



(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 954 367 B2**  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 34 575.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/20392**  
(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 94 5242.4**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/028061**  
(86) PCT-Anmeldetag: **20.12.1996**  
(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **02.07.1998**  
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.11.1999**  
(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **06.04.2005**  
(97) Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents beim EPA: **23.11.2011**  
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.05.2012**

(51) Int Cl.: **B01D 53/04** (2006.01)  
**B01D 53/04** (2006.01)

**Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert**

(73) Patentinhaber:  
**Chart SeQual Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.  
Staates Delaware), San Diego, Calif., US; Teijin  
Ltd., Osaka, JP**

(74) Vertreter:  
**Viering, Jentschura & Partner, 81675, München,  
DE**

(84) Benannte Vertragsanstalten:  
**DE, FR, GB, IT, DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:  
**HILL, Charles, C., Del Mar, US; HILL, Theodore,  
B., San Diego, US**

(54) Bezeichnung: **VERBESSERTE VORRICHTUNG ZUM FRAKTIONIEREN VON FLUIDEN, sowie entsprechendes  
Verfahren**

## Beschreibung

### Hintergrund der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft einen Heimgrößen-Oxygenator und ein Verfahren zum Entfernen von Sauerstoff aus Luft und zum Bereitstellen des Sauerstoffflusses mit einer vorgeschriebenen Rate ab einem Verwender. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Vorrichtung zum Bereitstellen von einer beliebigen vorgeschriebenen Flussrate von Sauerstoff mit minimalem Energieverbrauch, minimalem Geräusch und optimaler Effizienz, Zuverlässigkeit und Lebensdauer.

**[0002]** Es besteht eine Vorrichtung zum Aufnehmen eines Fluids wie etwa Druckluft, zum Separieren des Sauerstoffs aus der Luft und zum Weiterleiten des Sauerstoffs für eine anschließende Verwendung wie etwa durch einen Patienten. Siehe zum Beispiel US-A-5268021, die nachfolgend im Einzelnen erläutert wird. Die Vorrichtung weist auch ein Material in einem molekularen Sieb zum Adsorbieren des Stickstoffs und der anderen Komponenten in der Druckluft auf. Wenn der von der Druckluft separierte Sauerstoff passiert ist, werden die adsorbierten Komponenten in der Druckluft durch Ablassen in die Atmosphäre desorbiert. Die Vorrichtung kann auf einer zyklischen Basis arbeiten, um einem Verwender wie etwa einem Patienten kontinuierlich Sauerstoff bereitzustellen.

**[0003]** Der Sauerstoff kann für viele Zwecke verwendet werden. Eine der Hauptverwendungen des Sauerstoffs ist das Bereitstellen von Sauerstoff für Patienten wie etwa ältere Menschen und solchen mit Asthma beziehungsweise einem Emphysem. Wenn die Vorrichtung für derartige Patienten verwendet wird, sollte die Vorrichtung bestimmte wünschenswerte Charakteristiken aufweisen. Sie sollte in der Lage sein, jedem Patienten Sauerstoff mit einer variablen Zuführrate und hohen Konzentration in Abhängigkeit von dem Bedarf des Patienten zuzuführen. Sie sollte in der Lage sein, Sauerstoff in einer effektiven und geeigneten Art und Weise und mit einem minimalen Energieverbrauch bereitzustellen, insbesondere da viele dicke und ältere Patienten nur ein begrenztes Einkommen haben und die Kosten für die elektrische Energie zum Betreiben der Vorrichtung sind wesentlich und erheblich. Die Vorrichtung sollte ebenfalls ruhig arbeiten, um nicht belästigend für den Patienten und diejenigen um den Patienten herum zu sein. Die Vorrichtung sollte ebenfalls eine lange Arbeits-Lebensdauer ohne irgendwelche Ausfälle haben. Diese Parameter sind insbesondere wichtig, weil die Vorrichtung kontinuierlich in der häuslichen Umgebung ohne Wartung arbeitet.

**[0004]** Die zurzeit verwendete Vorrichtung erfüllt nicht die in dem vorangegangenen Abschnitt spezifizierten Kriterien. Die Vorrichtung weist einen Kom-

pressor zum Einführen von Druckluft in Säulen auf, welche ein molekulares Sieb zum Passieren von Sauerstoff und Argon und zum Adsorbieren von Stickstoff und anderen Komponenten in der Druckluft und zum anschließenden Desorbieren der adsorbierten Komponenten aufweisen. In der zur Zeit verwendeten Vorrichtung werden die Kompressoren betätigt, um einen konstanten maximalen Fluss und eine Konzentration von Sauerstoff zuzuführen, unabhängig von dem Fluss an Sauerstoff, der für den Verwender vorgeschrieben ist. Der gewünschte Fluss an Sauerstoff für den Patienten wird dann durch ein Drosselventil in der Produkt-Abzweigung zum Verwender eingestellt. Wie der Fachmann erkennen wird, ist dies ineffizient, wenn weniger als eine maximale Flusskapazität benötigt wird, insbesondere da der Kompressor und der Motor, der den Kompressor antreibt, eine große Energiemenge benötigen.

**[0005]** Der Kompressor erzeugt eine große Menge an Geräusch, während er arbeitet. Dies resultiert teilweise aus der Arbeit des Motors und des Kompressors, insbesondere da der Motor und der Kompressor mit einer festen hohen Geschwindigkeit betrieben werden. Es resultiert ebenfalls teilweise aus der Desorption des unter Druck stehenden Fluids in die Atmosphäre, welches in den Säulen adsorbiert wurde. Dieses Ablassen tritt nahezu unverzüglich auf, wodurch immer dann ein Geräusch/Klangpuls erzeugt wird, wenn das unter Druck stehende Fluid aus einer der Säulen in die Atmosphäre abgelassen wird.

**[0006]** JP 57-71804 offenbart eine Vorrichtung zum Regulieren der Sauerstoffkonzentration in einer Sauerstoff verwendenden Vorrichtung mit einem variablen Sauerstoffbedarf. Die Vorrichtung weist zwei Stickstoff adsorbierende Säulen, die abwechselnd betätigt werden, und einen Kompressor auf. Die Geschwindigkeit des Kompressors variiert in Antwort auf den durch die Vorrichtung verbrauchten Sauerstoff, wobei die Geschwindigkeit des Kompressors über einem Richtwert gehalten wird, um einen plötzlichen Anstieg zu vermeiden. Der Sauerstofffluss und die Sauerstoffkonzentration am Eingang und am Ausgang der Sauerstoff verwendenden Vorrichtung werden in eine Steuereinheit eingegeben. Wenn der benötigte Sauerstofffluss geringer als ein Schwellenwert ist, dann wird der Fluss am Eingang verringert, um eine konstante Sauerstoffkonzentration aufrechtzuerhalten.

**[0007]** GB-A-2003742 betrifft die Betätigung von Druckwechseladsorptionsvorrichtungen, bei denen der Bedarf an Produktgas variabel ist, zum Beispiel die Sauerstoffversorgung von Schlammreaktoren zur Abwasseraufbereitung. Offenbart wird ein System, das aufweist: eine Druckwechseladsorptionsvorrichtung, einen Kompressor zum Antreiben von Produktgas von der Vorrichtung zu einer Anwendungsvorrichtung und eine Vakuumpumpe zum Antreiben von

„Abgas“ aus der Vorrichtung. Die Geschwindigkeit der Vakuumpumpe wird in Antwort auf den Bedarf gesteuert, um dadurch die verbrauchte Leistung zu verringern, wenn der Bedarf an Produktgas verringert ist. Der Kompressor wird mit konstanter Geschwindigkeit betrieben, und eine Umgehungsleitung ist vorgesehen, um Produktgas erneut zuzuführen, wenn der Druck des Produktgases ausreichend hoch ist.

**[0008]** Die Erfindung schafft ein System, welches im Wesentlichen die Nachteile der Vorrichtung aus dem Stand der Technik überwindet. Gemäß der Erfindung wird ein wie durch Anspruch 1 unten definierter Heimgrößten-Sauerstoffkonzentrator bereitgestellt. Die Erfindung sieht ferner ein Verfahren zum Entfernen von Sauerstoff aus Luft und zum Bereitstellen des Flusses dieses Sauerstoffs mit einer vorgeschriebenen Rate an einen Benutzer gemäß der Erfindung wie in Anspruch 6 unten definiert vor. Die Vorrichtung dieser Erfindung ist dahingehend vorteilhaft, dass sie das desorbierte Fluid mit einer gleichmäßigen und gesteuerten Rate in die Atmosphäre ablässt, wodurch das Geräusch, das durch ein derartiges Ablassen erzeugt wird, signifikant reduziert wird.

**[0009]** Gemäß der Erfindung wählt ein rotierendes Ventil am Einlass von einer Mehrzahl von Säulen zunächst Säulen auf einer zyklischen Basis aus, um Druckluft aufzunehmen, Stickstoff und andere Komponenten in der Druckluft zu adsorbieren und Sauerstoff und Argon an einen Verwender (z. B. einen Patienten) weiterzuleiten. Das Ventil wählt ebenfalls zyklisch zweite Säulen aus, um den Stickstoff und die anderen Komponenten in diesen Säulen zu desorbieren und den Druck in dritten Säulen zyklisch auszugleichen, wobei die ersten Säulen schrittweise in die zweiten Säulen und so weiter wechseln.

**[0010]** Ein Kompressor mit einstellbaren Charakteristiken, der in einer offenen oder geschlossenen Schleife geregelt ist, leitet die Druckluft durch das Ventil in die ersten Säulen ein, um einen einstellbaren Luftfluss zum Beibehalten eines vorgeschriebenen Sauerstoffflusses an den Verwender bereitzustellen. Eine Anzeige kann vorgesehen sein, wenn die Kompressorcharakteristiken, die zum Beibehalten der vorgeschriebenen Sauerstoffflussrate geregelt sind, außerhalb bestimmter Grenzwerte sind.

**[0011]** Das Ventil weist eine variable Geschwindigkeit bezogen auf die Kompressorflussvariationen auf, um den Luftdruck in den Säulen in Abhängigkeit zur Luftflussrate in den Säulen zu regeln. Eine variable Öffnung kann in einem Ventil im Auslass von jeder Säule vorgesehen sein, die mit der Abnahme der Sauerstoffflussrate in jeder Säule zusammengezogen wird, wodurch ferner der Sauerstoffdruck in dieser Säule geregelt wird.

**[0012]** Ein poröser Zapfen kann in einer die desorbierten Komponenten aufnehmenden geschlossenen Kammer vorgesehen sein, der diese Komponenten langsam ohne pulsatile Geräusche in die Atmosphäre ablässt. Entsprechend erzeugt die Ausstattung die gewünschte Sauerstoffflussrate mit einem minimalen Energieverbrauch, minimalem Geräusch und optimaler Effizienz, Zuverlässigkeit und Lebensdauer.

**[0013]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Repräsentation eines Atmungsunterstützungssystems mit einem Fluidfraktionierer der US-A-5268021.

**[0014]** [Fig. 2](#) ist ein Seitenaufriss eines Bereiches des Unterstützungssystems aus [Fig. 1](#) und insbesondere zeigt sie einen Fluidfraktionierer, der in einem solchen Unterstützungssystem enthalten ist.

**[0015]** [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht von dem Fraktionierer aus [Fig. 2](#) entlang der Linie 3-3.

**[0016]** [Fig. 4](#) ist eine Schnittansicht des Fluidfraktionierers aus [Fig. 3](#) entlang der Linie 4-4.

**[0017]** [Fig. 5](#) ist eine vergrößerte Schnittansicht des Fluidfraktionierers aus [Fig. 4](#) entlang der Linie 5-5.

**[0018]** [Fig. 6](#) ist eine teilweise aufgeschnittene ebene Draufsicht von einem Rotorschuh, der in dem Fluidfraktionierer enthalten ist.

**[0019]** [Fig. 7](#) ist eine Schnittansicht des Rotorschuhs aus [Fig. 6](#) entlang der Linie 7-7.

**[0020]** [Fig. 8](#) ist eine ebene Draufsicht einer Anschlussplatte, die in dem Fluidfraktionierer aus den [Fig. 1](#) bis [Fig. 7](#) enthalten ist.

