



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 19 469 T2** 2004.05.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 948 385 B1**

(51) Int Cl.7: **B01D 25/00**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 19 469.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/19282**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 948 271.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/016529**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.09.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **08.04.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.10.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **05.11.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.05.2004**

(30) Unionspriorität:

942063	01.10.1997	US
154442	16.09.1998	US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, SE

(73) Patentinhaber:

Invacare Corp., Elyria, Ohio, US

(72) Erfinder:

RICHEY, B., Joseph, Chagrin Falls, US;
GOERTZEN, G., Gerold, Brunswick, US

(74) Vertreter:

Fuchs, Mehler, Weiß & Fritzsche, 65201
Wiesbaden

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Komprimierung und Lagerung von Sauerstoff-angereichertem Gas**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung gemäß dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1. Eine solche Vorrichtung ist aus der EP-A-0 247 365 bekannt, in der ein Sauerstoffkonzentrator offenbart ist, der einen Sauerstoffkonzentrator-Produkttank, einen durch eine andere Leistungsquelle als das mit Sauerstoff angereicherte Gas betriebenen Kompressor und einen Hochdruck-Speicherbehälter umfasst.

[0002] Die bekannte Vorrichtung lehrt nur zwei Arten der Sauerstoffverwendung, wobei bei einer Art Sauerstoff einem Patienten und bei der anderen Sauerstoff einem Sammelbehälter zugeführt wird. Es ist keine Vorkehrung getroffen, um immer sicherzustellen, dass ein Patient mit Sauerstoff angereichertes Gas empfängt.

[0003] Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1.

[0004] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung können den anhängenden Ansprüchen entnommen werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0005] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm eines Sauerstoffkonzentrators zur Trennung von Sauerstoff aus einem Gasgemisch wie z. B. Luft;

[0006] **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm einer Vorrichtung und eines Verfahrens gem. der vorliegenden Erfindung zur Komprimierung von mit Sauerstoff angereicherter Luft und zur Zuführung derselben zu einem tragbaren Behälter;

[0007] **Fig. 3** ist ein Blockdiagramm der Vorrichtung und des Verfahrens der vorliegenden Erfindung zur Zuführung eines Teiles des angereicherten Gases mit einer gesteuerten Rate zu einem Patienten und eines anderen Teiles des angereicherten Gases zu einem Kompressor zur Hochdruckspeicherung in einem tragbaren Behälter;

[0008] **Fig. 4** ist ein Blockdiagramm der Vorrichtung und des Verfahrens eines anderen Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung für die Zuführung eines Teiles des angereicherten Gases mit einer gesteuerten Rate zu einem Patienten und eines anderen Teiles des angereicherten Gas zu einem Kompressor für die Hochdruckspeicherung in einem tragbaren Behälter;

[0009] **Fig. 5** ist eine schematische Darstellung eines Teiles eines Steuerschaltkreises für den Betrieb eines mehrstufigen Kompressors der vorliegenden Erfindung;

[0010] **Fig. 6** ist ein Schema des verbleibenden Teils des Steuerschaltkreises von **Fig. 5** zum Betrieb eines mehrstufigen Kompressors der vorliegenden Erfindung;

[0011] **Fig. 7** ist eine Seitenansicht der Kompressionsvorrichtung der vorliegenden Erfindung;

[0012] **Fig. 8** ist eine Draufsicht der Kompressionsvorrichtung der vorliegenden Erfindung;

[0013] **Fig. 9** ist eine Seitenansicht des oberen Teils der zweiteiligen Kolbenanordnung der vorliegenden Erfindung;

[0014] **Fig. 10** ist eine Seitenansicht des unteren Teils der zweiteiligen Kolbenanordnung der vorliegenden Erfindung;

[0015] **Fig. 11** ist eine Draufsicht auf ein alternatives Ausführungsbeispiel der Kompressionsvorrichtung der vorliegenden Erfindung;

[0016] **Fig. 12** ist eine Vorderansicht der alternativen Kompressionsvorrichtung gem. **Fig. 11**;

[0017] **Fig. 13** ist eine rückwärtige Ansicht der alternativen Kompressionsvorrichtung gem. **Fig. 11**;

[0018] **Fig. 14A** ist eine Teil-Draufsicht auf einen ersten Kolben der vorliegenden Erfindung;

[0019] **Fig. 14B** ist eine vergrößerte Teilansicht des zweiten Kolbens der vorliegenden Erfindung;

[0020] **Fig. 14C** ist eine vergrößerte Teilansicht des dritten Kolbens der vorliegenden Erfindung, und

[0021] **Fig. 15** ist ein Schema der elektrischen Schaltung der verschiedenen Schaltkreise zur Steuerung des Kompaktkompressors.

Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0022] Wenn auch ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unten beschrieben wird, so versteht es sich, dass die verschiedenen Aspekte und Parameter der vorliegenden Erfindung variieren und unterschiedlich sein können, wie z. B. der Druck und die Reinheit des mit Sauerstoff angereicherten Gases, das von einem Konzentrations-Produkttank austritt, der Druck, mit dem das angereicherte Gas dem Patienten zugeführt wird und seine Fließgeschwindigkeit; der Druck, der in einem Puffertank aufrechterhalten wird, der Druck, bei dem der Kompressor zuvor angereichertes Gas dem Puffertank entzieht, der Puffertank-Druck, bei dem der Kompressor abschaltet und Ähnliches. Während Bezug genommen wird auf einen speziellen Sauerstoffkonzentrator, wie dies unmittelbar nachstehend wiedergegeben wird, kann darüber hinaus allgemein irgendein Typ von Sauerstoffkonzentrator verwendet werden, der eine Quelle angereicherter Luft ergibt, die irgendwo zwischen ungefähr 50% Sauerstoff bis ungefähr 99% im Volumen enthält.

[0023] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** umfasst die Vorrichtung eine oder mehrere und vorzugsweise zwei Schichten **10** und **12**, die ein physikalisches Trennmedium bzw. Material enthalten. Das Trennmaterial adsorbiert eine oder mehrere adsorbierbare Komponenten, z. B. aus Luft, und reicht eine oder mehrere nichtadsorbierbare Komponente einer solchen Gasmischung hindurch. Das physikalische Trennmaterial kann ein Molekularsieb mit Poren gleicher Größe und im Wesentlichen den gleichen molekularen Abmessungen sein. Diese Poren adsorbieren

ren selektiv Moleküle gem. der molekularen Form, der Polarität, dem Sättigungsgrad und Ähnlichem. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das physikalische Trennmedium eine Aluminiumsilikat-Zusammensetzung mit Poren von 4 bis 5 Å (Angström). Insbesondere ist das Molekularsieb eine Natrium- oder Kalzium-Form von Aluminiumsilikat, wie z. B. Zeolit vom Typ 5A. Alternativ kann das Aluminiumsilikat ein höheres Silizium/Aluminium-Verhältnis, größere Poren und eine Affinität zu polaren Molekülen, z. B. den Typ 13X-Zeolit besitzen. Der Zeolit adsorbiert Stickstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserdampf und andere wichtige Komponenten der Luft.

[0024] Eine Umschalt-Ventileinrichtung **20**, die vorzugsweise ein Vierwege-Ventil **21** umfasst, verbindet selektiv und zyklisch das Einlassende der zwei Schichten während einer Produktionsphase mit einer Quelle der Gasmischung, z. B. Luft unter Druck, die von einem ersten Kompressor **22** (d. h. der Zuführkompressor) geliefert wird, während die andere Schicht während einer Spülphase in die Atmosphäre entlüftet wird. Spezifisch bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist, dass die Umschalt-Ventileinrichtung selektiv eine der Schichten in Fluid-Verbindung mit einer Luftpumpe oder einem Kompressor **22** verbindet, der Luft mit ungefähr 15 bis ungefähr 21 PSI liefert. So, wie es hier verwendet wird, bezieht sich „Fluid-Verbindung“ auf Mittel, die den Fluss der geeigneten Gase gestatten. Natürlich kann ebenfalls Vakuum während der Spülphase bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden, um die Evakuierung zu verbessern. Der Kompressor **22**, der Luft von dem Einlass **23** empfängt, ist mit einem ersten Antriebsmotor **25** verbunden, und zwar im bevorzugten Ausführungsbeispiel mit einem ¼-PS-Elektromotor. Eine Spule (nicht gezeigt) oder eine andere Umschaltventil-Betätigungseinrichtung veranlasst selektiv die Umschaltventil-Einrichtung zu einer alternativen Bewegung zwischen zwei Positionen. In der ersten Position ist die erste Schicht **10** mit dem Kompressor **22** verbunden, um eine Stickstoff-Adsorption und eine Sauerstoffanreicherung im Produktgas hervorzurufen, und die zweite Schicht **12** wird in die Atmosphäre entlüftet, um eine Evakuierung zu gestatten. In der zweiten Position wird die erste Schicht in die Atmosphäre entlüftet, um eine Evakuierung zu gestatten, und die zweite Schicht ist mit dem Luftkompressor verbunden, um eine Stickstoff-Adsorption hervorzurufen. Die Erfindung wird unter spezieller Bezugnahme auf eine Druck-Schwingsteuerung beschrieben. Sie ist jedoch genauso bei anderen Verfahren zur Fortschaltung des Gasflusses durch die Siebschichten anwendbar, wie z. B. einem System, das auf einem Zeittakt beruht.

[0025] Die Zusammensetzung des Gases in den Lücken des Zeolits variiert im Wesentlichen von einem reinen, primären Produktgas am Auslassende bis zur gasförmigen Mischzusammensetzung der Umgebung am Einlassende. Da die Gasmischung am Einlass zu einer adsorbierten, gasfreien oder regenerier-

ten Schicht eingeführt wird, wird eine Adsorptionszone von endlicher, relativ großer Form gebildet. Diese Adsorptionszone ist ein Bereich der Schicht, in dem die volle Kapazität des Adsorptionsmittel zum Speichern der adsorbierbaren Komponenten nicht erreicht worden ist. Diese Adsorptionszone bewegt sich vom Schichteinlass zu einem Schichtauslass mit einer Geschwindigkeit, die beträchtlich geringer ist als die Oberflächen-glas-Geschwindigkeit in der Schicht. Wenn die Adsorptionszone das Auslassende erreicht, beginnen adsorbierbare Komponenten durch den Schichteinlass in den nicht-adsorbierbaren, primären Produktstrom zu fließen. Dieser Zeitpunkt wird nachstehend als der „Durchbruch“ bezeichnet. Für eine vorgegebene gasförmige Zusammensetzung ist der Durchbruch definiert durch Größe und Konfiguration des Schichtbehälters sowie durch die Packungskonfiguration des Molekularsiebes und die Fließgeschwindigkeit des Schicht-Gasdrucks. Die Konfiguration der Schicht ist im Allgemeinen zylindrisch, und die Ausgangs-Volumenrate kann von ungefähr 0,1 bis 6 l/Min. variieren. Der Durchbruch ist die Zeit, die für die Diffusionsreaktion erforderlich ist, wenn sich der Stickstoff sättigt, und er hängt etwas mit der Siebschicht zusammen. Wenn der Durchbruch auftritt, variiert das primäre, mit dem Produkt angereicherte Schichtgas in den Zeolithlücken von einer höheren, primären Produktgaskonzentration am Schichtauslass bis zu einer niedrigeren Konzentration am Schichteinlass. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel liegt das primäre, durch das Produkt angereicherte Schichtgas bei ungefähr 80% des primären Produktes beim Durchbruch. Während die Adsorption in einer Schicht auftritt, werden die adsorbierbaren Komponenten, die durch das Trennmedium der anderen Schicht adsorbiert werden, aufgrund des Druckabfalls, der atmosphärischen Entlüftung und der Beeinflussung durch das relative reine Produktgas aus dem ersten Tank aus der anderen Schicht ausgespült.

[0026] Die erste Schicht **10** ist mit einem Reservoir oder einem Produkttank **30** über ein erstes Rückschlagventil **32** oder eine andere, in einer Richtung wirkende Ventileinrichtung verbunden. Das erste Rückschlagventil **32** gestattet dem primären Produktgas der ersten Schicht **10** über die Leitung **46** in das Reservoir oder den Produkttank **30** zu fließen, wenn der Produktgas-Druck in der ersten Schicht **10** den Druck des Produktgases im Reservoir oder dem Produkttank **30** übersteigt. Das erste Rückschlagventil hindert das Produktgas daran, vom Reservoir oder Produkttank **30** abzufließen, wenn der Druck in der ersten Schicht **10** geringer ist als der im Reservoir oder Produkttank. Speziell bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel legt das Rückschlagventil einen Vordruck von 1,5 PSI an, so dass ein Fluss nur gestattet wird, wenn der Druck in der ersten Schicht den Druck im Reservoir oder dem Produkttank um 1,5 PSI übersteigt. Die zweite Schicht **12** ist mit dem Reservoir oder dem Produkttank **30** mittels eines zwei-

ten Rückschlagventils **34** oder einer anderen, nur in einer Richtung wirkenden Ventileinrichtung verbunden. Das zweite Rückschlagventil **34** sieht erneut einen Fluss in eine Richtung des primären Produktgases von der zweiten Schicht **12** zum Reservoir oder dem Produkttank **30** vor.

[0027] Eine Druckausgleichs-Fließstrecke **40** erstreckt sich dem Auslass der ersten und zweiten Schichten. Ein Konzentrations-Ausgleichsventil **42** ist entweder geöffnet oder geschlossen, um selektiv den Gasfluss durch die Fließstrecke zwischen den ersten und zweiten Schichten zu gestatten oder zu verhindern. Eine Steuereinrichtung **50** veranlasst in regelmäßigen Abständen die Betätigung der Umschaltventil-Betätigungseinrichtung (d. h. der zwei Spulen) und des Konzentrationsausgleichsventils **42**. Die Steuereinrichtung gibt periodisch und zyklisch einen Konzentrationsausgleichsventil-Betätiger frei, der ebenfalls eine Spule ist.

