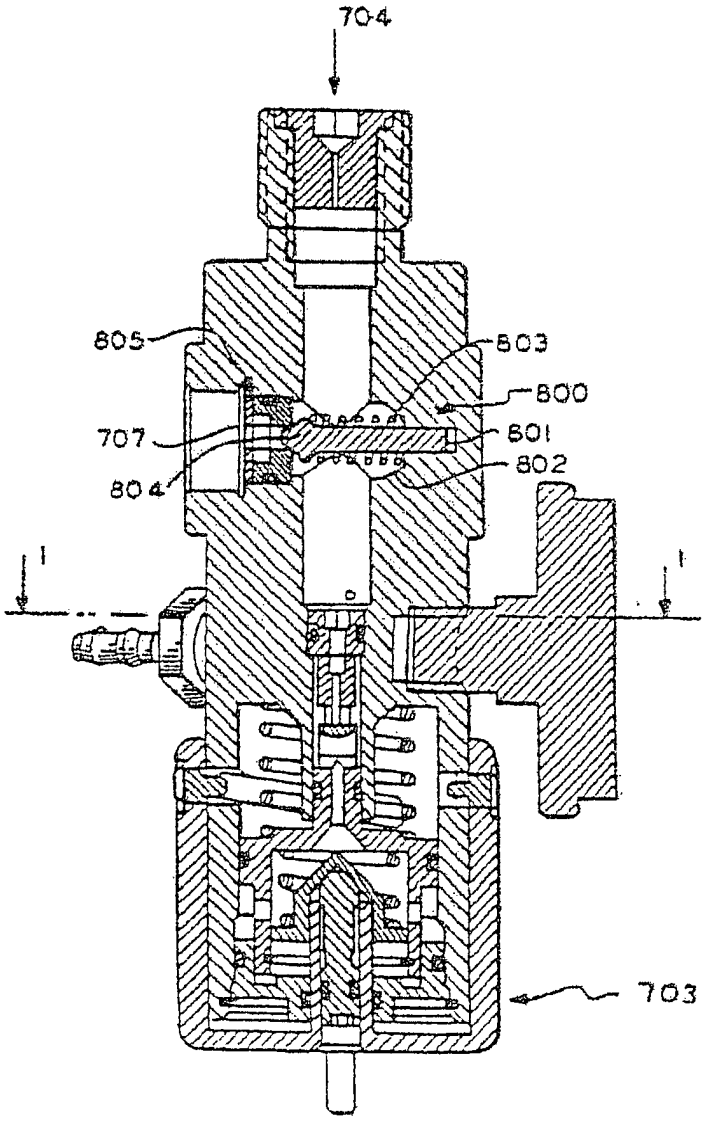


FIG. 10



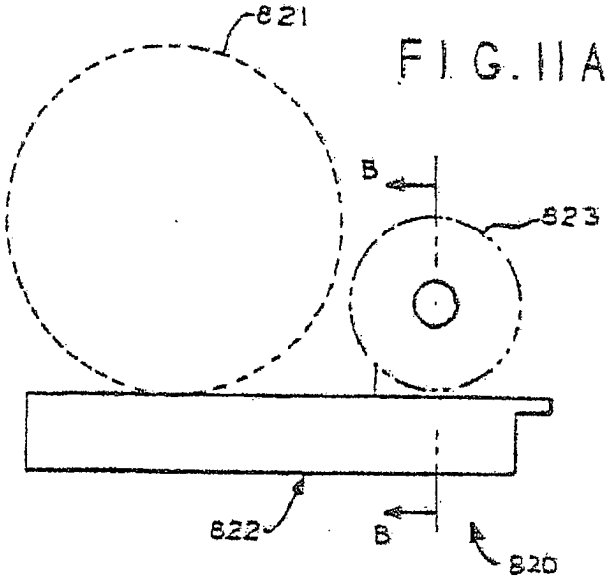


FIG. 11A

FIG. 11B