**[0021]** [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht entlang der Linie 9-9 aus [Fig. 8](#).

**[0022]** [Fig. 10](#) ist ein schematisches Diagramm eines Geschlossene-Schleife-Systems, das eine Ausführungsform der Erfindung darstellt, für eine Verwendung mit dem Fluidfraktionierer, der in den [Fig. 1](#)–[Fig. 9](#) dargestellt ist, zum Regeln der variablen Charakteristiken eines Kompressors und anderer Komponenten, um eine gewünschte oder vorgeschriebene Rate an Fluss und Konzentration von Sauerstoff zu erhalten.

**[0023]** [Fig. 11](#) ist ein schematisches Diagramm eines Geschlossene-Schleife-Systems, das eine andere Ausführungsform der Erfindung darstellt, für eine Verwendung mit dem Fluidfraktionierer, der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 9](#) dargestellt ist, zum Regeln der variablen Charakteristiken eines Kompressors und anderer Komponenten, um eine gewünschte oder vorgeschriebene Rate eines Flusses und einer Konzentration von Sauerstoff zu erhalten.

[0024] **Fig. 12** ist ein schematisches Diagramm eines Offene-Schleife-Systems, das eine zusätzlich Ausführungsform der Erfindung darstellt, für eine Verwendung mit dem Fluidfraktionierer, der in den **Fig. 1–Fig. 9** dargestellt ist, zum Regeln der variablen Charakteristiken von einem Kompressor und anderen Komponenten, um eine gewünschte oder vorgeschriebene Rate von Fluss und Konzentration von Sauerstoff zu erhalten.

[0025] **Fig. 13** ist eine schematische Schnittansicht einer Öffnung, welche in dem Atmungsunterstützungssystem dieser Erfindung verwendet werden kann und welche variable Charakteristiken gemäß der Flussrate von Sauerstoff bereitstellt.

[0026] **Fig. 14** ist eine teilweise geschnittene Aufrissansicht von einer Vorrichtung, welche in der Erfindung enthalten sein kann, um das Geräusch zu reduzieren, das in dem System erzeugt wird, wenn Fluid desorbiert wird, das in dem Fluidfraktionierer adsorbiert wurde.

[0027] **Fig. 15** liefert Kurven, die (a) das Verhältnis zwischen zwei unterschiedlichen Kompressorgeschwindigkeiten und den Prozenten der Sauerstoffkonzentrationen in dem Produktfluss von dem Fluidfraktionierer und (b) das Verhältnis zwischen unterschiedlicher Kompressorgeschwindigkeit und der Flussrate des Sauerstoffs zu dem Produkttank **19** in Litern pro Minute zeigt.

[0028] **Fig. 16** ist ein schematisches Diagramm, das einen Fluidfraktionierer zeigt, der als ein konventioneller Fluidfraktionierer aus dem Stand der Technik angenommen werden kann und welcher modifiziert sein kann, um die Merkmale dieser Erfindung aufzunehmen.

[0029] **Fig. 17** liefert Kurven, die das Verhältnis zwischen den Kompressorflussraten und Kompressor-Entladedrücken für ein normales System aus dem Stand der Technik und für das System dieser Erfindung zeigt.

[0030] Die **Fig. 1** bis **Fig. 9** illustrieren ein System, das Sauerstoff konzentriert, das im Allgemeinen mit **10** bezeichnet ist, welches in dieser Erfindung verwendet sein kann und welches in der US-A-5268021 offenbart ist. Die in den **Fig. 1** bis **Fig. 9** gezeigte Ausführungsform dieser Anmeldung korrespondiert zu der Ausführungsform, die in den **Fig. 1** bis **Fig. 9** der US-A-5268021 gezeigt ist. In dem System des Standes der Technik, das in den **Fig. 1** bis **Fig. 9** gezeigt ist, wird Luft von der Atmosphäre in einen Staubfilter **11** gezogen, welcher Staub aus der Luft entfernt. Die Luft wird dann in einem Kompressor **13** unter Druck gesetzt und die Druckluft wird durch eine Rohrleitung **14** in einen Wärmetauscher **15** geleitet, welcher einiges von der Wärme entzieht, die

während der Unterdrucksetzung erzeugt wurde. Ein Gebläse **12** kann durch den Kompressor **13** angetrieben werden, um dem Wärmetauscher **15** Wärme zu entziehen.

[0031] Die Druckluft wird dann in den Einlass **16** eines Fluidfraktionierers eingeleitet, der im Allgemeinen mit **20** bezeichnet ist und welcher in dieser Erfindung enthalten ist. Der Fluidfraktionierer **20** weist einen Produkttank **19** auf. In dem Tank **19** ist eine Mehrzahl von Adsorbersäulen **18** (**Fig. 3**) enthalten, deren Konstruktion und Betätigung später im Detail beschrieben wird.

[0032] Jede Säule **18** trennt den Sauerstoff und Argon in der Druckluft von den anderen Komponenten in der Druckluft und leitet einiges des Sauerstoffs und des Argons durch einen Auslass **17** (**Fig. 1**) zu einer Abgaberohrleitung **22a**. Der Sauerstoff und das Argon werden dann durch ein Ventil **23** (welches manuell gesteuert sein kann) zu einem Filter **24** geleitet. Der Filter **24** kann ein hocheffizienter Partikelableiter (HEPA) sein. Der Sauerstoff und das Argon werden dann zu einer Rohrleitung **25a** zur Verwendung für einen oder eine Anzahl von Zwecken geleitet. Zum Beispiel kann der Sauerstoff und das Argon zu einem Patienten geleitet werden, um das Niveau des Sauerstoffs im Blut des Patienten zu erhöhen.

[0033] Wie in **Fig. 3** dargestellt, enthält der Behälter **19** eine Gruppe oder ein Feld von Adsorbersäulen **18** innerhalb seines Gehäuses. Die Säulen sind vorzugsweise in einer eng gepackten Konfiguration angeordnet. Vorzugsweise sind eine Mehrzahl, mehr als zwei (2) von derartigen Säulen in einem eng gepackten Verhältnis zueinander vorgesehen. Zwölf (12) Säulen sind in **Fig. 3** dargestellt, wobei allerdings angemerkt wird, dass jede andere Anzahl vorgesehen sein kann. Der Fluidfraktionierer **20** weist ebenfalls eine drehbare Ventilverteileranordnung, die im Allgemeinen mit **21** bezeichnet ist (**Fig. 2**), einen Getriebemotor **22** mit einem Antriebschaft **6** und einem zweiteiligen Verteiler **7** auf (**Fig. 2**).

[0034] Jede der Säulen **18** kann in der Form eines Zylinders sein. Jede der Säulen **18** enthält eine Schicht, die mit Adsorbiermaterial **25** (**Fig. 4**) dicht gepackt ist, welches für eine besondere Molekularspezies von Fluid oder Fremdkörpern ausgewählt ist. Zum Beispiel kann Zeolith **5A** das Adsorbiermaterial **25** bilden, wenn Sauerstoff aus der Luft separiert werden soll. Die dicht gepackte Schicht wird an Ort und Stelle durch eine Platte **26** am Boden der Schicht gehalten. Ein Druckabfallmittel wie etwa eine schmale Öffnung **27** erstreckt sich durch die Platte **26**. Perforierte Platten **28** sind am Kopfende und am Boden der Schicht des Adsorbiermaterials **25** angeordnet, wobei die Bodenplatte **28** zwischen der Platte **26** und dem Adsorbiermaterial **25** angeordnet ist.

**[0035]** Eine Feder **29** ist in der Säule **18** über der oberen perforierten Platte **28** angeordnet, um die Platte **28** und das Adsorbiermaterial **25** in einem gepackten Verhältnis zueinander gegen die Platte **26** zu halten. Wenn das Adsorbiermaterial **25** Zeolith **5A** ist, adsorbiert das Material alle Komponenten (inklusive Stickstoff) in der Druckluft und lässt Argon und Sauerstoff passieren. Für den Sauerstoff und das Argon ist es damit möglich, durch die perforierte Platte **28**, das Adsorbiermaterial **25** und die Öffnung **27** in der Platte **26** zu passieren.

**[0036]** Die drehbare Ventilverteileranordnung **21** ist durch ein Klemmband **30A** (**Fig. 4**) an dem Behälter **19** fixiert. Die drehbare Ventilverteileranordnung **21**, die in **Fig. 4** dargestellt ist, weist den zweiteiligen Verteiler **31** auf, welcher mit Zugängen und Kanälen versehen ist. Der Verteiler **31** hat einen oberen Abschnitt **32**, welcher mit Zugängen und Kanälen versehen ist, um einen Fluidstrom durch den Einlasszugang **16** aufzunehmen und das Fluid durch eine Luftzufuhrpassage **33** in einen zentral gelegenen Einlasszugang **34** in einem Rotorschuh **35** zu leiten, der mit einem Zugang versehen ist. Anschließend wird das Fluid, das den Rotorschuh **35** verlässt, radial von einem kreisförmigen Feld aus Einlasszugängen **38** in einer Zugangsplatte **39** zu jeder der Säulen **18** geleitet.

**[0037]** Der mit Öffnungen versehene Rotorschuh **35** ist in einem Rotor **41** enthalten. Der Rotor dreht in einer umlaufenden Kugellagereinheit **42**. Der Motor ist durch einen Getriebemotor **22** (**Fig. 2**) mit einer geeigneten Geschwindigkeit wie etwa zwei (2) Umdrehungen pro Minute angetrieben. Eine konische Scheibe oder Belleville-Feder **43** zwingt eine Abdeckplatte **44** und den Rotorschuh **35** abwärts, um die Abdeckplatte und den Rotorschuh in Position zu halten. Der Rotor **41** und seine assoziierten Komponenten sind in einer Abdeckung **45** eingeschlossen, welche geeignet an dem Verteiler **24** angebracht ist.

**[0038]** Die Zugangsplatte **39** ist aus einem geeigneten harten Material hergestellt. Die Zugangsplatte **39** ist in dem Kopf des Verteilers **31** vertieft, ist versiegelt und durch eine Nut und eine Passfeder unbeweglich gemacht. Die Zugangsplatte **39** ist koaxial zu dem Ausgangszugang eines Luftversorgungskanals **47** in dem Verteiler **31**. Die Zugangsplatte **39** hat eine Anzahl von Löchern, die in gleichen Abständen zueinander in einem kreisförmigen Muster angeordnet sind. Diese Anzahl ist gleich der Anzahl von Eingangszugängen der Kanäle zu den einzelnen Säulen **18**. Eine drehbare Lufteinlassdichtung **48** ist in dem Verteiler **31** an einer Position innerhalb der Zugangsplatte **39** vorgesehen.

**[0039]** Der Rotorschuh **35** ist aus einem Material hergestellt, das im Stand der Technik bekannt ist, um geeignet für die Verwendung mit einem gehärte-

ten Material der Zugangsplatte **39** zu sein. Der Rotorschuh gleitet auf der Zugangsplatte **39**. Die Bellevillefeder **43** drückt den Rotorschuh **35** während einer derartigen Gleitbewegung gegen die Zugangsplatte **39**. Es gibt drei (3) Kanäle in dem Rotorschuh **35**. Einer ist ein Druckkanal oder Luftzufuhrkanal **50** (**Fig. 4** und **Fig. 5**), welcher an dem zentralen Fluideinlasszugang **34** beginnt. Der Zugang **50** führt strahlenförmig in einen gebogenen Schlitz **51**, welcher simultan eine Rohrleitung in einige der ringförmig positionierten Zugänge **52** (**Fig. 5**) in der Zugangsplatte **39** bereitstellt. Wenn der Rotorschuh **35** rotiert, wird jeder neue Zugang **52**, der mit dem vorderen Ende des gebogenen Schlitzes **51** kommuniziert, durch das unter Druck stehende Fluid unter Druck gesetzt. Zur gleichen Zeit wird aus dem Zugang **52** an dem hinteren Ende des Schlitzes **51** der Druck abgelassen.