[0028] Der Sauerstoffsensord **43** registriert die Sauerstoffkonzentration des Produktgases, und er kann im Produkttank **30** angeordnet sein. Der Sensor **43** übermittelt einen erfassten Wert zum Mikroprozessor (d. h. der Steuereinrichtung). In gleicher Weise registriert ein Drucksensord **45** den Druck im Produkttank und übermittelt diesen an den Mikroprozessor.

[0029] Die Steuereinrichtung veranlasst die Umschalt-Ventileinrichtung **21** zur Umschaltung zwischen ihrer ersten und ihrer zweiten Position für die geeignete Periode während jedes Segmentes des Zyklus'. Ein Zyklussegment kann entweder der Produktgas-Erzeugungszyklus oder der Spülzyklus sein. Die Zyklusdauer wird so ausgewählt, dass jede Schicht mit der Luftquelle für eine Zeitperiode verbunden ist, der Durchbruchzeit entspricht oder geringer ist. Der Mechanismus, der die Umschalt-Ventileinrichtung betätigt, kann auf dem Druck beruhen, wie z. B. einem Druck-Sollwert oder einem Sollwertbereich in der Entlüftungsleitung des Produkttanks, wie er bei einem auf einem Druck beruhenden Steuerzyklus verwendet wird, oder er kann strikt auf einer Verweilzeit der das Produkt erzeugenden Schicht beruhen, wie z. B. bei einem Steuerzyklus, der auf einem Zeittakt-Zyklus beruht. Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Steuerzyklus einen variablen Druck verwenden, um eine Verweilzeit innerhalb eines definierten Bereiches, basierend auf einer projektierten Durchbruchzeit zu erzielen. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel besitzen die Schichten einen Durchmesser von 3,5 Zoll und eine Länge von 15 Zoll, und jede enthält 6,5 Pfund 5A-Zeolit.

[0030] Die Gasmischung wird mit bis zu 21 PSI Druck der ersten Schicht zugeführt. Gleichzeitig wird die zweite Schicht (d. h. eine „benutzte“ Schicht) in die Atmosphäre entlüftet, um das Ausspülen der mit Stickstoff angereicherten Molekularsiebe zu veranlassen. Vor der Durchbruchzeit ist das Konzentrationsausgleichsventil geöffnet und gestattet dem primären, durch das Produkt angereicherten Gas aus

der ersten Schicht, in die evakuierte zweite Schicht zu fließen. Während der Konzentrationsausgleichsperiode wird eine Schicht evakuiert, und die andere hat gerade den Druck-Sollwert erreicht, der den Fluss zwischen den Schichten steuert. Der Fluss hat einen hohen Sauerstoffgehalt, so dass das erste Produkt, das über die Leitung **46** in den Produkttank fließt, im Wesentlichen Produktgas ist, das durch die Sauerstoffsichten erzeugt wird. Der Druck in der zweiten Schicht ist durch das mit dem Produkt angereicherten Gas so vorgegeben, dass die Siebschicht ausgespült wird. Bevor das durch das primäre Produkt angereicherte Gas von der ersten Schicht in die zweite Schicht evakuiert wird, wird die Umschalt-Ventileinrichtung **20** betätigt, so dass sie ihre Position umkehrt. Die Betätigung der Umschalt-Ventileinrichtung unterbricht die Zufuhr der gasförmigen Mischung zur ersten Schicht und fährt mit ihrer Evakuierung fort, gleichzeitig hört sie mit der Evakuierung der zweiten Schicht auf und fährt fort, sie mit der gasförmigen Mischung zu versorgen.

[0031] Nach der Betätigung der Umschalt-Ventileinrichtung verbleibt das Konzentrations-Ausgleichsventil **42** geöffnet, um einem mit dem Produkt angereicherten Gas den Fluss in zweite Schicht zu gestatten. Dies gleicht die Konzentration des Gases aus, das zu dem Produkttank geliefert wird, da der Zyklus so geschaltet ist, dass das Produktgas von der Durchbruchzone fortschreitet, um in den Produkttank zu fließen. Danach schließt sich das Konzentrations-Ausgleichsventil und beendet den Fluss des primären Produktgases zwischen den Schichten. Im zweiten Teil des Zyklus' erhöht der Druck in der zweiten Schicht die Annäherung an den Gasmischungs-Quellendruck. Gleichzeitig vermindert der Druck in der ersten Schicht die Annäherung an den atmosphärischen Druck. Bevor die sekundären Produktmoleküle die zweite Schicht durchlaufen haben, wird das Konzentrations-Ausgleichsventil **42** geöffnet und gestattet so dem primären, mit dem Produkt angereicherten Gas in den Zeolitlücken der zweiten Schicht, in die erste Schicht zu fließen. Während das primäre, mit dem Produkt angereicherte Gas zur ersten Schicht fließt, wird die Umschalt-Ventileinrichtung betätigt. Die Betätigung der Umschalt-Ventileinrichtung unterbricht die Evakuierung der ersten Schicht, fährt mit der Lieferung der gasförmigen Mischung fort und unterbricht gleichzeitig die Zuführung der gasförmigen Mischung zu der zweiten Schicht und fährt mit ihrer Evakuierung fort. Nach der Betätigung der Umschalt-Ventileinrichtung wird das Konzentrations-Ausgleichsventil geschlossen und beendet den Druck-Ausgleichsfluss des primären, mit dem Produkt angereicherten Gases zwischen den Schichten. Die Schritte werden zyklisch wiederholt, um die Fraktionierung des primären Produktgases aus der Mischung fortzusetzen.

[0032] Unter erneuter Bezugnahme auf die **Fig. 1** enthält in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel das Reservoir oder der Produkttank **30** einen Sauer-

stoffbehälter mit einem Mindestdruck von ungefähr 14 PSI. Das mit Sauerstoff angereicherte Gas enthält zwischen ungefähr 50 und ungefähr 99%, wahlweise ungefähr 70 bis ungefähr 98% und vorzugsweise zwischen ungefähr 84 bis ungefähr 96% Vol. Sauerstoff. Gemäß herkömmlicher Verfahren kann der Produkttank **30** an einen Druckregler (nicht gezeigt) angeschlossen werden, um den Druck des Sauerstoffes an einen Patienten zu steuern. Typischerweise wird ein Druck von 5 PSI verwendet. Ein Fließmesser (ebenfalls in **Fig. 1** nicht gezeigt) kann verwendet werden, um die Fließgeschwindigkeit zum Patienten z. B. zwischen ungefähr 0,1 und ungefähr 6 l/Min. zu begrenzen, wobei eine Fließgeschwindigkeit von ungefähr 3 l/Min. oftmals verwendet wird. Falls erwünscht, kann ein Befeuchter (nicht gezeigt) dem mit Sauerstoff angereicherten Gas Feuchtigkeit zufügen. Das Gas wird über eine Röhren- und Atmungsrichtung an den Patienten abgegeben, die in dessen Nasenlöcher eingesetzt werden kann.

[0033] Gemäß anderen Konzepten der vorliegenden Erfindung kann mit Sauerstoff angereichertes Gas von einem Sauerstoffkonzentrator, wie er z. B. zuvor beschrieben wurde, in vielfältiger Weise einem Kompressor zugeführt werden, wo es auf einen sehr hohen Druck verdichtet und in einem tragbaren oder beweglichen Behälter, wie z. B. einem Gaszylinder, gespeichert wird.

[0034] In dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 2** wird das gesamte, mit Sauerstoff angereicherte Gas einem Kompressor zugeführt. Ein Konzentrator (nicht gezeigt, aber als solcher zuvor beschrieben), besitzt einen Produkttank **30** für mit Sauerstoff angereichertes Gas, in dem der Druck von ungefähr 14 bis ungefähr 21 PSI variieren kann. Das mit Sauerstoff angereicherte Gas wird darin über die Leitung **201** einem Durchflussmesser **210** mit dem Druck des Konzentratortankes zugeführt, der von ungefähr 14 bis ungefähr 21 PSI reicht. Der Durchflussmesser **210** steuert die Fließgeschwindigkeit des mit Sauerstoff angereicherten Gases, das über die Leitung **211** dem Puffertank **220** zugeführt wird, wobei der Gasdruck in diesem von ungefähr 14 bis ungefähr 21 PSI reichen kann. Über die Leitung **221** wird das vorherrschende Sauerstoffgas dem Kompressor **100** zugeführt. Der Kompressor **100** verdichtet in einer unten beschriebenen Weise das mit Sauerstoff angereicherte Gas auf einen Druck von ungefähr 2.250 PSI und speichert es in einem beweglichen oder tragbaren Zylinder **500**. In Abhängigkeit von der Entnahmegeschwindigkeit des mit Sauerstoff angereicherten Gases durch den Kompressor kann der Zuführungsdruck zu diesem von 21 PSI abwärts bis zu einem vorbestimmten Abschaltdruck von z. B. ungefähr 5 oder 7 PSI reichen, woraufhin der Kompressor automatisch durch einen Drucksensorschalter abgeschaltet wird.

[0035] Die **Fig. 3** und **4** beziehen sich auf Ausführungsbeispiele, bei denen mit Sauerstoff angereicherte Luft von dem Produkttank **30** des Sauer-

stofferzeugers auf verschiedene Arten in erwünschter Weise einem Puffertank des Kompressors zugeführt wird, aber bezüglich der Sauerstoffkonzentration und/oder eines ausreichenden Druckes mit Vorrang versehen wird. Zum Beispiel kann die Zuführungsrate zu einem Patienten zwischen 0,1 und 6 l/Min. bei einem Druck von einem vorbestimmten Wert von z. B. 5 PSI variieren, wobei das verbleibende mit Sauerstoff angereicherte Gas im Allgemeinen mit einem anderen Druck dem Puffertank zugeführt wird. Der Puffertank kann im Allgemeinen einen weiten Druckbereich aufweisen, z. B. zwischen 14 und 21 PSI. Wie jedoch bezüglich **Fig. 2** erwähnt, kann in Abhängigkeit von der Entnahmegeschwindigkeit des Gases im Puffertank durch den Kompressor der Druck desselben auf einen vorbestimmten Abschaltdruck von z. B. 7 PSI abfallen, der höher ist als der Druck des Gases, das dem Patienten zugeführt wird, um einen geeigneten Fluss des mit Sauerstoff angereicherten Gases zum Patienten sicherzustellen.

[0036] Bezugnehmend auf das Ausführungsbeispiel von **Fig. 3** gibt ein 5-PSI-Regler **210** mit Sauerstoff angereichertes Gas vom Produkttank **30** in die Fließleitung **220** ab und führt dasselbe dem Durchflussmesser **230** zu, der daraufhin das mit Sauerstoff angereicherte Gas an den Patienten mit einer vorbestimmten Fließgeschwindigkeit von 0,6–6 l/Min. abgibt. Wahlweise kann der Durchflussmesser geschlossen sein, so dass der gesamte angereicherte Sauerstoff dem Kompressor zugeführt wird. Gas, das nicht dem Patienten zugeführt wird, wird über die Leitung **240** einem Zweiwegeventil **250** zugeführt. Ein sehr kleiner Teil des Gases in der Leitung **220** wird über die Leitung **260** und die Drossel **262** dem Sauerstoffsensoren **265** zugeführt, der feststellt, ob die Konzentration des Sauerstoffs einen vorbestimmten Wert von z. B. wenigstens 84% aufweist oder nicht. Wenn der Sauerstoffsensoren eine Konzentration bei oder oberhalb der vorbestimmten Pegels feststellt, wird das Zweiwegeventil **250** geöffnet und gestattet dem mit Sauerstoff angereicherten Gas, durch die Leitung **270** in den Puffertank **200** zu fließen, in dem der Druck im Wesentlichen der Gleiche ist wie der Druck in dem Sauerstoff-Produkttank. Sollte jedoch der Sauerstoffsensoren keine geeignete Sauerstoffkonzentration feststellen, so wird das Zweiwegeventil **250** geschlossen, so dass der Sauerstoffkonzentrator eine ausreichende Sauerstoffkonzentration aufbauen kann. Diese Anordnung versieht den Fluss des mit Sauerstoff angereicherten Gases mit Vorrang, so dass sichergestellt wird, dass der Patient ein Gas empfängt, das eine minimale Sauerstoffkonzentration aufweist. Der Puffertank **200** kann einen Regler **280** besitzen, der im Allgemeinen auf 12 PSI eingestellt ist, um erforderlichenfalls das mit Sauerstoff angereicherte Gas dem Kompressor zuzuführen. Alternativ kann der Druckregler auf irgendeinen Wert zwischen ungefähr 13 und ungefähr 21 PSI eingestellt sein. Die Drossel **290** steuert die Fließgeschwindigkeit des Gases vom Puffertank zum Kompressor.

Sollte der Kompressor den Druck im Puffertank unterhalb eines vorbestimmten Wertes abfallen lassen, wird ein Drucksensor (nicht gezeigt) automatisch den Gasfluss bei einem Druck oberhalb des Gasdruckes abschalten, das dem Patienten zugeführt wird. Diese Priorisierung stellt sicher, dass der Patient Priorität in Bezug auf das mit Sauerstoff angereicherte Gas erhält.