**[0040]** In einem zweiten Kanal in dem Rotorschuh **35** nimmt ein gebogener Schlitz **54** (**Fig. 5** und **Fig. 6**) die adsorbierten Fluidkomponenten in den Säulen **18** auf, welche mit dem Ausgangszugang kommunizieren. Wie vorangehend beschrieben, wenn Druckluft das Fluid ist und sie in die Säulen **18** eingeführt ist, enthält das desorbierte Fluid alle Gaskomponenten der Luft außer Sauerstoff und Argon. Die desorbierten Komponenten in den Säulen **18** werden nach oben von dem gebogenen Schlitz **54** durch den Ausgangszugang **55** (**Fig. 4** und **Fig. 5**) in der Rotorschuh-Abdeckplatte **44** in einem Rotorhohlraum entlüftet. Das desorbierte Fluid wird dann durch einen Auslass **58** in die Atmosphäre geleitet.

**[0041]** Der dritte Kanal in dem Rotorschuh **35** ist ein Querzugangskanal **60** (**Fig. 6**). Der Kanal **60** dient als eine Rohrleitung zwischen zwei (2) der Säulen **18**, wobei diese zwei (2) Säulen im Übergang zwischen der unter Druck setzenden und der desorbierenden Phase eines Zyklus sind. Seine Funktion ist, einen Ausgleich der Drücke in den Säulen zu schaffen, die in jedem Zyklus zwischen dem Adsorptionsdruck wechseln. Der Ausgleichdruck schafft einen Druckabfall im Fluid in jeder Säule bevor eine derartige Säule in die Desorptionsphase in jedem Zyklus eintritt. Das verhindert eine sehr schnelle Dekompression in jeder Säule und damit verhindert es einen übermäßig hohen anfänglichen Fluss des desorbierten Fluids von der Säule. Dies erhöht die Konzentration der besonderen Komponente wie etwa Sauerstoff und Argon in jeder Säule.

**[0042]** Die oben beschriebene Vorrichtung ist in der US-A-5268021 offenbart. Sie hat einige wichtige Vorteile gegenüber dem Stand der Technik. Sie schafft eine gleichmäßigere Arbeit als der Stand der Technik, weil einige der Säulen **18** das Fluid unter Druck zu jedem Moment aufnehmen und einige der anderen Säulen **18** das desorbierte Fluid in diesem Moment in die Atmosphäre ablassen. Damit wird zu jedem Zeitpunkt jede Überleitung einer Säule von ei-



ner adsorbierenden Tätigkeit zu einer desorbierenden Tätigkeit keinen so großen Überleitungspuls in der Betätigung erzeugen wie im Stand der Technik, da einige andere Säulen adsorbieren werden und einige andere Säulen werden zur gleichen Zeit desorbieren. Ferner wird der Druckausgleich in den Säulen **18** ebenfalls dazu neigen, die Überleitungspulse zu reduzieren. Diese Faktoren neigen dazu, die Effizienz in der Betätigung der Vorrichtung zu verbessern und die Geräusche bei der Betätigung der Vorrichtung zu reduzieren. Die Reduktion der Geräusche resultiert aus dem Druckausgleich, der durch den Kanal **60** und die relativ große Anzahl von Säulen erzeugt wird.

**[0043]** Trotz der in dem vorangegangenen Abschnitt diskutierten Vorteile gibt es Raum für Verbesserungen in dem Fluidfraktionierer **20** und in dem System **10**, das einen derartigen Fluidfraktionierer enthält. In dem System arbeitet der positive Verdrängungskompressor **13** mit einer konstanten maximalen Geschwindigkeit unabhängig von der Flussrate und Konzentration des Sauerstoffs, den der Patient wünscht oder braucht. Der Kompressor **13** und der Motor, der den Kompressor antreibt, verbrauchen eine große Menge an Energie, wenn sie mit einer maximalen Geschwindigkeit arbeiten. Zum Beispiel ist der Verbrauch eines Heimgrößen-Sauerstoffkonzentrators in der Größenordnung von etwa viertausend (4000) Kilowatt-Stunden pro Jahr. Dies erzeugt Elektrizitätskosten von einigen hundert Dollar pro Jahr. Dies ist eine erhebliche Menge an Geld für die meisten Familien und insbesondere für Familien von älteren oder pensionierten Patienten oder für Patienten, die nicht in der Lage sind zu arbeiten, wegen Krankheiten wie etwa Asthma oder einem Emphysem. Die kontinuierliche Betätigung des Kompressors **13** bei maximaler Leistung ist ebenfalls nachteilhaft, weil sie die Betätigungslebensdauer des Kompressors und des Motors limitiert, der den Kompressor antreibt.

**[0044]** Heim-Sauerstoffkonzentratoren haben im Allgemeinen eine Sauerstoffbereitstellungskapazität im Bereich von etwa sechs Liter pro Minute (6 lpm) an Sauerstofffluss zu dem Patienten. Die Flussrate des Sauerstoffs, die von einem individuellen Patienten erfordert wird, wird durch die Art des Patienten vorgeschrieben. Die am meisten verbreitete vorgeschriebene Rate ist zwei Liter pro Minute (2 lpm). Die Vorschrift ist für gewöhnlich für eine kontinuierliche Verabreichung von vierundzwanzig Stunden (24 hr.) pro Tag, jahrein, jahraus. Da das Leiden von einigen Patienten in späteren Stadien fortschreitet, kann die Sauerstoffflussrate, die für einige Patienten vorgeschrieben ist, erhöht werden. Wenn die vorgeschriebene Flussrate geringer als die maximale Rate ist, wird die reduzierte Rate im Stand der Technik durch Drosseln des Sauerstoffflusses für den Verwender (z. B. den Patienten) erhalten.

**[0045]** Es wird angemerkt, dass nicht der gesamte Sauerstoff in dem Produkttank **19** zu dem Patienten fließt, sogar wenn der Sauerstoff mit einer Rate von etwa sechs (6) Litern pro Minute zu dem Patienten fließt. Sogar bei dieser Flussrate fließt ein wesentlicher Teil des Sauerstoffs und des Argons in dem Produkttank **19** zu den Säulen **18**, welche desorbiert sind. Dieser Fluss von Sauerstoff und Argon ermöglicht das Entleeren des desorbierten Gases in derartigen Säulen. Auf diese Weise sind die Säulen bereit, Druckluft im nächsten Zyklus der Betätigung aufzunehmen.

**[0046]** Wie der Fachmann erkennen wird, fließen Sauerstoff und Argon durch die Säulen **18** zu dem Produkttank. Sauerstoff bildet etwa einundzwanzig Prozent (21%) der Luft und Argon bildet etwa ein Prozent (1%) der Luft. Wenn Sauerstoff und Argon durch die Säulen **18** fließen, bildet Sauerstoff etwa vierundneunzig Prozent (94%) des Produktes in dem Sauerstofftank. Die erhöhte Konzentration von Argon (etwa sechs Prozent (6%)) in dem Produkttank **19** hat keinen gefährlichen Effekt auf den Patienten, da Argon ein inertes Edelgas ist.

**[0047]** Diese Erfindung schafft ein System zum Einstellen der Flusscharakteristiken des Kompressors **13** gemäß der gewünschten Produktflussrate. Der Kompressor **13** weist eine variable Geschwindigkeit auf, und die Geschwindigkeit des Kompressors kann gemäß der gewünschten Flussrate variiert werden. Ein variabler Geschwindigkeits-Kompressorantrieb kann verschiedene Formen annehmen, inklusive der folgenden:

1. Ein Wechselstrom (AC) Induktionsmotor mit einer variablen Frequenz/variablen Spannungszuführung. Dies kann die bevorzugte Ausführungsform sein.
2. Ein Gleichstrommotor (vorzugsweise bürstenlos).
3. Ein polungswechselnder AC Induktionsmotor für zwei (2) oder drei (3) Betätigungsgeschwindigkeiten.
4. Ein AC Motor mit fester Geschwindigkeit mit einem kontinuierlich variablen mechanischem Getriebe.

**[0048]** All diese oben genannten sind beabsichtigt, innerhalb des Umfangs der Erfindung zu sein. Ein variabler Geschwindigkeitsmotor **79** für den Kompressor **13** ist in [Fig. 10](#) dargestellt.

**[0049]** Ein variabler Verdrängungskompressor kann ebenfalls beabsichtigt sein, innerhalb des Umfangs der Erfindung zu sein. Ein derartiger Kompressor kann folgendes aufweisen:

1. Ein Laufschaufelkompressor mit einer variablen Verdrängung bei einer Einstellung der Rotorex-zentrität.
2. Ein variabler Winkeltaumelscheibenantrieb für einen axialen Kolbenkompressor.
3. Ein Kolbenkompressor mit einem Kurbelwellenantrieb mit einem Kurbelwellenantrieb mit einem variablen Hub.

**[0050]** [Fig. 10](#) illustriert schematisch ein System, das im Allgemeinen mit **78** bezeichnet ist, und stellt eine Ausführungsform der Erfindung zum Regeln der gewünschten Flussrate von Sauerstoff zu einem Patienten dar. Das in [Fig. 10](#) dargestellte System weist den Wärmetauscher **15**, den Kompressor **13**, die Säulen **18**, die Öffnungen **27** in den Säulen und den Produkttank **19**, die alle in [Fig. 1](#) dargestellt sind, und die drehbare Ventilverteileranordnung **21** auf, die in [Fig. 2](#) dargestellt ist. Das in [Fig. 10](#) dargestellte System weist ebenfalls eine Steuerung **80** auf, welche auf jeden gewünschten Wert voreinstellbar ist, entsprechend der vorgeschriebenen Flussrate für Sauerstoff. Diese Einstellung kann entsprechend den Werten bereitgestellt sein, die in einer Nachschlagetabelle angegeben sind. Die Steuerung **80** kann vorzugsweise eine Mikroprozessorsteuerung sein.

**[0051]** Die Mikroprozessorsteuerung **80** kann durch eine Anzeige von einem Temperatursensor **81** beeinflusst sein, dessen Ausgangssignal in die Steuerung eingegeben wird. Die Mikroprozessorsteuerung **80** kann ferner durch eine Anzeige eines Drucksensors **80** beeinflusst sein, dessen Ausgangssignal in die Steuerung eingegeben wird.

**[0052]** Der Sauerstoff (und Argon) fließt von dem Produkttank **19** durch eine Leitung **84**. Ein Regler **85** kann in der Leitung **84** vorgesehen sein, um den Druck des Sauerstoffs zu reduzieren, der von dem Produkttank **19** wegfällt, da es über den Flussbereich, welcher von dem Kompressor **13** bereitgestellt werden kann, eine signifikante Änderung des Drucks des Sauerstoffs in dem Produkttank geben kann.

**[0053]** Der Sauerstoff fließt dann durch eine Flusssteuerungsvorrichtung **86** zum Patienten. Die Flusssteuerungsvorrichtung **86** kann einen zusätzlichen Regler aufweisen, wie etwa eine Feinststeuerung für die Rate, mit der der Sauerstoff zum Verwender, zum Beispiel dem Patienten fließt. Die Flussrate des Sauerstoffs durch die Flusssteuerungsvorrichtung **86** wird in die Mikroprozessorsteuerung **80** eingegeben. Ein Konzentrationsmonitor **88** kann die Reinheit des Sauerstoffs durch die Leitung **84** zu jedem Zeitpunkt bestimmen und kann diese Bestimmung dem Mikroprozessor anzeigen.

**[0054]** Wie zu sehen sein wird, ist die Mikroprozessorsteuerung **80** auf einer Geschlossene-Schleife-Basis mittels der Temperatur des konzentrierten

Fluids, das durch die Säulen **18** passiert, des Drucks eines derart konzentrierten Fluids, der Geschwindigkeit des Kompressors **13**, des Ausgangssignals des Konzentrationsmonitors **88** und der Flussrate des Sauerstoffs durch die Flusssteuerungsvorrichtung **86** geregelt. All diese Eingangssignale in die Mikroprozessorsteuerung **80** veranlassen die Steuerung, die Geschwindigkeit des Kompressors **13** einzustellen, um einen Fluss des Sauerstoffs zu dem Verwender mit der gewünschten Rate zu erzeugen. Das Ventil **21** ist ebenfalls eingestellt, um die Rate zu steuern, mit der Luft in die Säulen **18** eingeleitet wird.