[0037] Das Ausführungsbeispiel von **Fig. 4** gibt das mit Sauerstoff angereicherte Gas über einen Regler **300** für 14 bis ungefähr 18 PSI in die Fließleitung **305**, die eine Fließraten-Drossel **307** besitzt. Der Fluss wird sodann aufgespalten, wobei ein Teil über die Leitung **310** über den 5-PSI-Regler **320** und in den Durchflussmesser **330** verläuft, sodann das Gas an den Patienten mit einer erwünschten Fließgeschwindigkeit von im Allgemeinen 0,1 bis 6 l/Min. richtet, obgleich wahlweise der Durchflussmesser geschlossen werden kann. Der restliche Teil des Gases wird über die Leitung **340** dem Zweiwegeventil **350** zugeführt. Ein kleiner Teil des Gases, das zum Patienten geht, wird über die Leitung **365** und die Fließdrossel **367** dem Sauerstoffsensoren **360** zugeführt. Wie in **Fig. 3** ist der Sauerstoffsensoren auf einen vorbestimmten Wert, wie z. B. einer Konzentration von 84%, eingestellt, so dass im Falle, dass der Pegel nicht erreicht wird, das Zweiwegeventil **350** über die elektrische Leitung **355** geschlossen wird. Dieser Gesichtspunkt gestattet es, die Sauerstoffmenge im Konzentratortank durch die Sauerstoffeinheit zu erhöhen. Der gleiche Gesichtspunkt versieht die Sauerstoffkonzentration mit Vorrang, um sicherzustellen, dass der Patient eine wenigstens dem voreingestellten Mindestwert entsprechende Sauerstoffmenge enthält. Wenn die Sauerstoffkonzentration ausreichend ist, fließt das Gas durch das Zweiwegeventil **350** in die Leitung **370** und in den Puffertank **200**, wo es im Allgemeinen bei einem Druck von ungefähr 14 bis 18 PSI gespeichert wird. Ein Überdruckventil **385**, das auf einen beliebigen Wert, wie z. B. 14 PSI, eingestellt sein kann, stellt sicher, dass Gas unter ausreichendem Druck dem Puffertank zugeführt wird. Das mit Sauerstoff angereicherte Gas wird dem Kompressor über die Leitung **380** zugeführt. Sollte der Kompressor schneller Gas entnehmen, als es durch den Puffertank aufgenommen wird, so wird der Druck in diesem abfallen. Ein Druck-Sensorschalter (nicht gezeigt) kann auf einen vorbestimmten Wert (z. B. ungefähr 7 PSI) eingestellt werden, um sicherzustellen, dass dem Patienten ein ausreichender Gasfluss zugeführt wird. Der vorbestimmte Abschaltedruck des Kompressor liegt immer über dem Druck des Gases, das dem Patienten zugeführt wird. Das Ausführungsbeispiel von **Fig. 4** wird bevorzugt.

[0038] Während die obige Beschreibung wie sie anhand der **Fig. 2, 3 und 4** veranschaulicht wird, im Allgemeinen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt, versteht es sich, dass es modifiziert werden kann. Zum Beispiel muss der Sauerstoff-Produkttank **30** nicht verwendet wer-

den. Stattdessen kann die mit Sauerstoff angereicherte Luft von einem Sauerstoffkonzentrator, wie er z. B. in **Fig. 1** gezeigt wird, dem Puffertank über die gezeigten und beschriebenen Fließleitungen der verschiedenen Ausführungsbeispiele zugeführt, wie sie in den **Fig. 2, 3 und 4** wiedergegeben sind. Dementsprechend wird die mit Sauerstoff angereicherte Luft getrennt, wobei eine Komponente dem Patienten zugeführt wird und die andere dem Puffertank. Die entweder durch eine minimale Sauerstoffkonzentration oder einen ausreichenden Druck im Puffertank erreichte Priorisierung des mit Sauerstoff angereicherten Gases bezüglich des Patienten, wird allgemein weiterhin verwendet. Alternativ kann ein Produkttank **30** für angereicherter Sauerstoff verwendet werden, und der Puffertank kann wahlweise entfallen. Mit anderen Worten: Der angereicherte Sauerstoff kann vom Produkttank über eine Komponente dem Patienten zugeführt werden und über eine zweite Komponente und die gezeigte Fließleitung dem Kompressor. In diesem Fall wird die Priorisierung des gewünschten Flusses und der Sauerstoffkonzentration an den Patienten wie zuvor beschrieben aufrechterhalten, wobei dies bezüglich des Pegels der Sauerstoffkonzentration oder eines geeigneten Druckes geschieht, der dem Kompressor zugeführt wird.

[0039] Bezugnehmend nunmehr auf die Kompressoranordnung **100**, wie sie in den **Fig. 7 und 8** gezeigt ist, wird im Allgemeinen ein elektrischer Wechselstrom-Antriebsmotor **105** verwendet, der mit irgendeiner gewünschten Geschwindigkeit von z. B. 1.700 U/Min. rotieren kann. Der Motor **105** kann ein Gebläse (nicht gezeigt) entweder im Motorgehäuse selbst oder in unmittelbarer Nähe dazu enthalten, um Luft durch den Motor zu ziehen und diesen zu kühlen. Leistung wird vom Motor über die Welle **106** auf das Antriebsrad **107** übertragen. Wünschenswerterweise besitzt das Antriebsrad mehrere Nuten, um einen V-Riemen, z. B. als Hauptantriebsriemen **109**, aufzunehmen. Solche Riemen sind allgemein mit Fasern verstärkt und besitzen eine lange Lebensdauer. Der Hauptantriebsriemen **109** ist mit einem Hauptzahnrad **110**, das mehrere Nuten **113** in sich aufweist. Die Anzahl der Umfangsnuten **113** sowie die Größe und die Platzierung derselben stimmt mit den Nuten des Antriebsrades **107** überein, und sie greifen passend in mehrere Ansätze, die auf dem Hauptantriebsriemen **109** angeordnet sind. Von dem Hauptzahnrad **110** erstreckt sich ein versetztes Nabenzahnrad **114**, das einen sehr viel kleineren Durchmesser hat als das Hauptzahnrad **110**. Das Nabenzahnrad **114** besitzt ebenfalls Nuten **115**, um einen sekundären Antriebs-V-Riemen **122** aufzunehmen. Ein zweites oder sekundäres großes Zahnrad **116** besitzt Nuten auf seinem Umfang, die passend in den sekundären Antriebs-V-Riemen **122** eingreifen. Das versetzte Nabenzahnrad **114** kontaktiert über den sekundären V-Antriebsriemen **122** das sekundäre Zahnrad **116** und treibt es an. Dieses ist seinerseits mit der Kurbelwelle **130** verbunden.

[0040] Durch die Verwendung der zwei großen Zahnräder **110** und **116** wird eine doppelte Untersetzung erzielt, so dass die Rotationsgeschwindigkeit der Kurbelwelle **130** eine erwünschte, niedrige Geschwindigkeit von z. B. ungefähr 50 U/Min. aufweist. Beide Antriebsriemen **109** und **122** besitzen einen federbelasteten Spannarm **125** und **127**, der eine geringe Spannung anlegt. Die tatsächliche Zugspannung des ersten Riemens kann ungefähr **20** Pfund betragen, während die Spannung am zweiten Riemen ungefähr **100** Pfund betragen kann.

[0041] Der mehrstufige Kompressor der vorliegenden Erfindung kann irgendeine Anzahl von Kolben aufweisen, besitzt aber im vorliegenden Ausführungsbeispiel drei Kolben. Wie in **Fig. 8** gezeigt, sind zwei Kolben, d. h. der erste und der dritte, auf den gleichen Kurbelwellennocken angeordnet, während der zweite Kolben auf einem anderen Nocken angeordnet ist, der um 180 Grad gegen den ersten und dritten versetzt ist. Der Grund hierfür liegt darin, dass die Kolben 1 und 3 Luft ansaugen, wenn der zweite Kolben Luft komprimiert und umgekehrt. Obgleich nicht gezeigt, kann eine Kurbelwelle verwendet werden, die drei Nocken auf sich aufweist, wobei jeder gegenüber dem anderen um ungefähr 110 Grad bis 130 Grad, z. B. ungefähr 120 Grad, versetzt ist, um den Drehmomentwiderstand auf ein Minimum zu bringen, der während des Kompressionshubs an den Motor angelegt wird.

[0042] Der Kompressor der vorliegenden Erfindung besitzt drei Kolben, d. h. den Kolben Nr. 1 (**131**), den Kolben Nr. 2 (**133**) und den Kolben Nr. 3 (**135**). Jeder Kolben ist in einem getrennten Zylinder enthalten, und somit ist der Kolben Nr. 1 innerhalb des 1. Zylinders (**132**) enthalten, der zweite Kolben ist im 2. Zylinder (**134**) enthalten und der dritte Kolben ist im 3. Zylinder (**136**) enthalten. Während der Durchmesser des Kopfes **140** des ersten Kolbens ungefähr dem Durchmesser des Basisteiles des Kolbens entspricht, wie es in den **Fig. 8** und **9** gezeigt wird, ist der Durchmesser des Kopfes des Kolbens Nr. 2 (**133**) kleiner als der des Kolbens Nr. 1, und der Durchmesser des Kopfes des Kolbens Nr. 3 (**135**) ist kleiner als der Durchmesser des Kolbens Nr. 2 (**133**). Die Basis eines jeden Kolbens **131B**, **133B** und **135B** besitzt jedoch aus Gründen, die unten aufgeführt werden, die gleiche Größe. Um die Kolben Nr. 2 und Nr. 3 einen geeigneten Betrieb zu gestatten, enthält jeder eine Ringhülse **134S** und **136S** auf der Innenseite der Zylinderwand, deren Innendurchmesser ungefähr dem Außendurchmesser der Kolbenköpfe Nr. 2 und Nr. 3 entspricht.

[0043] Unabhängig von der Größe des Kolbenkopfes besitzt er zwei Ringe, wie allgemein in **Fig. 9** angezeigt. Da die Ringe aller drei Kolbenköpfe allgemein die Gleichen sind, ist nur der erste Kolben in **Fig. 9** gezeigt. Der Kolbenkopf besitzt zwei Ringnuten oder Ausnehmungen in sich, d. h. eine obere Kolbennut **141** und eine untere Kolbennut **144**. Die obere Kolbennut enthält eine U-förmige Dichtung, die im

Allgemeinen aus einer Teflon[®]-Legierung oder einem anderen Material mit geringer Reibung hergestellt ist. Die Dichtung enthält einen Schrauben-Spannfeder **143**, die die Dichtung radial nach außen gegen die Zylinderwand drückt, um komprimierte Luft daran zu hindern, durch den Kolbenkopf zwischen dem Kolben und der Zylinderwand zu entweichen. Um ebenfalls die Aufrechterhaltung einer guten Abdichtung sicherzustellen, ist die Dichtung **142** U-förmig, so dass beim Aufbau des Druckes im Zylinderkopf das komprimierte Gas mit der Dichtung in Verbindung steht und in diese eintritt und die Außenkante derselben radial nach außen gegen die Zylinderwand drückt. Die untere Ringnut **144** des Kolbenkopfes enthält einen flachen oder vertikalen Gleitring **145**, der sich um die Ringnut erstreckt und durch eine darin angeordnete Schrauben-Spannfeder **146** ebenfalls radial nach außen gedrückt wird. Der untere Gleitring **145** kann aus einer Teflon[®]-Legierung hergestellt sein und dient als Kolben-Gleitring.

[0044] Die Verbindungsstange **148** verbindet den Kolbenkopf mit der Kolbenbasis **150**. Die Kolbenbasen aller drei Kolben besitzen den gleichen Durchmesser und greifen dementsprechend im Zylinder mit im Wesentlichen dem gleichen Durchmesser ein. Die Kolbenbasis eine obere Basis-Ringnut **151** und eine untere Basis-Ringnut **155**, wobei beide einen Gleitring besitzen, der ähnlich, wenn nicht identisch ist wie der Gleitring **145** der Kolbenkopf-Ringnut **144**. Somit besitzt die obere Basis-Ringnut **151** in sich einen Gleitring **152**, der durch die Schraubenfeder **153** radial nach außen gedrückt wird. Ebenso besitzt die untere Basis-Ringnut **155** einen Gleitring **156** in sich, der durch die Schraubenfeder **157** radial nach außen gedrückt wird. Obgleich drei Gleitringe dargestellt und als identisch beschrieben worden sind, können sie unterschiedlich sein und z. B. unterschiedliches Material verwenden. Die Kolbenbasis **150** enthält eine Bohrung **158**, die sich seitlich hindurchstreckt. Die Bohrung **158** nimmt einen Schwenkzapfen **159** auf. Der Schwenkzapfen und die Schraubenfeder dienen beide dazu, den Gleitring **156** in einer radial äußeren Position zu halten, damit er an der Zylinderwand anliegt.

[0045] Die zweiteilige Kolbenanordnung der vorliegenden Erfindung enthält die untere Verbindungsstange **160** wie in **Fig. 10** gezeigt. Die Verbindungsstange enthält eine obere Bohrung **161**, durch die sich der Schwenkzapfen **159** erstreckt. Eine untere Bohrung **163** der Verbindungsstange erstreckt sich um einen geeigneten Teil der Kurbelwelle und ergreift diesen. Um eine Drehung der Verbindungsstange **160** um die Kurbelwelle **130** zu gestatten, enthält ein abgedichteter Teil **164** der Verbindungsstange Lager.