**[0055]** Das geregelte Ausgangssignal der Steuerung **80** kann ebenfalls in ein Kühlsystem **89** eingeleitet werden, welches die Temperatur des Kompressors **13** und den Wärmetauscher **15** regelt. Das Ausgangssignal von der Mikroprozessorsteuerung **80** kann ebenfalls zu der Flusssteuerungsvorrichtung **86** geleitet werden, um die Betätigung der Flusssteuerungseinheit beim Erzeugen des Flusses des Sauerstoffs zu dem Verwender mit dem vorgeschriebenen Wert zu regeln. Das Ausgangssignal der Steuerung **80** kann zusätzlich an die Öffnungen **27** angelegt werden, um die Größe der Öffnungen zu regeln. Dies ist wünschenswert, da die Flussrate des Sauerstoffs durch Regeln der Öffnungsgröße geregelt werden kann. Dieses wird nachfolgend im Detail beschrieben.

**[0056]** Das in [Fig. 10](#) dargestellte und oben beschriebene System hat bestimmte wichtige Vorteile inklusive der Folgenden:

1. Es gibt eine signifikante Reduktion im Energieverbrauch wegen der reduzierten Geschwindigkeit für den Kompressor **13** bei reduzierten Flussraten des Sauerstoffs. Die Reduktion des Energieverbrauchs ergibt sich auch aus der reduzierten Geschwindigkeit des Motors **79**, der den Kompressor **13** antreibt.
2. Die Geräuschmenge, die durch den Fluidfraktionierer **20** erzeugt wird (oder Sauerstoffkonzentrator) ist signifikant reduziert. Dies ergibt sich teilweise aus der reduzierten Geschwindigkeit des Kompressors **13** und des Motors **79**. Es resultiert auch teilweise aus dem Fakt, dass die Desorption der adsorbierten Fluidkomponenten in die Atmosphäre von einem reduzierten Druck der desorbierten Fluidkomponenten in jeder Säule **18** initiiert wird.
3. Wegen des reduzierten Drucks des Fluids in den Säulen **18** ist der Temperaturanstieg in dem komprimierten Fluid reduziert. Dies schafft eine Reduktion in der Arbeit des Kühlsystems **89** und eine resultierende Reduktion in der Energie für die Betätigung des Kühlsystems.
4. Eine Energiezuführung kann einbezogen werden, welche mit allen Frequenzen und Spannungen in allen Märkten mit im Wesentlichen gleicher

Effektivität in den unterschiedlichen Märkten arbeiten.

5. Die Lebensdauer des Kompressors **13** wird wesentlich erhöht, weil der Kompressor mit einer reduzierten Geschwindigkeit arbeitet.

6. Es gibt eine reduzierte Vibration in dem System. Dies trägt ebenfalls zu einer langen Lebensdauer des Systems bei.

7. Die Größe und das Gewicht des Kompressors **13** und des Motors **79** können reduziert sein, insbesondere wenn der Kompressor mit relativ niedrigen Drehzahlen arbeiten soll. Außerdem wäre es, ob und wenn der Kompressor mit maximaler Geschwindigkeit arbeiten soll, wahrscheinlich nur für relativ kurze Zeitperioden. Dies würde dem Kompressor **13** und den Motor **79** erlauben, über ihrer dauerfesten Geschwindigkeit zu arbeiten, ohne den Kompressor **13** oder den Motor **79** zu beschädigen. Dies ist ein anderer Grund, warum die Größe und das Gewicht des Kompressors **13** und des Motors **79** in den meisten Fällen erheblich reduziert werden kann.

8. Der Takt der drehbaren Ventilverteileranordnung **21** und das Öffnen der Öffnungen **27** können für alle Flussraten maßgeschneidert sein, um eine optimale Arbeit des Systems zu schaffen.

9. Es gibt ein Potential, eine reduzierte Kompressoreinlassdichte in Folge einer hohen Umgebungstemperatur oder einer hohen Einsatzhöhe zu kompensieren. Dies wird nachfolgend im Detail diskutiert.

**[0057]** Der Takt der drehbaren Ventilverteileranordnung **21** kann auf verschiedenen Wegen bereitgestellt werden. Eine Alternative ist, dass ein Synchronmotor mit einem variablen Frequenzantrieb bereitgestellt werden kann, wie der Motor **22** (nicht in [Fig. 10](#) dargestellt, allerdings in [Fig. 11](#) dargestellt). Andere Alternativen schließen die Verwendung eines Schrittmotors als der Motor **22** oder eines DC-Getriebemotors ein, um die drehbare Ventilverteileranordnung **21** anzutreiben. Eine andere Alternative ist, eine pneumatische Aktuation mit einer Geschwindigkeitsanregung durch die Kompressorgeschwindigkeit bereitzustellen. Der Ventiltakt kann durch einen Mikroprozessor für Motoren kontrolliert werden, die durch eine Mikroprozessorsteuerung oder durch Digital-/Analogschaltkreise in der Steuerungseinheit gesteuert werden.

**[0058]** Ein Regeln der Geschwindigkeit der drehbaren Ventilverteileranordnung **21** gemäß den Variationen in der Geschwindigkeit des Kompressors **13** kann unter bestimmten Umständen wünschenswert sein. Da die Geschwindigkeit des Kompressors **123** abgesenkt ist, während die Geschwindigkeit der Ventilverteileranordnung **21** konstant gehalten wird, ist der Druck des Fluids in den Säulen **18** verringert. Dies bewirkt, dass der Druck des Stickstoffs und der an-

deren Komponenten, die in den molekularen Sieben in den Säulen **18** adsorbiert sind, sich verringert.

**[0059]** In [Fig. 15](#) sind progressive Geschwindigkeiten des Kompressors auf der horizontalen Achse und progressive Konzentrationen des Sauerstoffs in dem Fluid in dem Produkttank **19** auf der vertikalen Achse dargestellt. Wie es bei **130** in [Fig. 15](#) zu sehen ist, bleibt die Konzentration des Sauerstoffs im Gemisch in dem Produkttank **19** im Wesentlichen konstant bei einem Wert von etwa vierundneunzig Prozent (94%) für Kompressorgeschwindigkeiten zwischen etwa neunhundert Umdrehungen pro Minute (900 rpm) und dreizehnhundert Umdrehungen pro Minute (1300 rpm). Bei Kompressorgeschwindigkeiten, die progressiv unter etwa neunhundert Umdrehungen pro Minute (900 rpm) sind, wird die Konzentration des Sauerstoffs im Gemisch in dem Produkttank **19** progressiv reduziert. Bei Kompressorgeschwindigkeiten von etwa sechshundert Umdrehungen pro Minute (600 rpm) ist die Konzentration des Sauerstoffs im Gemisch in dem Tank **19** etwa achtundachtzig Prozent (88%).

**[0060]** Es ist wünschenswert, die Konzentration des Sauerstoffs in dem Gemisch in dem Produkttank **19** auf einem Wert von zumindest neunzig Prozent (90%) unabhängig von der Geschwindigkeit des Kompressors **30** zu halten. Dies kann erreicht werden durch Verringern der Drehgeschwindigkeit der Ventilverteileranordnung **21**, wenn die Geschwindigkeit des Kompressors **13** verringert wird. Durch ein Verringern der Drehgeschwindigkeit der Ventilverteileranordnung **21** wird an jeder Säule **18** ein verlängerter Takt bereitgestellt, um Luft unter Druck von dem Kompressor **13** aufzunehmen. Als ein Resultat steigt der Druck der Luft in jeder Säule **18** und der Druck des Sauerstoff und des Argons in dem Produkttank **19** steigt korrespondierend. Das hindert Stickstoff in den Säulen **18** daran in den Produkttank **19** zu passieren. Auf diesem Weg kann die Konzentration des Sauerstoffs in dem Produkttank **19** auf einem Wert von zumindest neunzig Prozent (90%) gehalten werden, sogar wenn die Flussrate des Sauerstoffs und des Stickstoffs in den Produkttank abnimmt. [Fig. 15](#) zeigt ebenfalls bei **132** die Flussrate von Sauerstoff bei unterschiedlichen Kompressorgeschwindigkeiten. Wie es zu sehen sein wird, steigt die Flussrate des Sauerstoffs zu den Patienten in Liter pro Minute (lpm) im Wesentlichen linear mit der Steigerung der Kompressordrehzahl.

**[0061]** [Fig. 17](#) illustriert bei **134** das Verhältnis der Flussraten des Fluids von dem Kompressor **13** zu dem Kompressorausstoßdruck in Pascal (psig) für ein normales System aus dem Stand der Technik. [Fig. 17](#) illustriert ebenfalls bei **136** das Verhältnis von den Flussraten des Fluids von dem Kompressor **13** und dem Kompressorausstoßdruck für ein System, das bestimmte Merkmale von dem System des An-



melders enthält. Diese enthalten die drehbare Ventilverteileranordnung **21**, die mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten arbeitet, und das Ventil, das eine variable Öffnung bereitstellt, wie in [Fig. 13](#) dargestellt. Wie in [Fig. 17](#) dargestellt, ist die Betätigung des Systems dieser Erfindung vorteilhaft gegenüber den Systemen aus dem Stand der Technik, weil es signifikant höhere Kompressorausstoßraten über den überwiegenden Bereich der Kompressorflussraten bereitstellt.

**[0062]** [Fig. 11](#) illustriert ein vereinfachtes System zum Steuern der Rate von Sauerstoff an einen Verwender, zum Beispiel einen Patienten. Das System weist den Kompressor **13**, die Säulen **18**, den Produkttank **19**, eine Mikroprozessorsteuerung **101** korrespondierend zu der Steuerung **80** in [Fig. 10](#), den Sauerstoffkonzentrationsmonitor **88**, die drehbare Ventilverteileranordnung **21** und den Motor **22** (nicht dargestellt) zum Antreiben der Ventilverteileranordnung **21** auf. Der Kompressor **13** kann ein Axialschlagkalben-Kompressor sein und der Motor **22** kann ein Synchrongetriebemotor sein. Eine Flusssteuerung **90** korrespondierend zu der Flusssteuerung **85** ([Fig. 10](#)) kann enthalten sein zum Steuern der Rate des Flusses von Sauerstoff an einen Verwender, zum Beispiel einen Patienten. Die Flusssteuerung **90** kann eine Standardflusssteuerung sein oder sie kann elektronisch sein. Ein Regler wie etwa der Regler **91** kann in der Leitung zwischen dem Produkttank **19** und der Flusssteuervorrichtung **90** vorgesehen sein.

**[0063]** Das in [Fig. 11](#) gezeigte System erfasst die Rate des Sauerstoffflusses in dem Monitor **88** und gibt diese erfasste Rate in die Mikroprozessorsteuerung **101** ein. Die Mikroprozessorsteuerung **101** variiert dann die Betätigung des Kompressors **13**, den Motor **22** und die Flusssteuerung **90**, um die Flussrate des Sauerstoffs zu dem Patienten bei der vorgeschriebenen Rate zu regeln. Das in [Fig. 11](#) dargestellte System arbeitet auf einer Geschlossene-Schleife-Basis, um die gewünschte Regelung des Sauerstoffflusses bereitzustellen. Wie zu sehen sein wird, weist das in [Fig. 11](#) dargestellte System keine Steuerelemente wie den Temperatursensor **81**, den Drucksensor **82** und das Kühlsystem **89** auf.

**[0064]** [Fig. 12](#) illustriert ein Offene-Schleife-System zum Regeln der Rate des Sauerstoffflusses zu dem Patienten. Wie zu sehen sein wird, ist das in [Fig. 12](#) dargestellte System ähnlich dem in [Fig. 11](#) dargestellten System, außer dass in ihm die Leitungen von der Mikroprozessorsteuerung **101** zu dem Sauerstoffmonitor **88**, dem Kompressor **13** und dem Motor **79** entfernt sind. In diesem System indiziert die Mikroprozessorsteuerung **101** einen gewünschten Fluss an Sauerstoff zu dem Patienten. Der Kompressor **13**, der Motor **79** und die Flusssteuerung **90** sind dann auf gewünschte Werte gesetzt, zum Beibehalten dieses

gewünschten Sauerstoffflusses. Der Sauerstoffmonitor **88** wird dann während der Betätigung des Systems abgelesen. Auf der Basis dieser Ablesung werden manuell bei dem Kompressor **13**, dem Motor **79** und der Flusssteuerung **90** Einstellungen vorgenommen, um die gewünschte oder vorgeschriebene Rate des Sauerstoffflusses zu dem Patienten zu erhalten. Diese Einstellungen können auf der Basis einer Nachschlagetabelle gemacht werden, die individuelle Werte für diese Parameter unter unterschiedlichen Bedingungen festsetzt.