[0046] Das Endergebnis der zweiteiligen Kolbenringanordnung der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass das Lager **164** der Verbindungsstange **160** frei rotieren kann, wobei sich die Kurbelwelle in einer Rotations- oder Drehbewegung befindet, während sich die obere Bohrung **161** nur in einer linearen oder Hin-

und Herbewegung bewegt, was der Kolbenstange **148** mit dem Kolbenkopf und der Basis eine Bewegung nur in einer linearen, hin- und hergehenden Richtung gestattet. Dies verhindert, dass seitliche Kräfte an die Zylinderwand angelegt werden, welche oftmals zu einer Abnutzung führen und eine oval geformte Zylinderwand bilden können. Die zweiteilige Kolbenringanordnung der vorliegenden Erfindung fördert somit die lange Lebensdauer des Kolbens und der Zylinderwand.

[0047] Obgleich jeder Kolben dazu dient, das darin eingeführte Gas auf einen höheren Druck zu komprimieren, liegt ein wünschenswerter Aspekt der vorliegenden Erfindung wie zuvor bemerkt darin, dass jeder aufeinander folgende Kolbenkopf eine kleinere Fläche besitzt. Zum Beispiel kann der Kolben Nr. 1 (**131**) einen Durchmesser von ungefähr 1 ¼ Zoll besitzen, während der Kolben Nr. 2 einen Durchmesser von ungefähr 1 ¼ Zoll besitzt, und der Kolben Nr. 3 kann einen Durchmesser von ungefähr ½ Zoll besitzen, was im Wesentlichen dem Durchmesser der Kolbenstange **148** entspricht. Wünschenswert ist die Erhöhung des Druckes von jeder Stufe oder jedem Kolben proportional zu den anderen. Das Kompressionsverhältnis eines jeden Kolbens kann variieren, ist aber im Allgemeinen das Gleiche. Obgleich Kompressionsverhältnisse bis zu 10 verwendet werden können, reicht der gewünschte Druckbereich von ungefähr 6 bis ungefähr 8.

[0048] Soweit Wärme während der Kompression des mit Sauerstoff angereicherten Gases aufgebaut wird, können die Fließleitungen zwischen den Kolben gestreckt werden, so dass sie lang genug sind, um die Absorption der Kompressionswärme durch die Umgebungsluft zu ermöglichen und somit das unter Druck stehende angereicherte Gas darin zu kühlen. Wie in **Fig. 8** gezeigt, kann die Kühlleitung **182** vom ersten zum zweiten Kolben in Form einer gewellten Strecke oder ähnlich verlaufen, und das Gleiche gilt in Bezug auf die Kühlleitung **184** zwischen dem zweiten und dem dritten Kolben.

[0049] Die Betriebsweise des Kompressorteiles der Vorrichtung ist wie folgt. Der elektrische Motor **105**, der unabhängig vom Kompressor arbeitet, der den Molekularsieben im Sauerstoff-Konzentratorteil der Vorrichtung Luft zuführt, dreht über die Antriebsriemen **109** und **122** die Kurbelwelle **130** und verursacht hierdurch die Hin- und Herbewegung der Kolben Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 3 (**131**, **133**, **135**) und komprimiert in die Luft in ihren entsprechenden Kammern. Insbesondere wird angereichertes Sauerstoff-Gas vom Kompressor-Puffertank dem ersten Kolben zugeführt. Der Kolben **131** enthält ein Einlass-Rückschlagventil **172**, das der Luft den Eintritt in den Zylinderkopfraum oberhalb des Kolbens gestattet, und ein Auslass-Rückschlagventil **173**, das dem komprimierten Gas den Austritt aus dem ersten Kolben ermöglicht. Die Rückschlagventile gestatten den Gasfluss in einer Richtung, so dass wenn einmal das Gas dem ersten Kolben zugeführt ist, dieses während des

Kompressionshubes desselben nicht zurück in den Puffertank gedrückt werden kann. Ebenso hindert das Auslass-Rückschlagventil **173**, wenn es einmal aus dem ersten Kolben herausgedrückt ist, das Gas am Einsaugen während des Einlasshubes des ersten Kolbens. In einer gleichen Weise besitzt der zweite Kolben **133** ein Einlass-Rückschlagventil **175**, welches der komprimierten Luft vom Kolben Nr. 1 das Einziehen in den Kopfraum oberhalb des Kolbens **133** gestattet, aber das Zurückdrücken in den ersten Kolben verhindert. Das Auslass-Rückschlagventil **176** hindert das durch den zweiten Kolben komprimierte Gas am Zurückziehen in den Kolben, nachdem es einmal daraus ausgestoßen wurde. In einer gleichen Weise wird das Gas, das weiter in dem Kolben Nr. 2 komprimiert worden ist, über das Einlass-Rückschlagventil **178** in den Kolben Nr. 3 (**135**) geführt, wo es weiter komprimiert wird. Das komprimierte Gas wird sodann über das Auslass-Rückschlagventil **179** in den Speicherzylinder **500** für das angereichert Sauerstoff-Gas geführt. Das Auslass-Rückschlagventil **179** verhindert somit, dass das stark komprimierte gespeicherte Gas im Zylinder in den dritten Kolben zurückfließt.

[0050] Während des Betriebs des Kompressors wird das Gas in dem tragbaren Zylinder **500**, das sich anfänglich auf Umgebungsdruck befindet, allmählich auf den gewünschten Druck aufgebaut. Ein solcher geeigneter Druck beträgt ungefähr 2.250 PSI. Natürlich können unterschiedliche Zylinder entweder höhere oder niedrigere Gasdrucke akzeptieren und trotzdem die Gleichen bleiben. Die Berstscheibe **180** ist ein Sicherheitselement, das entworfen wurde, um bei einem Druck oberhalb des gewünschten Speicherdruckes des Gaszylinder zu bersten. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann ein solcher Druck bei ungefähr 2.800 PSI liegen. Obgleich nicht gezeigt, können Berstscheiben ebenfalls in den Fließleitungen vor dem Ausgang der ersten und zweiten Zylinder vorgesehen sein, um einen unerwünschten Druckaufbau in diesen Leitungen zu verhindern. Ein Druckregler **181** dient dazu, das mit Sauerstoff angereicherte Gas mit einem Druck von ungefähr 5 PSI an einen Patienten über einen Durchflussmesser (nicht gezeigt) mit irgendeiner gewünschten Rate von z. B. ungefähr 0,1 bis ungefähr 6 l/Min. abzugeben.

[0051] Wie zuvor vermerkt, enthält der Puffertank mit Sauerstoff angereichertes Gas mit einem Druck von im Allgemeinen ungefähr 7 oder 14 PSI bis ungefähr 21 PSI. Der Kompressor ist so ausgelegt, dass er im Allgemeinen mit der Kompression beginnt, wenn der Druck im Tank im Allgemeinen auf einem Maximum liegt, bis er auf einen vorbestimmten Druck von z. B. 7 oder 8 PSI abfällt. Im Allgemeinen wird der Druck elektrisch durch verschiedene Schalter, Sensoren, Relais und Ähnlichem gesteuert. Kurz umrissen liefert ein Haupt-EIN/AUS-Schalter Leistung an den Kompressormotor **105**, der seinerzeit die Kurbelwelle zur Drehung veranlasst und Luft komprimiert.

[0052] Zwei druckempfindliche Schalter liegen vor:

ein Niederdruck-Sensor, der den Druck unterhalb eines vorbestimmten Wertes von z. B. 7 bis 12 PSI feststellt, und ein Hochdruck-Sensor, der einen Druck oberhalb 2.250 PSI feststellt. Wenn der Niederdruck-Sensor einen Druck unterhalb des vorbestimmten Pegels feststellt, schaltet er den Motor **105** über einen Relais-Schalter aus. Dies gestattet dem im Puffertank vom Konzentrator einfließenden Sauerstoff den Aufbau auf einen gewünschten Druck. Der Niederdruck-Sensor ist ein Festkörper-Relais. Sollte das Relais ausfallen, so fällt es im geschlossenen Zustand aus und gestattet dem Motor weiterzulaufen. Dementsprechend ist dieser Relais-Schalter in Reihe mit dem mechanischen Relais-Schalter des Hochdruck-Sensors geschaltet, der den Motor ausschaltet, wenn der Druck in dem Zylinder ungefähr 2.250 PSI erreicht.

[0053] Die **Fig. 5** und **6** zeigen den elektrischen Schaltkreis des Kompressors. Spannung wird an den Kompressor anfänglich über den rücksetzbaren Unterbrecher **600** und sodann über den Leistungsschalter **610** angelegt. Wenn der Leistungsschalter in die „EIN“-Position geschaltet ist, wird die Spannung an den Motor-Startschalter **620** und die Start-Relaiskontakte **630** weitergereicht, und es leuchtet die Spannungsanzeige **640** auf. Wenn der Startschalter gedrückt wird, wird die Start-Relaispule erregt, die beide Schalter des Relais zum Schließen veranlasst.

[0054] Eine dieser geschlossenen Schalter reicht die Spannung zu dem Hochdruck-Schalter **650**, welcher normalerweise geschlossen ist, wenn der Ausgangsdruck des Kompressors unter 2.250 PSI liegt. Der Ausgang des Hochdruck-Schalters wird zurück zu der Start-Relaispule geführt, um die Spule erregt zu halten, ohne dass der Startschalter gedrückt wird. Er wird aber die Spannung von der Spule abtrennen, wenn der hohe Druck erreicht ist. (Dies tritt auf, wenn ein Tank gefüllt worden ist.) Der Ausgang des Hochdruck-Schalters ist ebenfalls mit dem gemeinsamen Anschluss des Niederdruck-Schalters **660** verbunden. Während der Eingangsdruck vom Konzentrator oberhalb des vorbestimmten Wertes von z. B. 7 PSI liegt, ist der Niederdruck-Schalter geschlossen und der normalerweise geschlossene Kontakt liegt an Spannung. Dieses Spannungssignal wird dem Ansteuerkontakt des Festkörperrelais zugeführt, welches seinerseits dem Festkörperausgang die „Einschaltung“ gestattet. Der Ausgang des Hochdruck-Schalters ist ebenfalls an die Betriebsanzeige **670** angeschlossen, die sodann aufleuchtet.

[0055] Der zweite geschlossene Schalter des Start-Relais ist mit dem „Eingang“ des Festkörperrelais verbunden. Wenn das Festkörperrelais durch das Signal vom Niederdruck-Schalter eingeschaltet ist, wird die Spannung an den Motor **105** und seine Startkondensatoren über den Festkörperausgang weitergereicht. Eine gemeinsame Leitung ist mit der anderen Seite des Motors verbunden, um den Schaltkreis zu vervollständigen. Ein Stundenzähler **690** ist parallel zu dem Motor geschaltet, um die Motor-Laufzeit zu

überwachen.

[0056] Wenn obige Situation auftritt, beginnt der Motor zu laufen und läuft weiter, bis einer von zwei Zuständen auftritt. Der erste Zustand ist der, dass der Eingangsdruck zum Kompressor unter einen vorbestimmten Wert von z. B. 7 PSI fällt. Dies veranlasst das Öffnen des Niederdruck-Schalters **660** und das Öffnen des Festkörperrelais **695**, welches seinerseits den Motor **105** abschaltet. Wenn der Eingangsdruck des Kompressors über einen gewünschten vorbestimmten Wert ansteigt, wird der Niederdruck-Schalter **660** schließen und erneut das Festkörperrelais einschalten und den Motor starten. Dies ist ein normales Ereignis, das von der Leistung des Konzentrators abhängt und sich wiederholen kann.

[0057] Der zweite Zustand, der den Motor abschaltet, tritt auf, wenn ein Sauerstofftank gefüllt worden ist. Der Ausgangsdruck wird über 2.250 PSI ansteigen und daher den Hochdruck-Schalter **650** dazu veranlassen, sich zu öffnen. Dies trennt die Spannung zu der Start-Relaispule ab, was beide Schalter dazu veranlasst, sich zu öffnen, und trennt die Spannung sowohl zu dem Eingang des Hochdruck-Schalters als auch zum Eingang des Festkörperrelais ab, wodurch der Motor abgeschaltet wird. Um den Motor zu starten, nachdem dieser Zustand erreicht ist, muss der Startschalter **620** niedergedrückt werden. Wenn der Druck auf einem höheren Wert als 2.250 PSI verbleibt, bleibt der Hochdruck-Schalter geöffnet und es wird kein Signal zu der Start-Relaispule zurückgeführt, um es erregt zu halten, so dass der Motor abgeschaltet bleibt. Während der Hochdruck-Schalter geöffnet ist, bleibt die Betriebsanzeige **670** ausgeschaltet.

[0058] Irgendeiner direkter Kurzschluss zwischen der Spannung und der Masse oder irgendein Zustand, bei dem mehr als 8 Ampere Strom gezogen werden, wird den rückstellbaren Unterbrecher **600** zur momentanen Öffnung veranlassen.

[0059] Wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, ist der Betrieb des Kompressors **100** vollständig unabhängig von dem Sauerstoffkonzentrator und von der Verwendung des hierdurch komprimierten Gases als Leistungs- oder Energiequelle. Mit anderen Worten: Der im Sauerstoffkonzentrator angesammelte Druck wird nicht verwendet, um irgendeinen der Kolben im Kompressionsteil **100** der Vorrichtung anzutreiben oder zu betätigen.

[0060] Ein entscheidender Vorteil der Vorrichtung und des Verfahrens zur Bildung von mit Sauerstoff angereichertem Gas und seiner Komprimierung gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer beweglichen oder tragbaren Gasquelle, die Sauerstoff von hoher Reinheit enthält. Patienten, die mit Sauerstoff angereichertes Gas von ungefähr 80 bis ungefähr 98 Prozent benötigen, sind nicht länger auf die Nähe eines Sauerstoffkonzentrators, wie z. B. in einem Bett, einem Heim, einem Krankenhaus oder einem Rollstuhl, beschränkt. Stattdessen kann der Patient den beweglichen Gaszylinder in irgendeiner

passenden Weise, wie z. B. in einem Rucksack, mit sich tragen und kann so Touren mit einem Rollstuhl, einem Auto und sogar in Flugzeugen und Zügen unternehmen. Abhängig von Druck und Größe des Speicherzylinders kann die Sauerstoffversorgung irgendwo zwischen ungefähr zwei bis ungefähr 24 Stunden und sogar noch länger anhalten.

[0061] Ein alternativer kompakter Kompressor **700** ist in den **Fig. 11 bis 15** gezeigt, wobei der Motor, die Antriebsräder und die Antriebsriemen-Anordnung ähnlich zu den in den **Fig. 7 und 8** gezeigten Anordnung ist. Der Motor **701** enthält eine Welle **702**, die über einen ersten Antriebsriemen **703** mit dem ersten Antriebsrad **705** verbunden ist, das die erste Antriebswelle **708** aufweist. Das Antriebsrad enthält mehrere Nuten und Ansätze, um den Antriebsriemen **703** aufzunehmen, der entsprechende Ansätze und Nuten aufweist. Die erste Antriebswelle **708** ist mit dem Nabenzahnrad **710** verbunden. Um Leistung vom Nabenzahnrad **710** zu dem zweiten Antriebsrad **715** zu übertragen, wird der zweite Antriebsriemen **713** verwendet, der mehrere Ansätze und Nuten aufweist, die entsprechend in Nuten und Ansätze des zweiten Antriebsrades **715** eingreifen. Das zweite Antriebsrad **715** ist mit der zweiten Antriebswelle **718** verbunden.

[0062] Aufgrund der Verwendung des Motors **701** – im Allgemeinen irgendeiner herkömmlicher elektrischer Motor, der in der Lage ist, mit irgendeiner gewünschten Geschwindigkeit von z. B. ungefähr 1.600 oder 1.700 U/Min. zu rotieren –, wird mit dem Antriebsrad **705**, das das Nabenzahnrad **710** besitzt, und dem zweiten Zahnrad **715**, das die zweite Antriebswelle **718** besitzt, eine doppelte Untersetzung der Rotationsgeschwindigkeit des Motors erzielt. Das Untersetzungsverhältnis der Motor-Wellengeschwindigkeit zum ersten Antriebsrad oder der Welle **708** und die Untersetzung von ersten Antriebswelle **708** zum zweiten Antriebsrad und der Welle **718** desselben kann einen beliebigen gewünschten Wert in Abhängigkeit vom Durchmesser der verschiedenen Antriebsräder und Nabenwellen sein. Wünschenswerterweise liegt die erste Untersetzung ungefähr bei einem Verhältnis von 6 : 1, so dass die erste Antriebswelle **708** mit ungefähr 265 bis ungefähr 285 U/Min. rotiert. Das Untersetzungsverhältnis zwischen der ersten Antriebswelle **708** bzw. dem versetzten Zahnrad und der zweiten Antriebswelle **718** liegt bei ungefähr 6 : 1, so dass die zweite Antriebswelle mit ungefähr 44 bis ungefähr 48 U/Min. rotiert. Obgleich nicht gezeigt, können die beiden Antriebsriemen **703** und **713** über federbelastete Spannarme verlaufen, die eine geringe Spannung an diese anlegen und eine Spannung zwischen den verschiedenen Verbindungswellen oder Antriebsrädern sicherstellen. Alternativ kann ein Zahnriemen-Getriebeantrieb usw. verwendet werden, welcher in Zähne eingreift, die auf den verschiedenen Antriebsrädern und Naben angeordnet sind.

[0063] Die kompakte Kompressoranordnung **700**

kann im Allgemeinen irgendeine Anzahl von Kompressionsstufen, wie z. B. Zylinder und Kolben, enthalten, wünschenswert sind aber drei Stufen wie dargestellt. Der erste Kolben ist erwünschterweise ein Taumelkolben, der in Reihe zu zwei folgenden zylindrischen Kolben geschaltet ist, um das mit Sauerstoff angereicherte Gas oder ein anderes Gas auf einen im Allgemeinen vorbestimmten Druck zu komprimieren. Betrachtet man die Taumel-Kolbenanordnung **730**, wie sie in den **Fig. 11 und 14A** erkennbar ist, so enthält sie einen Taumelkolben **730** mit einem Kopf **733** mit relativ großem Durchmesser, der starr durch die Verbindungsstange **734** mit der Basis **735** verbunden ist, die eine Öffnung **737** aufweist. Der Taumelkolben wird durch die erste Antriebswelle **708** mittels des versetzten Nockens **721** betätigt, der eine sich davon erstreckende versetzte Welle **722** besitzt. Die versetzte Welle **722** greift in einer Taumel-Basisöffnung **737** ein, um den Taumelkolben hin- und herzubewegen. Da es keinen Schwenkpunkt in der Nähe des Taumel-Kolbenkopfes **733** gibt, wird sich, wenn die Welle **708** rotiert, der Taumelkolben **732** in einer Längsrichtung hin- und herbewegen und gleichzeitig taumeln. Das heißt, der obere Teil des Kolbenkopfes oder die Fläche wird in Längsrichtung den Mittelpunkt des Kolbenkopfes aufgrund der versetzten Nockenwelle **722** vor- oder zurückschieben. Die Taumelkolben-Anordnung wird angereicherten Sauerstoff komprimieren, der vom Produkttank **30** oder dem Puffer-tank **200** erhalten wird, und ihn im Kolbenzylinder **740** komprimieren, wenn er vom Zylinder-Verteilerkopf **742** erhalten wird.

[0064] Der kompakte, mehrstufige Kompressor der vorliegenden Erfindung kann mehr als eine Taumelkolben-Anordnung besitzen, obgleich eine bevorzugt wird. Er kann auch mehr als zwei Zylinderkolben-Anordnungen besitzen, obgleich zwei bevorzugt werden. Wie in **Fig. 11** gezeigt, sind die zweiten und dritten Kolbenanordnungen **750** und **770** im Allgemeinen in Längsrichtung ausgerichtet und versetzt und betriebsmäßig mit der zweiten Antriebswelle **718** verbunden, so dass, wenn Gas, wie z. B. angereicherter Sauerstoff, in einem Zylinderkopf komprimiert wird, das Gas in den anderen Zylinder hineingezogen wird. Die zweite Antriebswelle **718** besitzt einen versetzten Nocken **726**, der an dem Ende derselben angebracht ist. Der Nocken besitzt die versetzte Nockenwelle **727**, mit der die beiden Kolbenanordnungen **750** und **770** verbunden sind.

[0065] Der Aufbau der zweiten und dritten Zylinderanordnungen ist allgemein in den **Fig. 11 und 13** gezeigt. Die zweite Kurvenanordnung **750** enthält den Kolbenkopf **753**, der über einen nicht gezeigten Schwenkstift schwenkbar mit der Verbindungsstange **754** verbunden ist. Die Basis **755** der Verbindungsstange ist über eine Öffnung schwenkbar mit der versetzten Antriebswelle **727** verbunden. Der Kolben geht innerhalb des zweiten Zylinders **760** hin und her, welcher den Zylinder-Verteilerkopf **762** enthält, um den Sauerstoff oder das Gas in die Zylinder zu führen

oder aus diesem frei zu geben. Bei der Kompression des Sauerstoffs oder des Gases im zweiten Zylinder wird er oder es über die Leitung **787** zu der dritten Kolbenanordnung **770** übertragen.

[0066] In gleicher Weise enthält die dritte Kolbenanordnung **770** den Kolbenkopf **773**, der über einen nicht gezeigten Gelenk-Schwenkstift mit der Verbindungsstange **774** verbunden ist. Die Basis **775** der Verbindungsstange besitzt eine Öffnung, welche um eine versetzte Antriebswelle **727** dreht. Die Kolbenanordnung ist innerhalb des dritten Zylinders **780** enthalten. Der Zylinder-Verteilerkopf **782** empfängt angereicherten Sauerstoff oder Gas über die Übertragungsleitung **787** von dem zweiten Zylinder, und nach der Kompression desselben wird der komprimierte Sauerstoff oder das Gas über die Leitung **789** zu einem Hochdruck-Speicherbehälter wie z. B. einem Flaschenzylinder **820** übertragen.

[0067] Die Kolbenringe des zweiten Kolbenkopfes **753** sind in **Fig. 14B** dargestellt und der Klarheit halber vergrößert, und sie enthalten einen ersten Ring **791**, der eine U-förmige Dichtung **792** in sich aufweist. Eine Spann-Schraubenfeder **793** befindet sich dem U-Teil der Dichtung und dient dazu, die Dichtung radial nach außen gegen die Wände des Zylinders zu drücken. Die Basis der Dichtung **794** erstreckt sich radial nach außen, um ferner eine Abdichtung mit der Zylinderwand zu bewirken. Ein zweiter Ring **796** enthält einen Gleitring **797**, der durch die Schraubenfeder **798** nach außen gegen eine Zylinderwand gedrückt wird. Der dritte Kolbenkopf ist ähnlich wie der zweite Kolbenkopf, wobei aber die zwei Dichtungen voneinander durch die Verbindungsstange **774** getrennt sind, wie in **Fig. 14C** ersichtlich ist. Somit enthält ein erster Ring **801** eine U-förmige Dichtung **802**, die eine Spann-Schraubenfeder **803**, welche die Dichtung radial nach außen gegen die Kolbenwand drückt. Wie in **Fig. 14B** erstreckt sich die Basis der ersten Dichtung radial nach außen die Zylinderwand. Getrennt durch die Verbindungsstange **774** enthält ein zweiter Ring **806** im Kolbenkopf einen Gleitring **807**, der radial nach außen gegen die Zylinderwand durch die Spann-Schraubenfeder **808** gedrückt wird. Der Aufbau der Dichtungen des zweiten und dritten Kolbens helfen, eine Dichtung während des Betriebs aufrechtzuerhalten, wodurch sichergestellt wird, dass die Kompression nicht verloren geht.

[0068] Die kompakte und leichtgewichtige Kompressoranordnung **700** kann irgendeinen erwünschten Enddruck erzielen (z. B. von ungefähr 500 bis ungefähr 3.000 PSI), wie er für einen Behälter für komprimiertem Gas und speziell für eine Flasche mit komprimiertem, angereichertem Sauerstoff zur Verwendung durch einen Patienten erforderlich ist. In dem gezeigten beschriebenen Ausführungsbeispiel ist oftmals ein Enddruck von ungefähr 2.000 PSI bevorzugt. Dem gemäß empfängt allgemein der Taumelkolben **732** mit einem kurzen Hub, aber einem großen Kolbenkopf, angereichertem Sauerstoff vom Produktbehälter **30** oder dem Pufferbehälter **200**

über eine Drossel mit irgendeinem gewünschten Druck, wie z. B. ungefähr 10 PSI und verdichtet ihn auf ungefähr 60 PSI. In erwünschter Weise gibt es einen Sammeltank **785** zwischen der ersten Kolbenanordnung und der zweiten Kolbenanordnung **750**, um das komprimierte Gas zu speichern, das durch den Taumelkolben erzeugt wird, wenn er sich ungefähr sechsmal bei jeder Hin- und Herbewegung der zweiten und dritten Kolben hin- und herbewegt. Dieser Tank kann ein herkömmlicher Tank, wie z. B. ein zylindrischer Tank, sein oder er kann, falls gewünscht, die Form eines langen, dicken, aber breiten Schlauches **785** haben.

[0069] Komprimiertes Gas von der Taumelkolben-Anordnung, die durch die erste Leistungswelle **705** betrieben wird, wird zu dem zweiten Zylinder-Verteilerkopf **762** übertragen, wo es durch den zweiten Kolben, der durch die zweite Antriebswelle **718** betrieben wird, auf einen Druck von ungefähr 400 PSI komprimiert wird. Von dort wird es über die Leitung **787** zum Eingang des dritten Zylinder-Verteilerkopfes **782** übertragen, um anschließend durch den dritten Kolben, der ebenfalls durch die zweite Antriebswelle **718** angetrieben wird, auf einen Druck von ungefähr 2.000 PSI verdichtet zu werden.

[0070] Um den gewünschten Druckanstieg zu erzielen, wird der Durchmesser eines jeden nachfolgenden Kolbenkopfes im Allgemeinen verringert. Es versteht sich, dass im Allgemeinen jeder gewünschte Kopfdurchmesser verwendet werden kann. In den Ausführungsbeispielen der **Fig. 11 bis 15** beträgt der Durchmesser des Taumelkolbens im Allgemeinen 1,8 Zoll. Der Durchmesser des zweiten Kolbenkopfes kann ungefähr 0,875 Zoll betragen, während der Durchmesser des dritten Kolbenkopfes ungefähr 0,25 Zoll betragen kann. Die zweiten und dritten Kolben können einen Hub von ungefähr 1,25 Zoll besitzen, während der Taumelkolben einen Hub von ungefähr 0,375 Zoll haben kann. Das Ausführungsbeispiel der **Fig. 11 bis 15** hält ebenfalls Rückschlagventile allgemein vor und nach jedem Zylinder, um zu verhindern, dass das mit Sauerstoff angereicherte Gas in den vorangegangenen Zylinder oder in den Produkt- oder Puffertank gedrückt wird.