**[0065]** Die in den [Fig. 10](#), [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) dargestellten Systeme können einen Anzeiger **100** zum Anzeigen aufweisen, wenn bestimmte Komponenten wie etwa der Kompressor **13** ausgetauscht werden müssen. Wie der Fachmann erkennen wird, kann die Betätigung der in den [Fig. 10](#), [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) dargestellten Systeme mit der Zeit aufgrund einer Anzahl von Faktoren schwächer werden. Diese schließen verschmutzte Filter, Kompressorverschleiß, Motorverschleiß und pneumatische Lecks mit ein. Die in den

**[0066]** [Fig. 10](#), [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) dargestellten Systeme kompensieren diese Systemschwächungen durch Erhöhen des Kompressorflusses, um die Reinheit/Konzentration des Sauerstoffs bei der gewünschten oder vorgeschriebenen Flussrate beizubehalten. Der Anzeiger **100** zeigt an, wenn die Geschwindigkeit oder andere variable Charakteristiken des Kompressors **13**, während sie durch den Anzeiger **100** erfasst werden, spezielle Granzwerte für die Rate des gewünschten oder vorgeschriebenen Fluidflusses übersteigen.

**[0067]** Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, kann die Öffnung **27** in jeder Säule **18** aus einem gegossenen elastomeren Material **110** wie etwa Gummi gebildet werden. Wenn der Druck von Sauerstoff, der durch die Öffnung **27** fließt, abnimmt, hat das elastomere Material **110**, das die Öffnung **27** definiert, eine abnehmende Durchbiegung. Dies reduziert die Größe der Öffnung **27** in jeder Säule **18**. Auf diese Weise wird die Öffnung **27** in jeder Säule **18** mit Abnahme des Drucks des Sauerstoffs geschlossen. Dies schafft eine Steigerung des Drucks in dem Fluid der Säule **18**. Dies ist wünschenswert bei niedrigen Raten von Sauerstofffluss zu dem Patienten, um die Sauerstoffkonzentration in dem Sauerstoffhaltetank auf einem Wert von zumindest neunzig Prozent (90%) zu halten. Durch Verkleinern der Größe der Öffnung **27** bei diesen niedrigen Flussraten steigt der Druck des Fluids in den Säulen **18** an. Die Konzentration des Sauerstoffhaltetanks **19** wird entsprechend auf einem Wert von zumindest neunzig Prozent (90%) beibehalten.

**[0068]** In der in den [Fig. 1–Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsform passieren die desorbierten Fluidkomponenten durch die Kammer **57** und den Abgasaus-

lass **58** in die Atmosphäre. Dies verursacht ein relativ lautes Geräusch, das jedes Mal erzeugt wird, wenn das desorbierte Fluid aus einer der Säulen **18** in die Kammer **57** und von der Kammer zu dem Abgasauslass **58** abgelassen wird. **Fig. 14** zeigt eine Anordnung zum signifikanten Reduzieren des Geräusches, das jedes Mal erzeugt wird, wenn das adsorbierte Fluid aus einer der Säulen **18** desorbiert wird.

**[0069]** Die in **Fig. 14** dargestellte Ausführungsform weist die Anschlussplatte **39**, den Rotorschuh **35** und den Verteiler **31** auf. Der Verteiler **31** hat eine Abdeckung **111**. Ein Lagerträger **112** ist geeignet an der Verteilerabdeckung **111** wie etwa durch Schrauben **114** angebracht. Ein Lagerschaft **116** ist innerhalb der Öffnung in dem Lagerträger **112** angeordnet und eine Kammer **118** ist zwischen dem Lagerträger **112** und dem Lagerschaft **116** angeordnet.

**[0070]** Der Lagerträger **112** und die Verteilerabdeckung **111** definieren eine Kammer **118**, welche relativ zu der Ausführungsform aus den **Fig. 1–Fig. 7** vergrößert ist. Das desorbierte Fluid von jeder Säule **18** passiert in die Kammer **118** und wird in der Kapselung zurückgehalten, da ein Abgasauslass korrespondierend zu dem Abgasauslass **58** in der in **Fig. 12** dargestellten Ausführungsform nicht bereitgestellt wird. Poröse Stopfen **120** sind in Öffnungen **122** in dem Lagerträger **112** angeordnet. Da das desorbierte Fluid in der Kammer **118** unter einigem Druck steht, wird es langsam in die Atmosphäre durch die porösen Stopfen **120** abgelassen.

**[0071]** Die Reduzierung der Geräusche bei der Betätigung des in **Fig. 14** dargestellten Systems resultiert aus einigen Faktoren. Ein Faktor ist das vergrößerte Volumen der Kammer **118** relativ zu der korrespondierenden Kammer **54** aus **Fig. 4**. Ein zweiter Faktor ist, dass das desorbierte Fluid in der Kammer **118** innerhalb der Kammer zurückgehalten wird und langsam durch die Stopfen **120** in die Atmosphäre abgelassen wird. Dies wird durch den Fakt ermöglicht, dass das desorbierte Fluid in der Kammer **118** nicht durch einen Ablass wie etwa den Ablass **58** in **Fig. 4** in die Atmosphäre abgelassen wird.

**[0072]** Der Fachmann wird erkennen, dass alle Merkmale dieser Erfindung in einem konventionellen Zwei-(2)-Säulensystem des Standes der Technik bereitgestellt werden kann. Ein derartiges konventionelles Zwei-(2)-Säulensystem ist in **Fig. 16** dargestellt. Es weist den Kompressor **13**, ein Verteilerventil **148**, ein Paar von Säulen **18**, die Öffnungen **27**, den Produkttank **19** und ein Steuerventil **150** zum Steuern der Rate auf, bei der der Sauerstoff- oder Argonfluss zu dem Verwender (z. B. dem Patienten) fließt.

**[0073]** Die Vorrichtung, die diese Erfindung konstituiert, hat einige wichtige Vorteile. Sie stellt eine gesteuerte und einstellbare Geschwindigkeit des Kom-

pressors **13** bereit, um die Flussrate von Sauerstoff zu einem Verwender (z. B. einem Patienten) einzustellen. Die einstellbare Steuerung der Kompressorgeschwindigkeit kann entweder auf einer Geschlossene-Schleife-Basis oder einer Offene-Schleife-Basis sein. Außerdem kann eine Anzeige bereitgestellt sein, ob die Kompressorgeschwindigkeit außerhalb eines normalen Bereiches von Werten eingestellt wurde, um einen vorgeschriebenen Fluss von Sauerstoff an einen Verwender (z. B. einen Patienten) mit einer erforderlichen Reinheit zu erhalten.

**[0074]** Die Vorrichtung dieser Erfindung hat auch weitere Vorteile. Da die Geschwindigkeit des Kompressors unter einen bestimmten Wert reduziert wird, wird die Konzentration des Sauerstoffs dazu tendieren, unter einen gewünschten Wert reduziert zu sein. Die Vorrichtung dieser Erfindung stellt eine Einstellung in der drehbaren Geschwindigkeit der Ventilverteilanordnung **21** in dem Fluidfraktionierer **20** bereit, um den Druck des Fluids in den Säulen **18** in dem Fluidfraktionierer **20** zu erhöhen. Die einstellbaren Öffnungen **27** am Auslass des Fluidfraktionierers **20** tendieren ebenfalls dazu, bei einer Abnahme des Drucks des Fluids in dem Fluidfraktionierer **20** zu schließen, wodurch der Druck des Fluids in den Säulen **18** in dem Fluidfraktionierer aufrecht erhalten wird.

**[0075]** Da die Geschwindigkeit des Kompressors **13** reduziert ist, ist das Geräusch reduziert, das durch den Kompressor erzeugt wird. Das Geräusch in dem Fluidfraktionierer **20** ist ebenfalls durch das Bereitstellen von porösen Stopfen **120** in dem Lagerträger **112** und durch Vergrößern der Größe der Kammer **118** signifikant reduziert. Auf diese Weise schaffen die desorbierten Komponenten in der Kammer **118** ein minimales Geräusch, wenn sie in die Kammer eintreten und wenn sie von der Kammer langsam in die Atmosphäre entweichen.

## Patentansprüche

1. Heimgrößen-Sauerstoffkonzentrator zum Entfernen von Sauerstoff aus Luft und zum Bereitstellen des Flusses dieses Sauerstoffs mit einer vorgeschriebenen Rate zu einem Verwender, wobei der Konzentratoren aufweist:

eine Mehrzahl von Säulen (**18**), wobei zumindest eine erste davon Stickstoff und andere Komponenten aus der Luft adsorbiert und den Sauerstoff in der Luft passieren lässt, und wobei zumindest eine zweite davon den Stickstoff und andere Komponenten desorbiert, die vorher in einer derartigen Säule adsorbiert wurden,

eine Variable-Geschwindigkeit-Dreh-Ventil-Anordnung (**21**) zum Bereitstellen der Auswahl von der zumindest ersten der Säulen (**18**) in der Mehrzahl von Säulen (**18**) und der zumindest zweiten der Säulen (**18**) in der Mehrzahl von Säulen (**18**) auf einer

zyklischen Basis, wobei die Variable-Geschwindigkeit-Dreh-Ventil-Anordnung (21) eine Geschwindigkeit hat, die entsprechend der Flusscharakteristiken des Kompressors (13) variiert werden kann, um den Luftdruck in den Säulen (18) zu regeln, einen Variable-Geschwindigkeit-Kompressor (13) zum Aufnehmen und unter Druck setzen der Luft und zum Einleiten der unter Druck gesetzten Luft in die zumindest erste der Säulen (18) in der Mehrzahl von Säulen (18) gemäß der Betätigung der Ventilanordnung (21), wobei der Variable-Geschwindigkeit-Kompressor (13) eine Geschwindigkeit hat, die entsprechend der gewünschten Sauerstoff-Flussrate variiert werden kann, einen Produkttank (19) zum Sammeln des Sauerstoffs, der durch die zumindest erste der Säulen (18) in der Mehrzahl von Säulen (18) passiert, und eine Steuervorrichtung (80) zum direkten Einstellen der Geschwindigkeit des Kompressors (13) und der Geschwindigkeit der Variable-Geschwindigkeit-Dreh-Ventil-Anordnung (21) auf die vorgeschriebene Flussrate für die Passage des Sauerstoffs durch die zumindest erste der Säulen (18) in der Mehrzahl von Säulen (18).

2. Der Konzentrator gemäß Anspruch 1, wobei der Variable-Geschwindigkeit-Kompressor (13) einen AC-Induktionsmotor mit einer variablen Frequenz/variablen Spannungszuführung, einen DC-Motor, einen Pole-Wechselnden-AC-Induktionsmotor oder einen AC-Motor mit fester Geschwindigkeit aufweist.

3. Der Konzentrator gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, wobei die Säulen (18) variable Öffnungen (27) aufweisen, die entsprechend den Flusscharakteristiken des Kompressors (13) variiert werden können, um den Druck in den Säulen (18) zu regeln.

4. Der Konzentrator gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, der ferner eine Anzeige (100) aufweist, um anzuzeigen, wenn die Flusscharakteristiken des Kompressors (13) außerhalb spezieller Grenzwerte sind.

5. Der Konzentrator gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Konzentrator eine Kammer (118) mit einem porösen Stopfen (120) aufweist, um desorbiertes Fluid langsam ohne pulsatile Pulse in die Atmosphäre abzugeben.

6. Ein Verfahren zum Entfernen von Sauerstoff aus Luft und Bereitstellen des Flusses dieses Sauerstoffs mit einer vorgeschriebenen Rate zu einem Verwender mit einem Heimgrößen-Sauerstoffkonzentrator gemäß Anspruch 1, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:  
unter Druck Setzen der Luft mit einem Variable-Geschwindigkeit-Kompressor (13),

Einleiten der Luft in eine Mehrzahl von Säulen (18) auf einer zyklischen Basis durch eine Variable-Geschwindigkeit-Dreh-Ventil-Anordnung (21), wobei in einer ersten von der Mehrzahl von Säulen (18) Stickstoff aus der Luft adsorbiert wird und der Sauerstoff hindurchpassiert, wobei in einer zweiten Säule von der Mehrzahl von Säulen (18) der Stickstoff desorbiert wird, Sammeln des Sauerstoffs in einem Produkttank (19), Einstellen der Flussrate des Sauerstoffs durch eine Steuervorrichtung (80) zum direkten Einstellen der Geschwindigkeit des Variable-Geschwindigkeit-Kompressors (13) entsprechend der gewünschten Sauerstoff-Flussrate, und Variieren der Geschwindigkeit der Variable-Geschwindigkeit-Dreh-Ventil-Anordnung (21) gemäß der Flusscharakteristiken des Variable-Geschwindigkeit-Kompressors (13), um den Fluidruck in der Mehrzahl von Säulen (18) zu regeln.

7. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, das ferner den Schritt des Variierens der variablen Öffnungen (27) in der Mehrzahl von Säulen (18) gemäß den Flusscharakteristiken des Kompressors (13) aufweist, um den Druck in der Mehrzahl von Säulen (18) zu regeln.

8. Das Verfahren gemäß Anspruch 6 oder 7, das ferner den Schritt des Bereitstellens einer Anzeige (100) aufweist, um anzuzeigen, wenn die Flusscharakteristiken des Kompressors (13) außerhalb spezieller Grenzwerte liegen.

9. Das Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 6 bis 8, ferner den Schritt des langsamen Desorbierens von Fluid ohne pulsatile Pulse an die Atmosphäre aufweisend.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

Stand der Technik

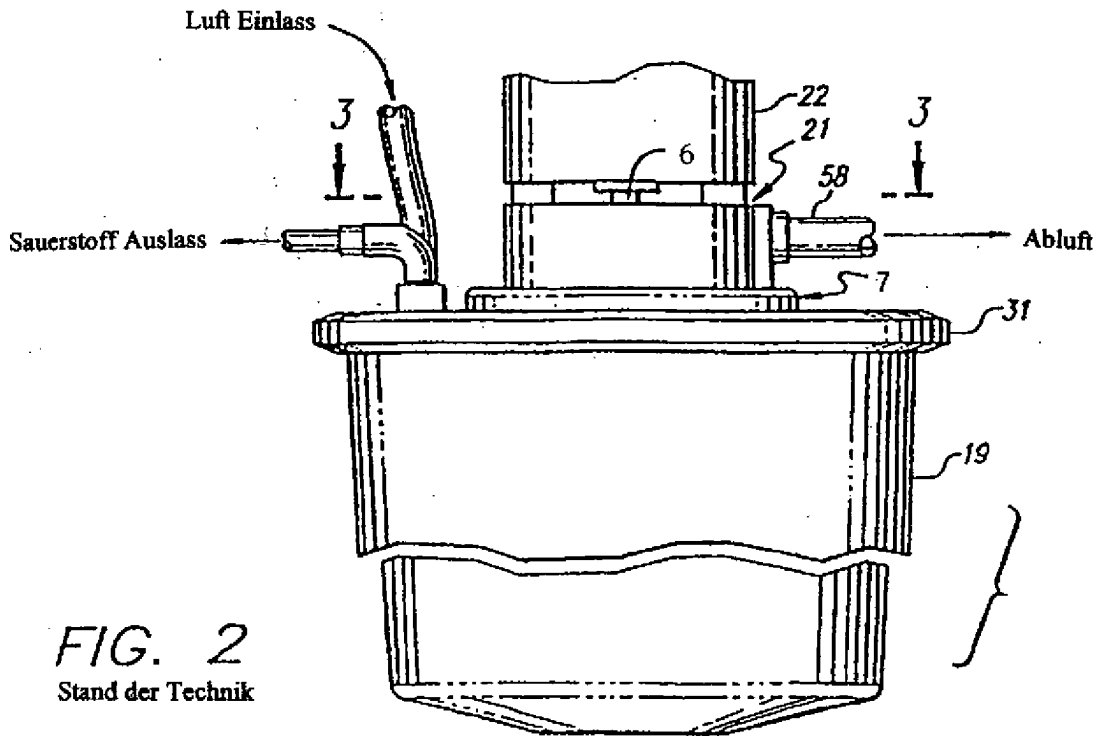
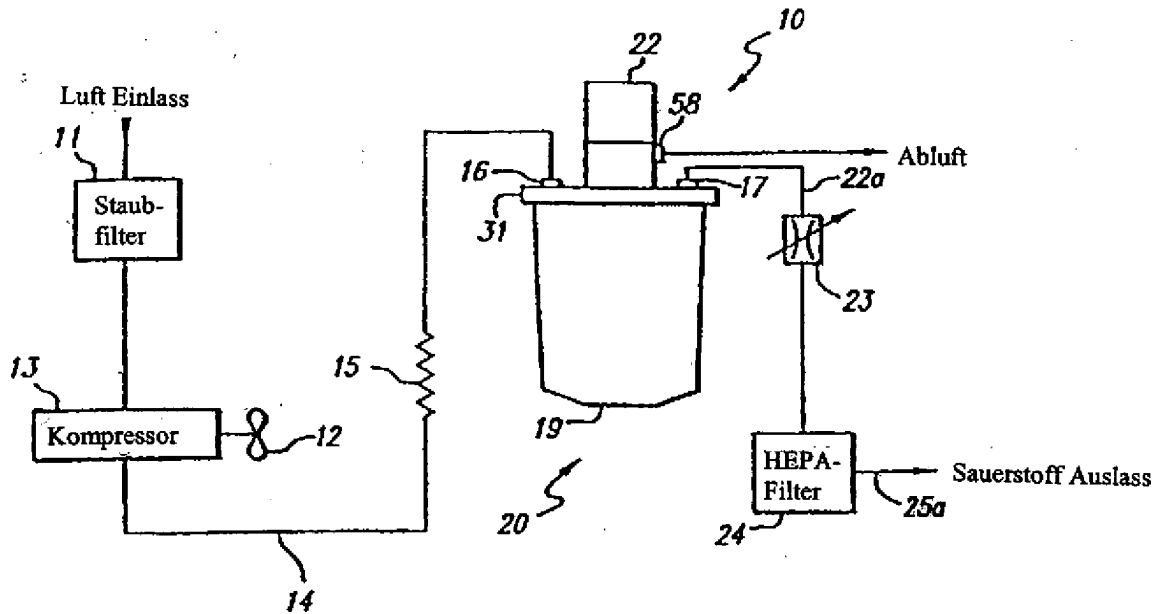


FIG. 2

Stand der Technik

FIG. 3

Stand der Technik

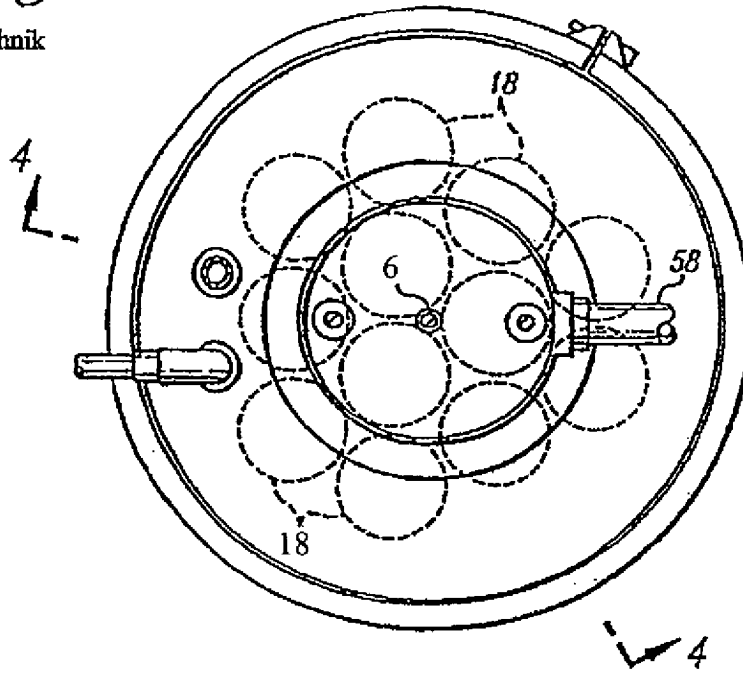


FIG. 13

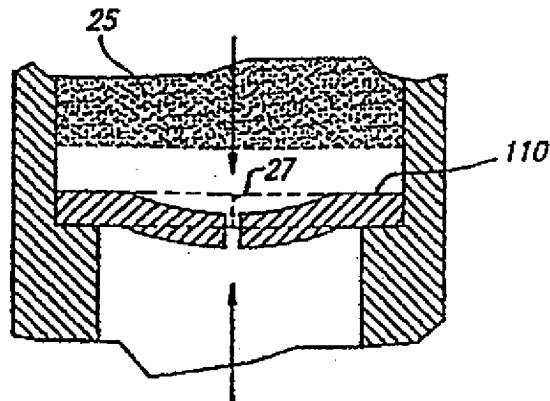
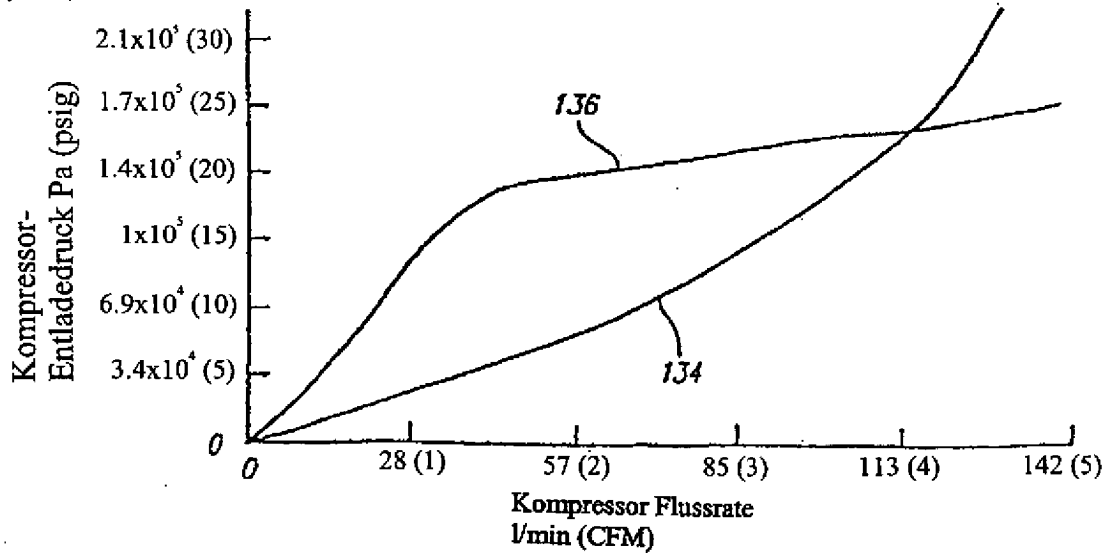