[0071] Ein Vorteil des Kompressors der **Fig. 11-15** liegt darin, dass er im Allgemeinen kompakt und klein ist, ungefähr ein Drittel der Größe des in **Fig. 8** gezeigten Ausführungsbeispiels des Kompressors aufweist und auch ungefähr ein Drittel des Gewichtes desselben, so dass er nur ungefähr 40 Pfund wiegen kann. Aufgrund der kompakten Abmessung des alternativen Kompressors kann er direkt an oder auf dem Sauerstoffkonzentrator montiert werden oder zu einem integralen Teil desselben gemacht werden.

[0072] Der Flaschenzylinder oder Hochdruck-Speicherbehälter **820** kann allgemein eine beliebige Größe aufweisen und einen beliebigen Druck enthalten, obgleich der zuvor erwähnte Druck von ungefähr 2.000 PSI wünschenswert ist. Eine kleine Flasche von ungefähr **62** Kubikzoll kann einen Patienten

ungefähr zwei Stunden lang versorgen. Diese Zeit kann auf ungefähr sechs Stunden erweitert werden, wenn die Flasche zusammen mit einer Konservierungseinrichtung verwendet wird. Ein großer Tank von ungefähr **283** Kubikzoll kann im Allgemeinen einen Patienten während ungefähr acht Stunden versorgen oder während ungefähr 24 Stunden, wenn er zusammen mit einer Konservierungseinrichtung verwendet wird.

[0073] Der Verteilerblock **810** ist zwischen der dritten Kolbenanordnung **770** und der Flasche **820** angeordnet. Der Verteilerblock enthält einen Druckmesser **812** und einen Hochdruckschalter, der wie unten erläutert wird, den Kompressor abschaltet, wenn ein vorbestimmter Druck erreicht ist. Der Verteiler enthält ebenfalls eine nicht gezeigte Berstscheibe als Sicherheitsmaßnahme für den Fall, dass der Druck der Flasche zu hoch wird. Der Verteilerblock enthält auch ein nicht gezeigtes Abblasventil, welches allmählich den in der Kompressoranordnung **700** sowie in der Leitung **789** aufgebauten Druck freigibt, so dass kein lautes, abruptes Druck-Freigabegeräusch hervorgerufen wird. Die Flasche **820** enthält ebenfalls eine nicht gezeigte Berst-Scheibe, die so eingestellt ist, dass sie bei einem Druck, der höher ist als der der Verteiler-Berstscheibe birst. Die Flasche kann auch einen Druckmesser **822** enthalten.

[0074] Der kompakte Kompressor **700** kann in der gleichen Weise wie zuvor verwendet werden, d. h. im Zusammenhang mit einer Sauerstoff-Anreicherung und mit verschiedenen Flussschemata, Designs usw., entweder vorrangig um sicherzustellen, dass ein Patient eine erforderlichen Menge an mit Sauerstoff angereichertes Gas erhält oder ohne Vorrang. Dementsprechend können die Fließdiagramme der **Fig. 2, 3** oder **4** verwendet, wobei es sich aber versteht, dass im Allgemeinen irgendein anderes Fließsystem ebenfalls verwendet werden kann, um den angereicherten Sauerstoff vom Produktank **30** entweder direkt oder indirekt zum Puffertank und zum Kompaktkompressor **700** zu verzweigen.

[0075] Ein Beispiel eines elektrischen Schaltkreises, der verwendet werden kann, um die kompakte Kompressoranordnung **700** anzutreiben, ist in **Fig. 15** gezeigt.

[0076] Netzleistung (Netzspannung) wird über ein geerdetes Netzkabel mit drei Leitungen zugeführt. Die spannungsführende Seite der Netzleistung ist mit einem zurücksetzbaren thermischen Schaltkreisunterbrecher verbunden. Die Ausgangsleitung des Schaltkreisunterbrechers speist den Ein-/Aus-Schalter der Netzleistung. Die neutrale Seite der Netzleistung wird einer Seite des Hochdruck-Schalters **PRS2**, des Niederdruck-Schalters **PRS1**, des „Betriebs“-Lichtes **L1**, des Stundenzählers **HM1** und des Kompressormotors **M1** zugeführt.

[0077] Bei eingeschaltetem Leistungsschalter **SW1** wird Netzspannung einer Seite der in „Voll“-Lampe **12**, der „Start“-Schalters **SW2** und des verbleibenden Kontaktes des Relais **K1** zugeführt. Wenn der mo-

mentane Kontakt des „Start“-Schalters **SW2** niedergedrückt wird, wird der Relaispule **K1**, einer Seite der „Betriebs“-Lampe **L1**, der Spule des Motorrelais **K2** und dem Haltekontakt des Motorrelais **K2** Spannung zugeführt. Der Hochdruck-Schalter **PRS2** liefert die neutrale Netzurückführung an die Relaispule **K1**, wenn der Zylinderdruck unterhalb des Sollwertes für den vollen Druck liegt, wodurch das Relais **K1** verriegelt wird.

[0078] Wenn der Niederdruck-Schalter **PRS1** aktiviert wird, indem ein Druck oberhalb des Sollwertes erfasst wird, wird **K2** erregt und liefert Leistung an den Stundenzähler und den Kompressormotor. Das Motorrelais schaltet durch den Niederdruck-Schalter ein und aus, wenn der Einlassdruck über den Schalt-Sollwert steigt oder darunter fällt.

[0079] Wenn der Zylinder den Sollwert des Hochdruck-Schalters **PRS2** erreicht, wird **PRS2** aktiviert und entfernt die Leistung an der Spule des Verriegelungs-Relais **K1** und lässt die „Voll“-Lampe aufleuchten. Dies nimmt die Leistung an der Spule **K1** weg, die die Verriegelung hervorruft und entregt die Motorrelais **K1** und **K2**, wodurch der Kompressormotor anhält und die „Betriebs“-Lampe **L1** ausgeschaltet wird.

[0080] Wenn auch gemäß den Patent-Statuten die beste Weise und das bevorzugte Ausführungsbeispiel wiedergegeben worden sind, ist der Rahmen der Erfindung hierauf nicht beschränkt, sondern lediglich durch den Rahmen der angefügten Ansprüche.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Komprimierung und Speicherung von mit Sauerstoff angereichertem Gas, umfassend:

- einen Sauerstoffkonzentrator-Produktank (**30**) mit angereichertem Sauerstoffgas zur Versorgung eines Patienten und einen Kompressor (**100**), der betriebsmäßig mit dem Sauerstoffkonzentrator-Produktank verbunden ist, um mit Sauerstoff angereichertes Gas von diesem aufzunehmen und mit Sauerstoff angereichertes Hochdruck-Gas auszugeben und
- einen Hochdruck-Speicherbehälter (**500**) für die tragbare Speicherung des mit Sauerstoff angereicherten Hochdruck-Gases, gekennzeichnet durch Vorrangmittel, die auf das mit Sauerstoff angereicherte Gas vom Produktank (**30**) einwirken und einen Sauerstoffsensoren (**265**) oder einen Niederdrucksensoren entsprechend umfassen zum Abschalten der Zufuhr des mit Sauerstoff angereicherten Gases zum Kompressor (**100**) in Abhängigkeit von dem entsprechend erfassten Sauerstoffpegel oder Druckpegel.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Puffertank (**200**), der betriebsmäßig mit dem Sauerstoffkonzentrator-Produktank (**30**) und dem Kompressor (**100**) verbunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, dass

- der Kompressor mehrere Kolben (**131, 133, 135**) enthält, wobei ein erster Kolben durch eine erste Antriebswelle und ein zweiter Kolben durch eine zweite Antriebswelle angetrieben wird und
- der Hochdruck-Speicherbehälter (**500**) betriebsmäßig an die Kolben angeschlossen ist für die tragbare Speicherung des mit Sauerstoff angereicherten Hochdruck-Gases.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch ein vor dem Hochdruck-Speicherbehälter angeordnetes Entlüftungsventil.

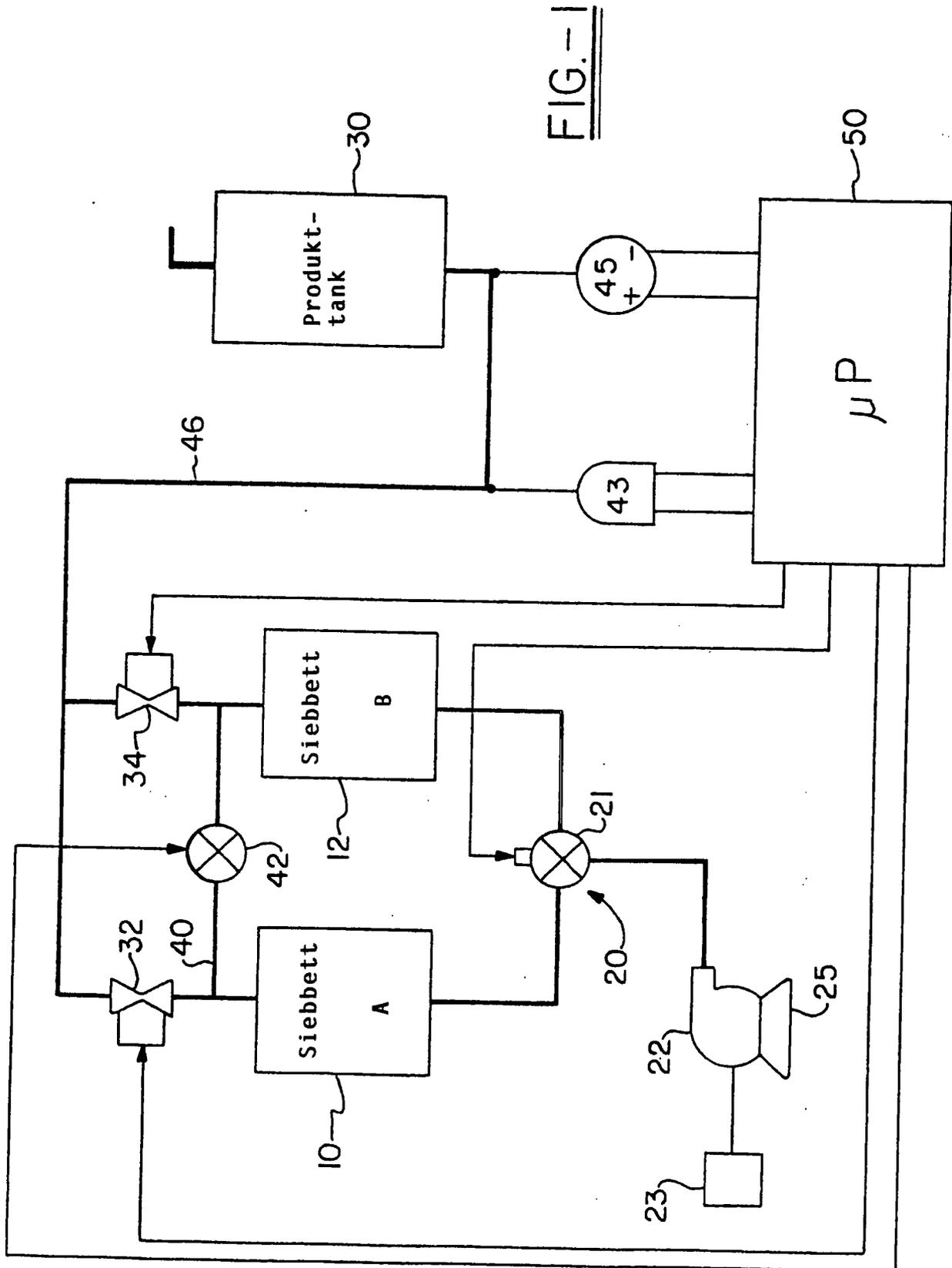
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Zylinderkolben im Wesentlichen längs angeordnet sind und wobei die zweite Antriebswelle mit einer geringeren Geschwindigkeit als die erste rotiert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressor mehrere Kolben besitzt, und wenigstens einen Taumelkolben zur Komprimierung eines Gases auf einen ersten Druck und wenigstens einen Zylinderkolben zur Komprimierung des mit Sauerstoff angereicherten Gases vom ersten Druck auf einen zweiten umfassend.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–6, gekennzeichnet durch:
– einen Sauerstoffkonzentrator (**10–50**), um das mit Sauerstoff angereicherte Gas zu erzeugen, das an den Produkttank (**30**) abgegeben wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressor (**100**) durch eine andere Leistungsquelle (**105**) als das mit Sauerstoff angereicherte Gas vom Sauerstoffkonzentrator betrieben wird.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen



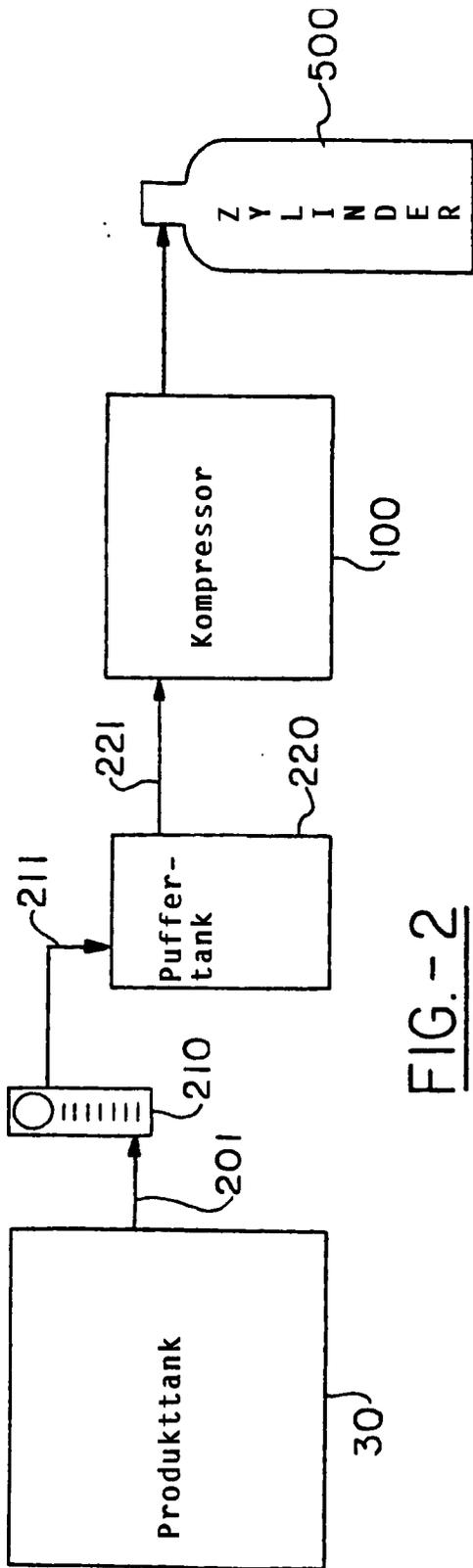


FIG. - 2

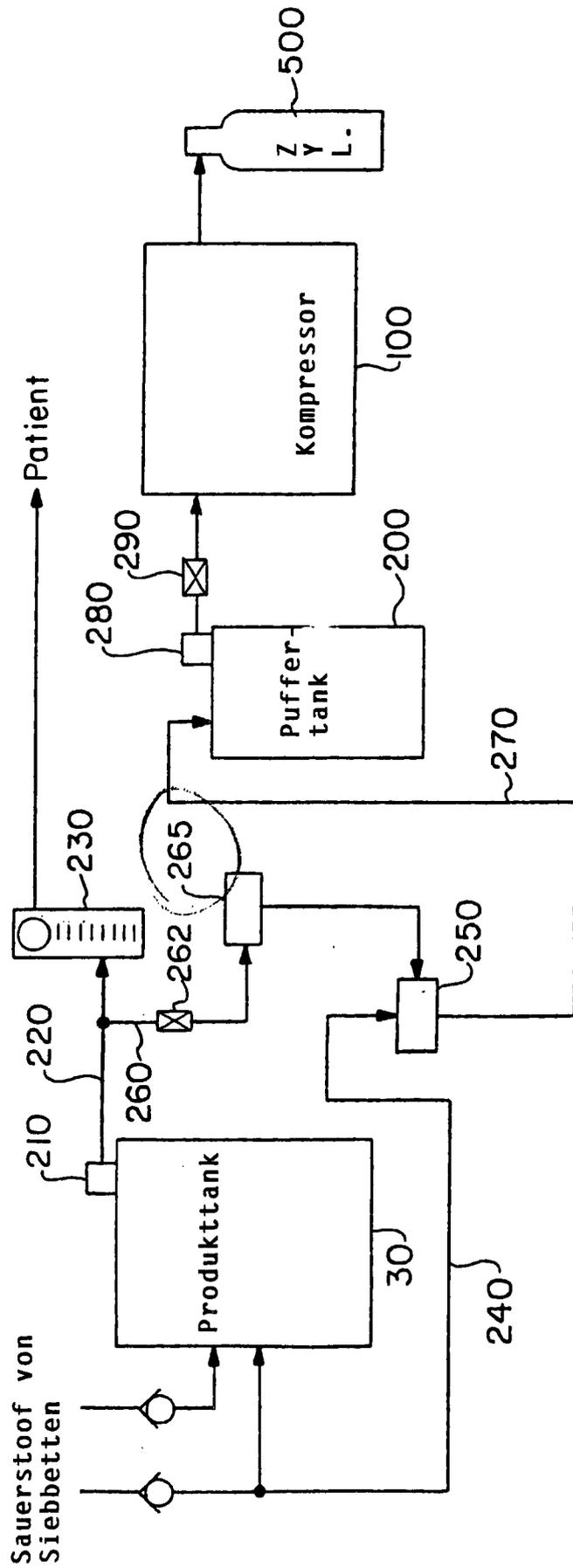


FIG. - 3

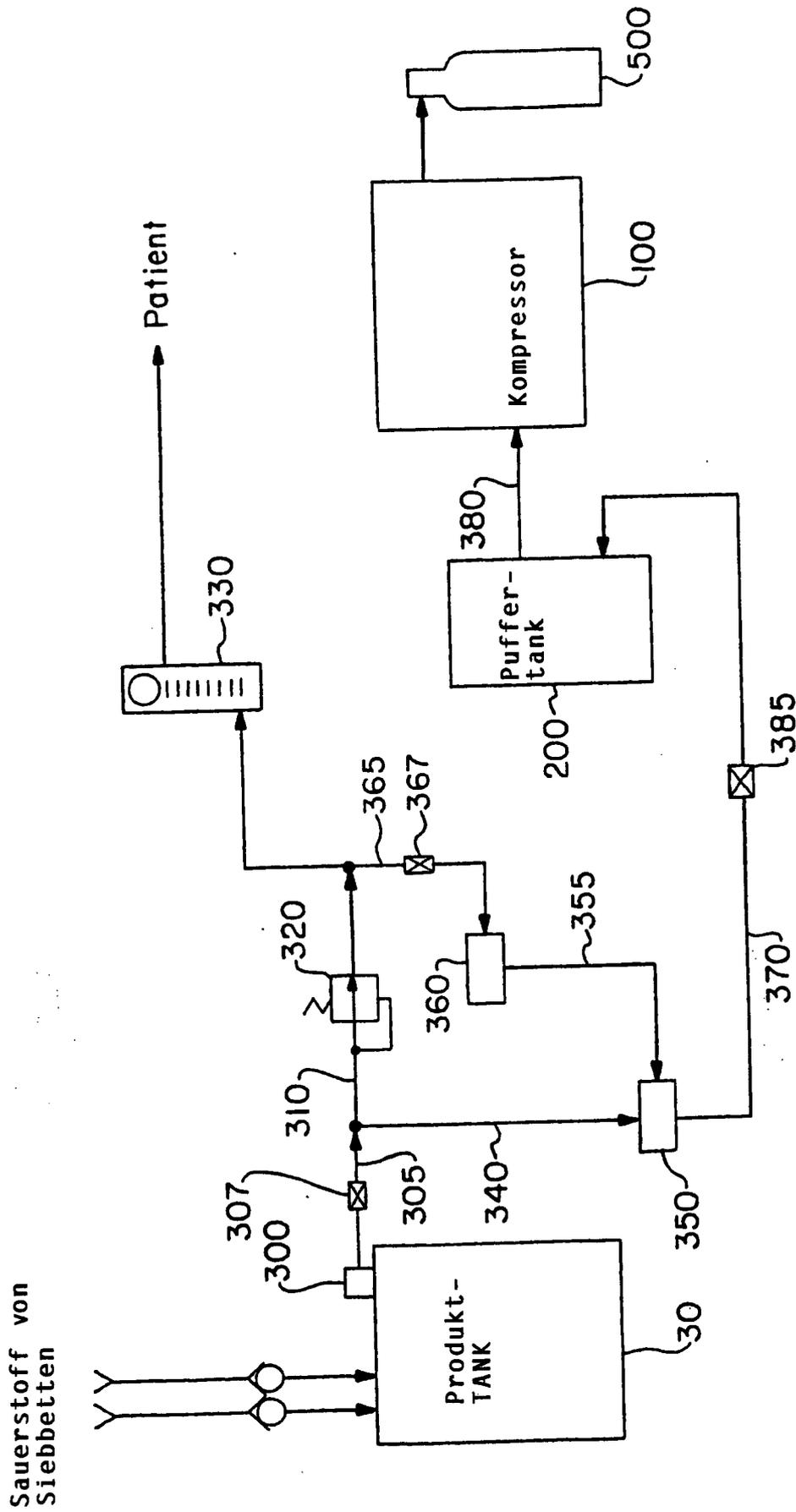


FIG.-4

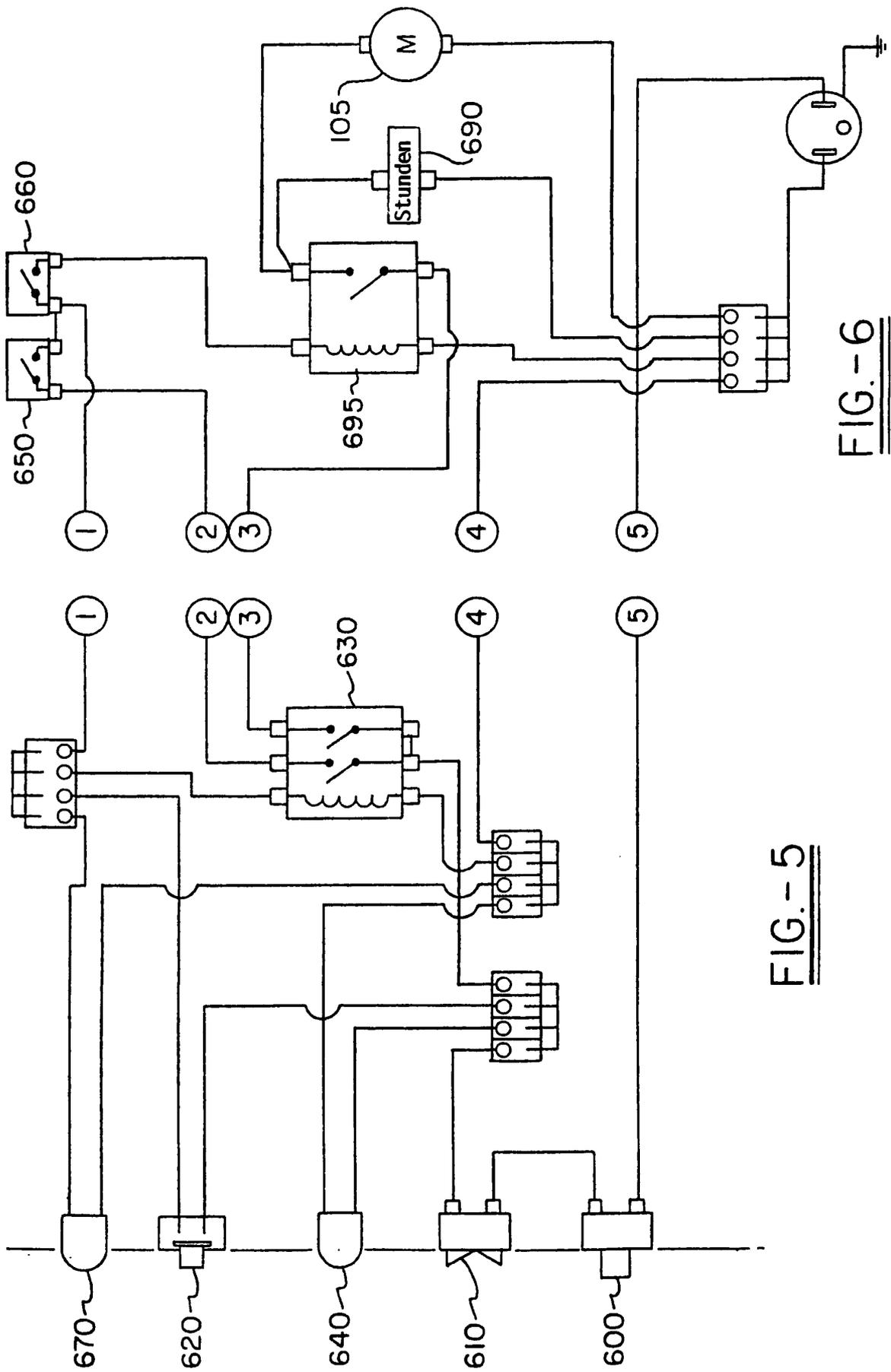
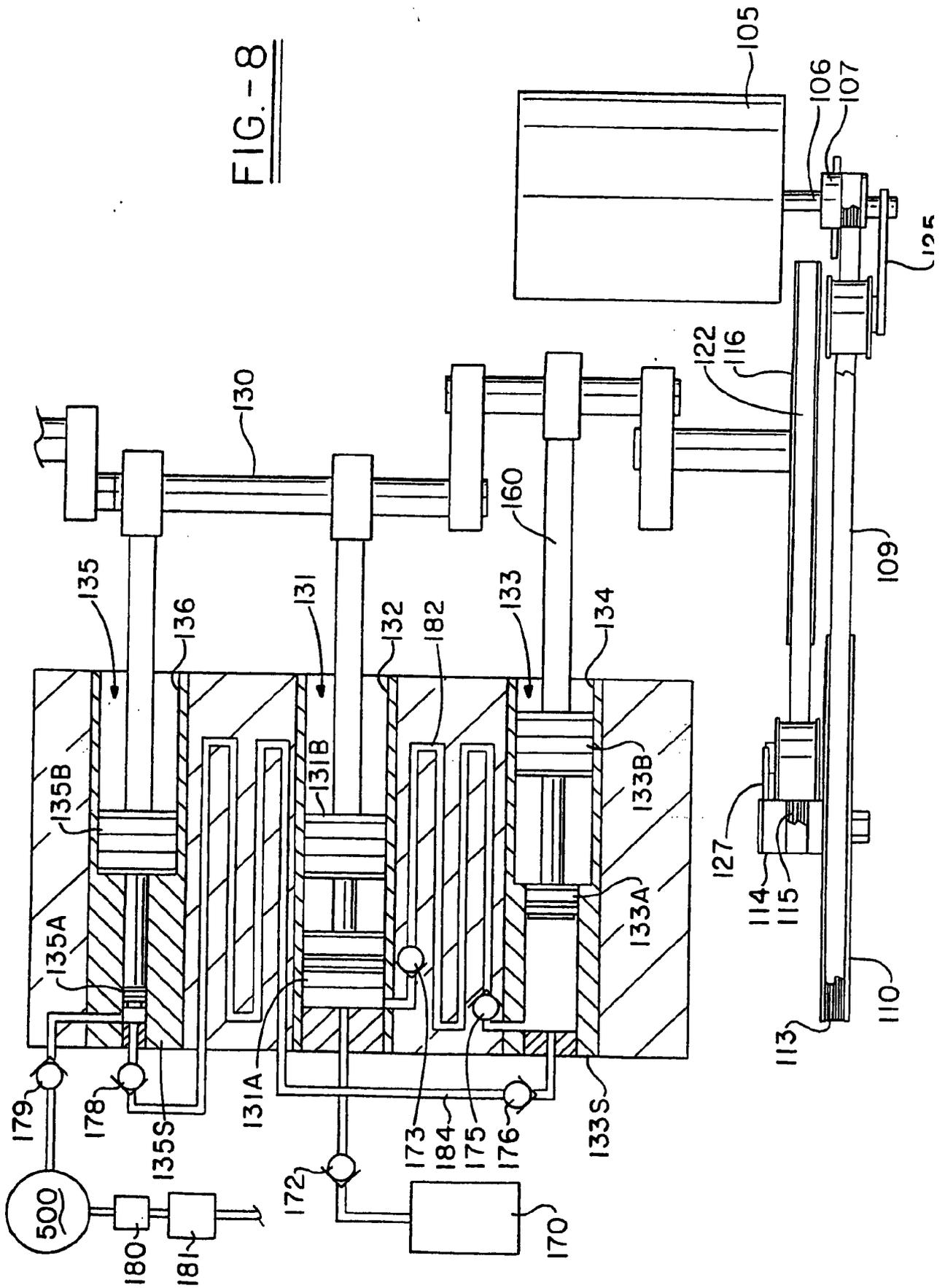