FIG. 17





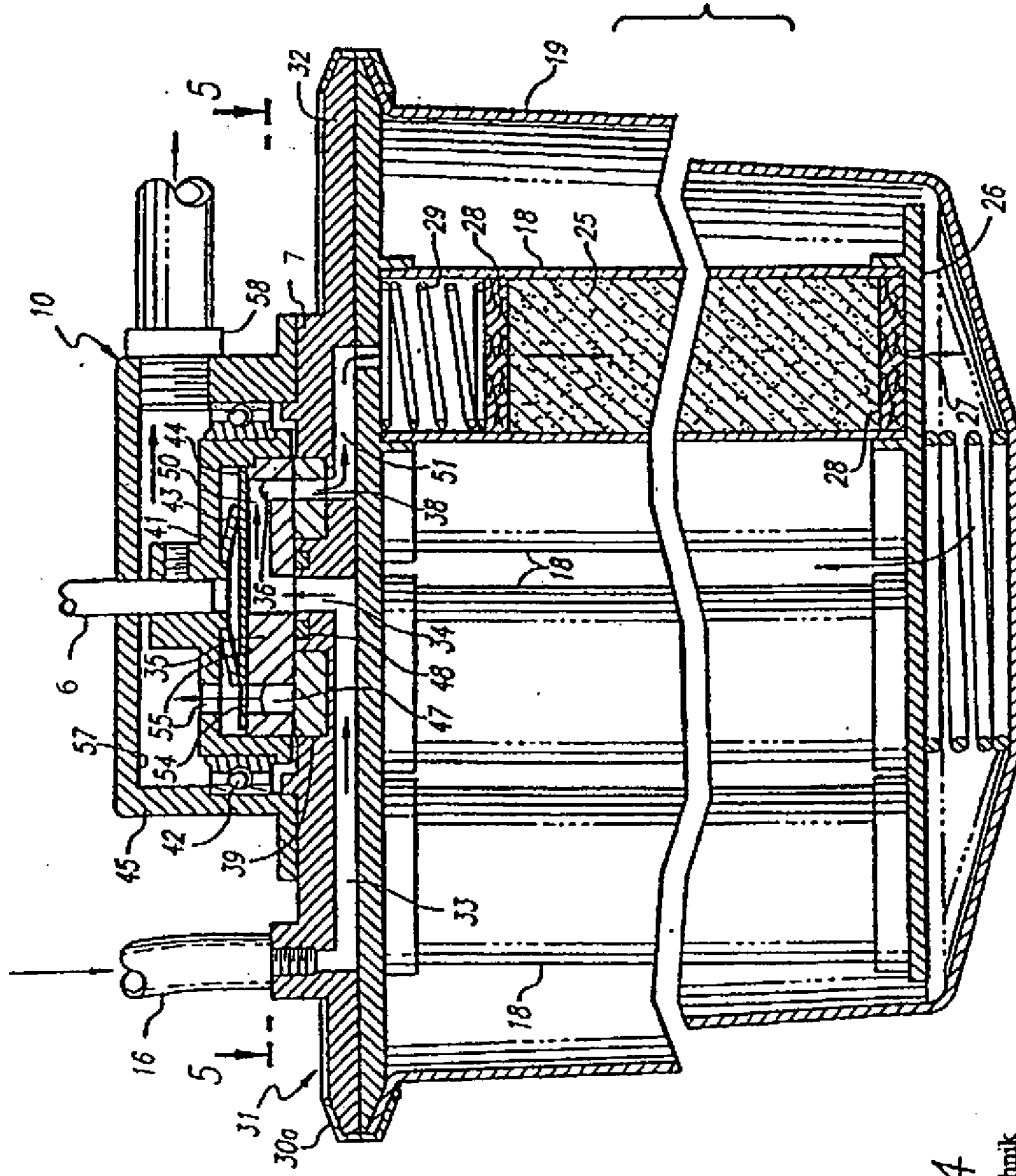


FIG. 4  
Stand der Technik

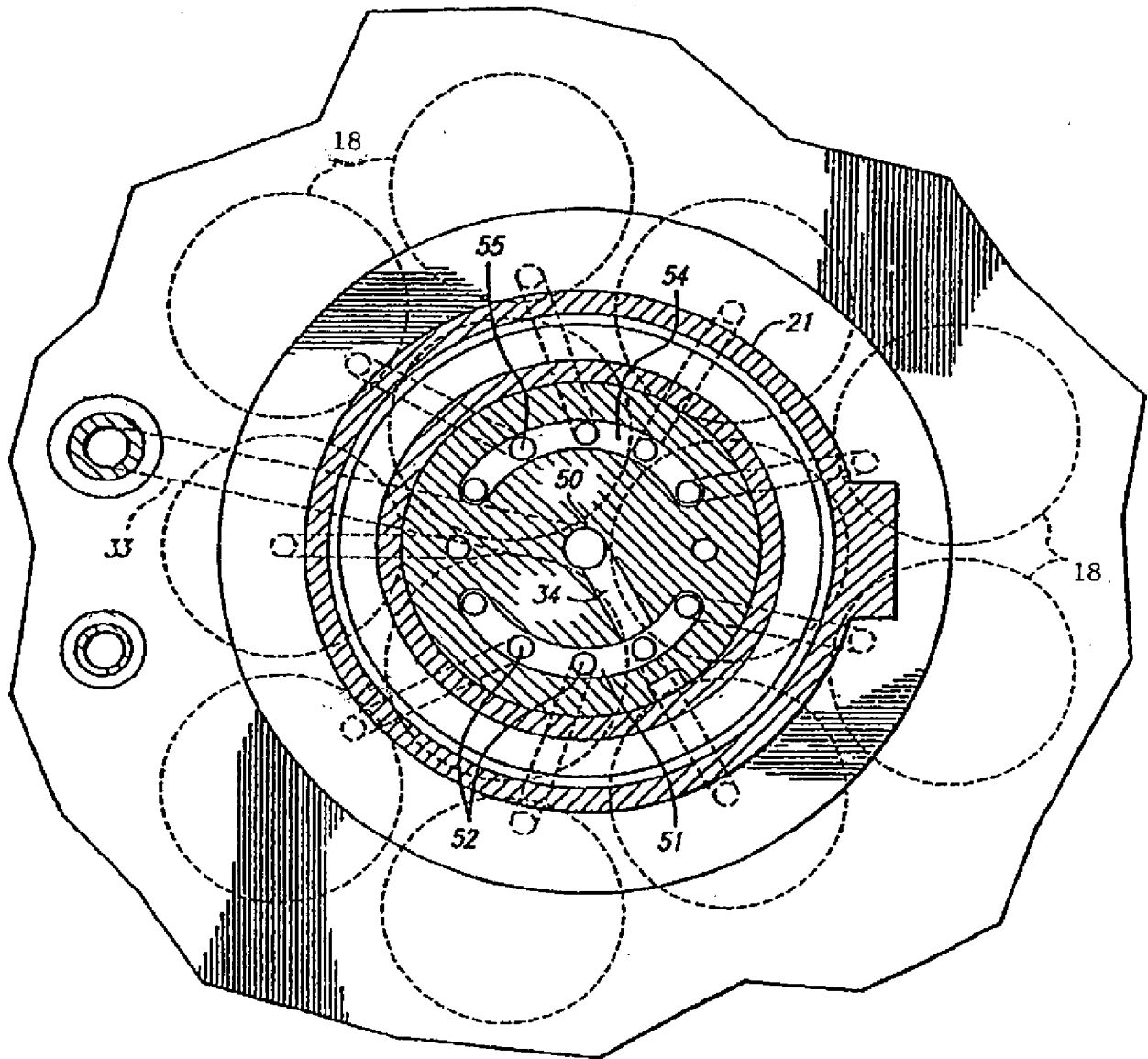


FIG. 5

Stand der Technik

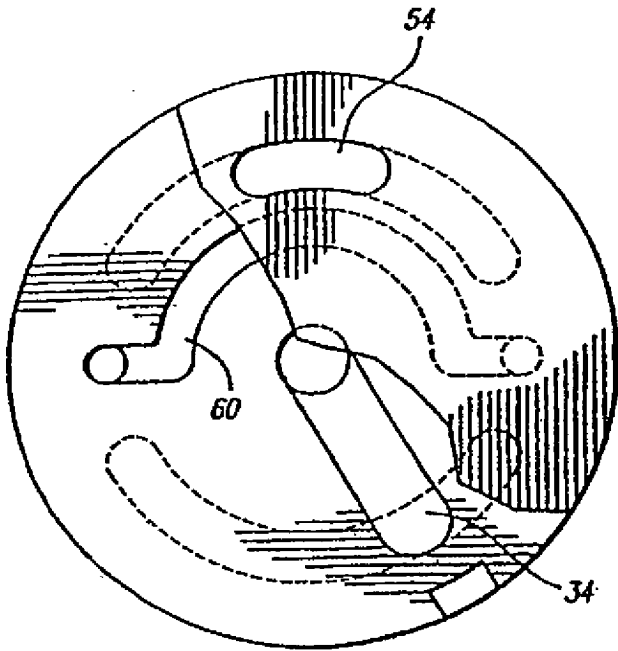


FIG. 6  
Stand der Technik

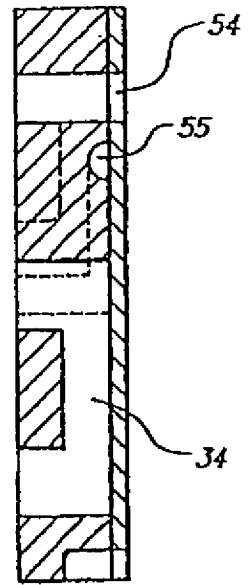


FIG. 7  
Stand der Technik

FIG. 8  
Stand der Technik

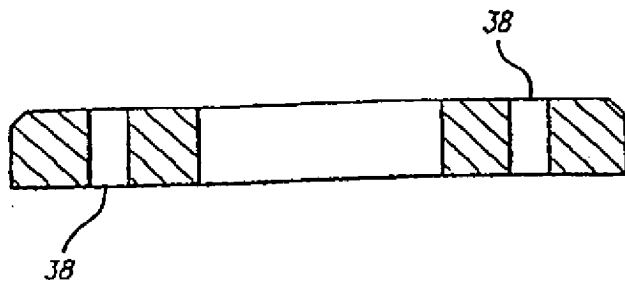
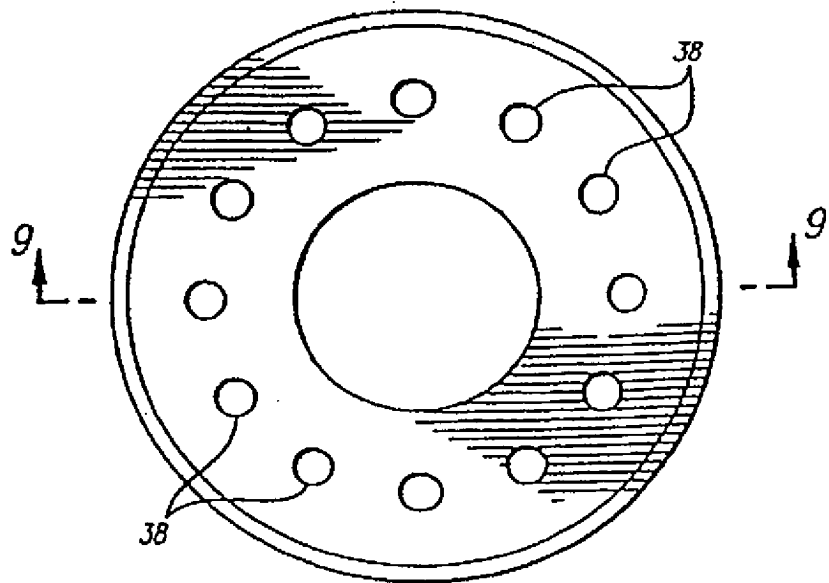


FIG. 9  
Stand der Technik

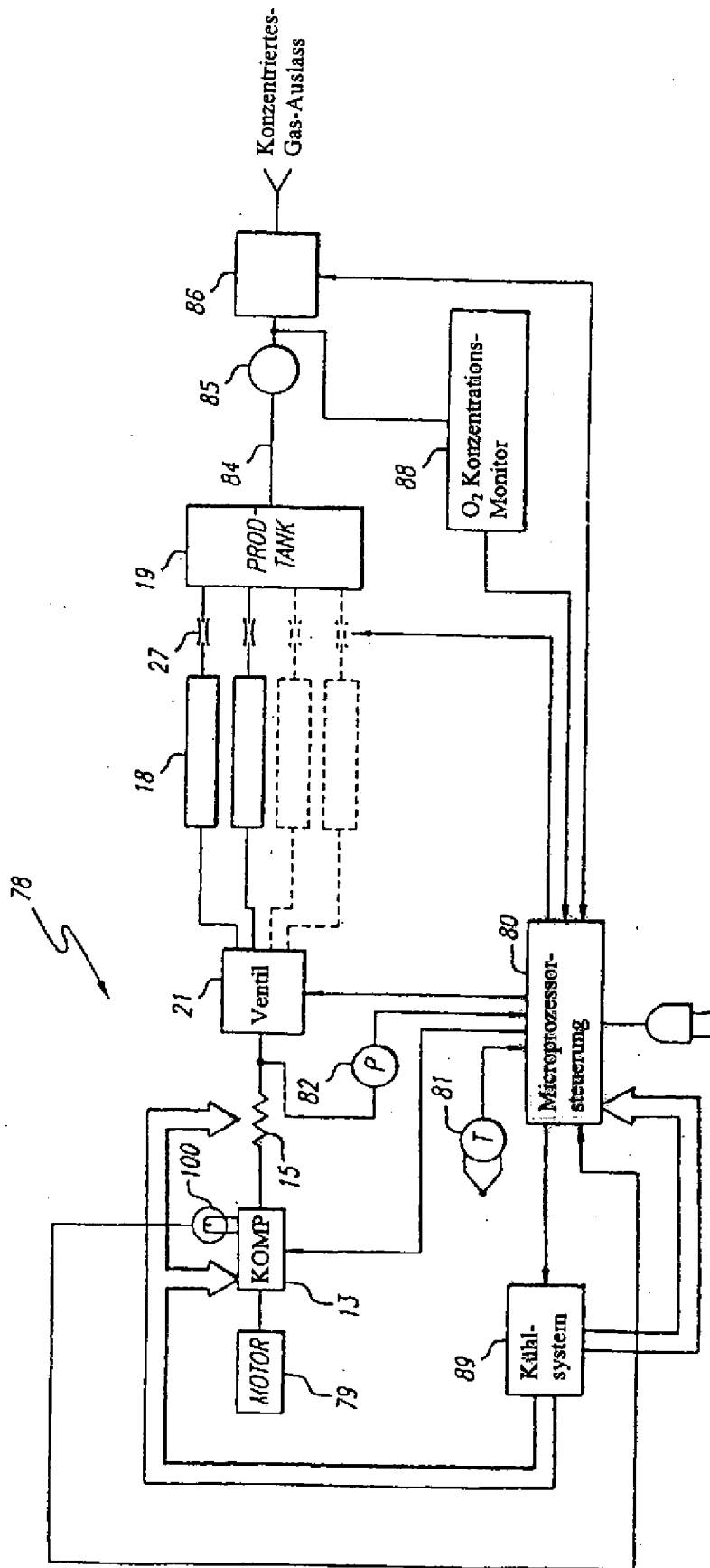


FIG. 10

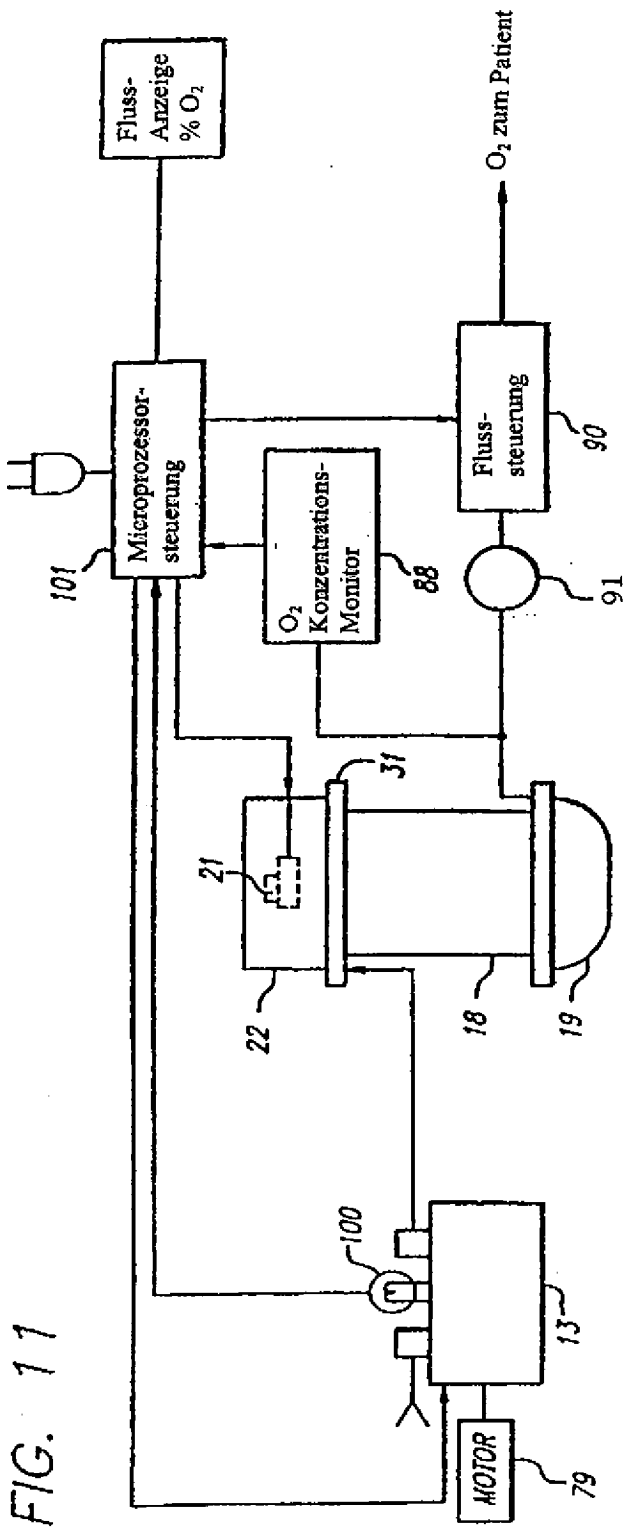


FIG. 11

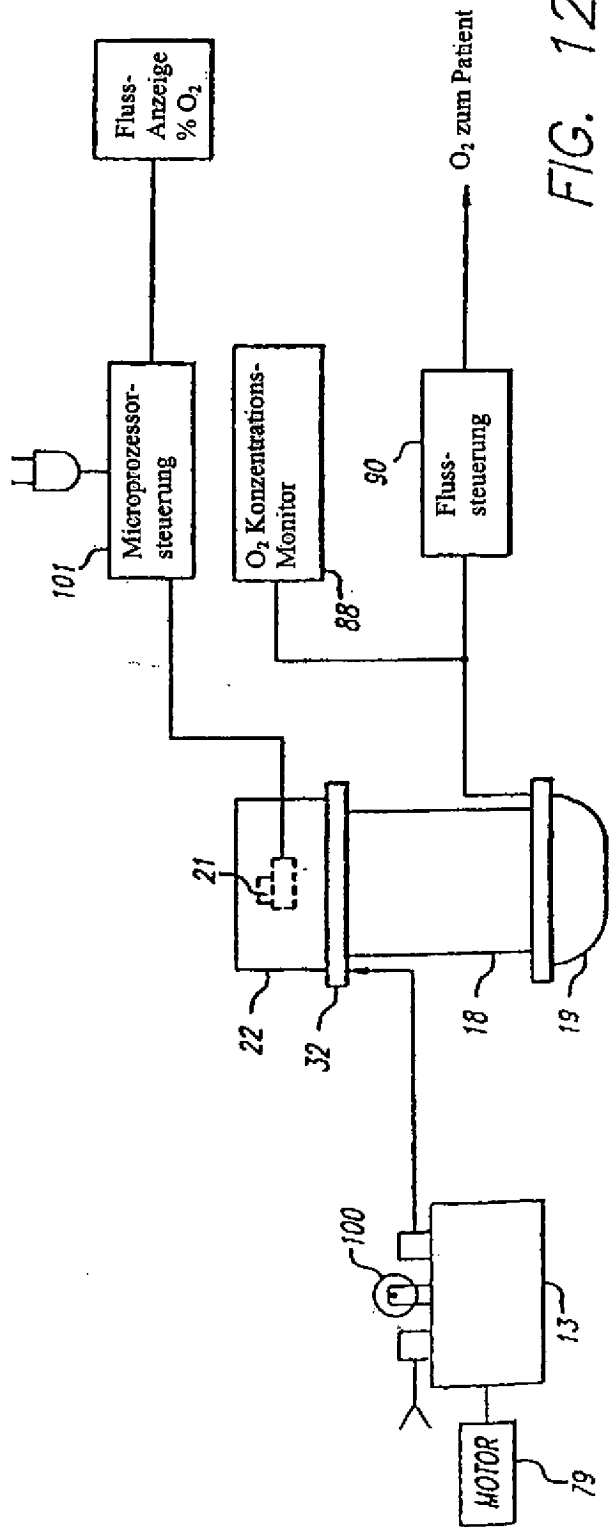


FIG. 12



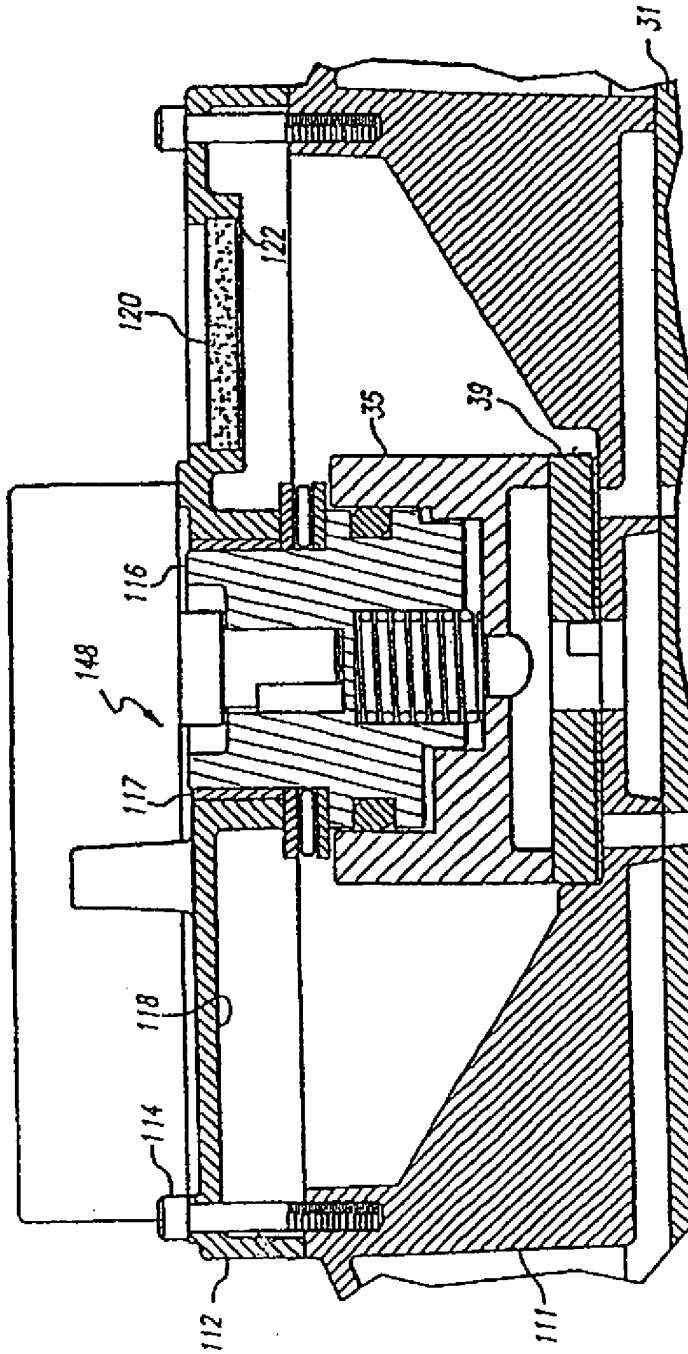


FIG. 14

FIG. 15

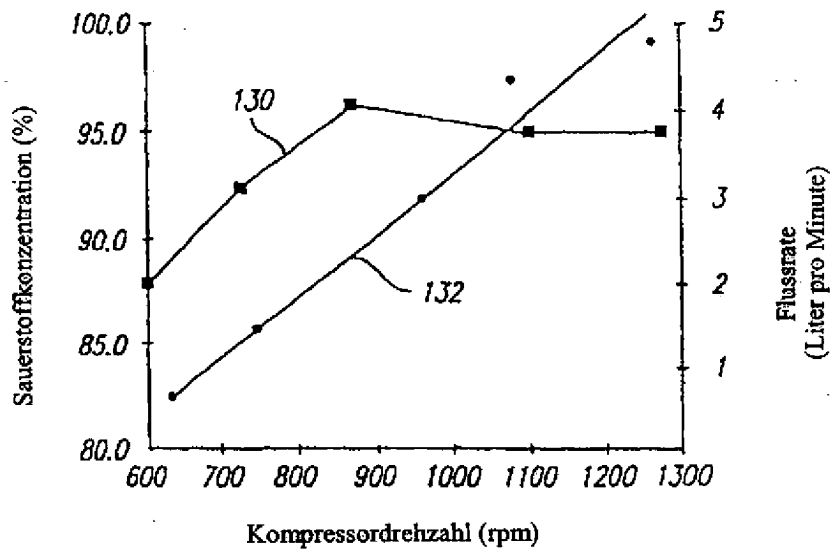


FIG. 16

Stand der Technik