FIG. - 5

FIG. - 6

FIG. - 8



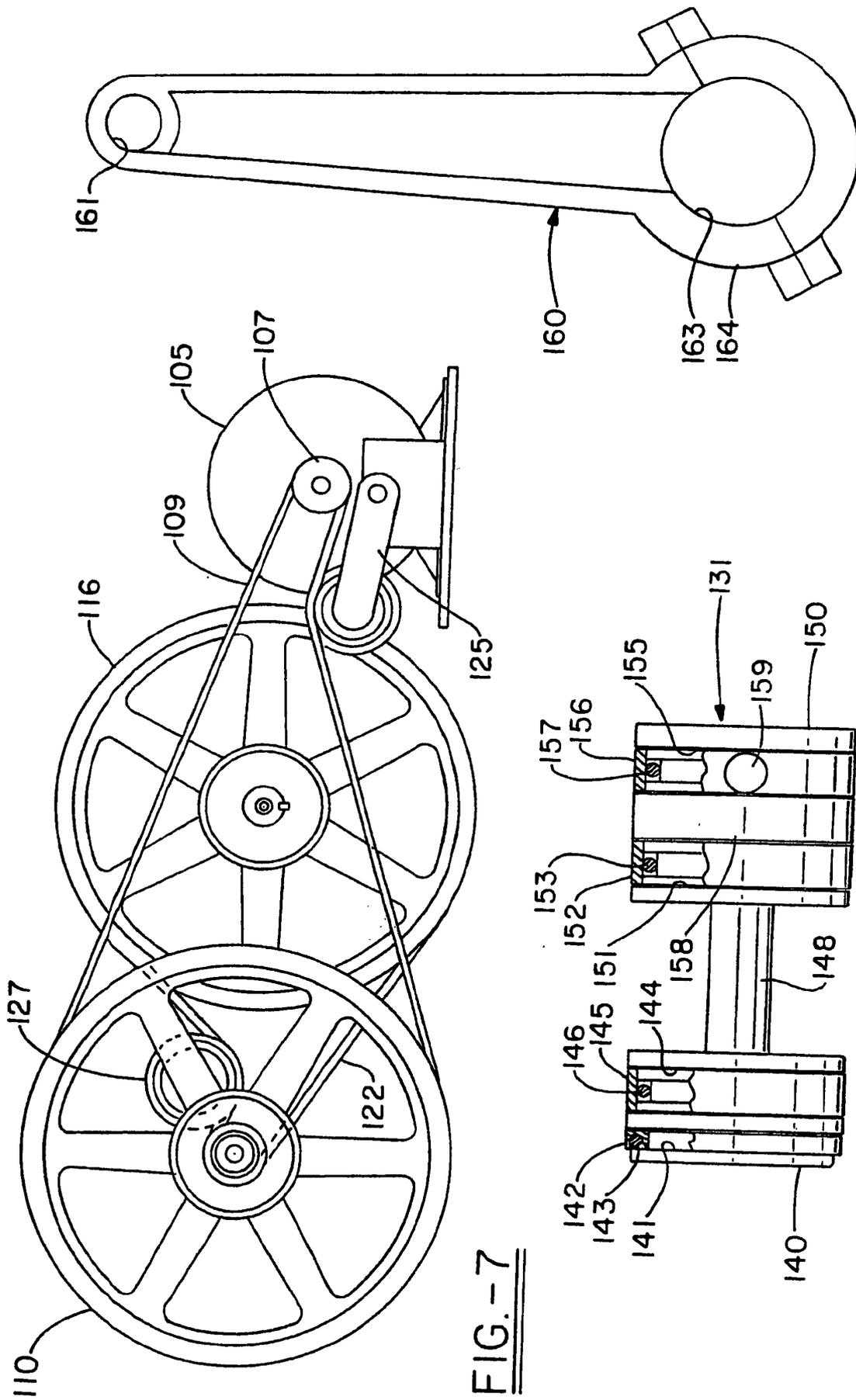


FIG. -7

FIG. -9

FIG. -10

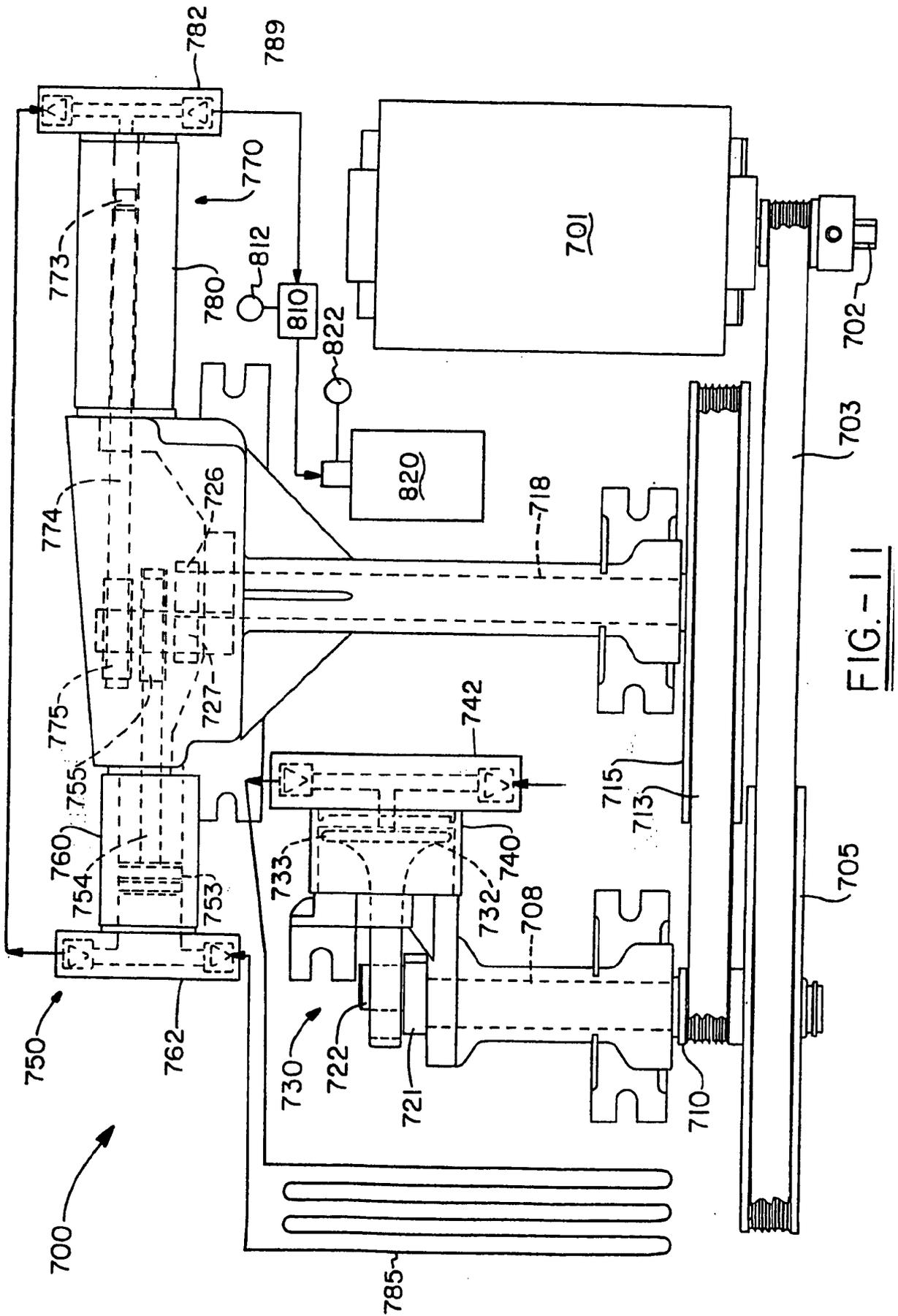


FIG.-11

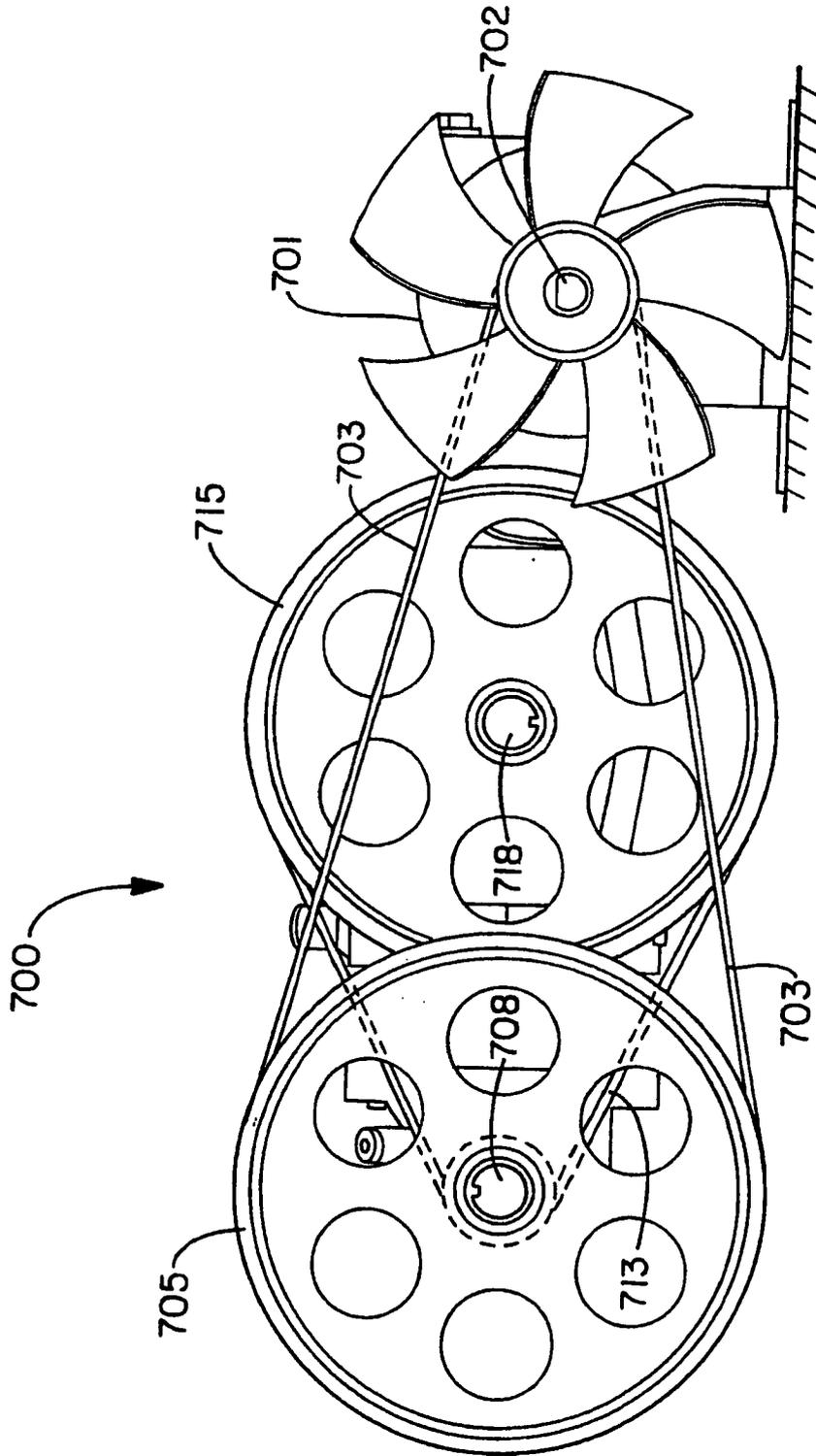


FIG. - 12

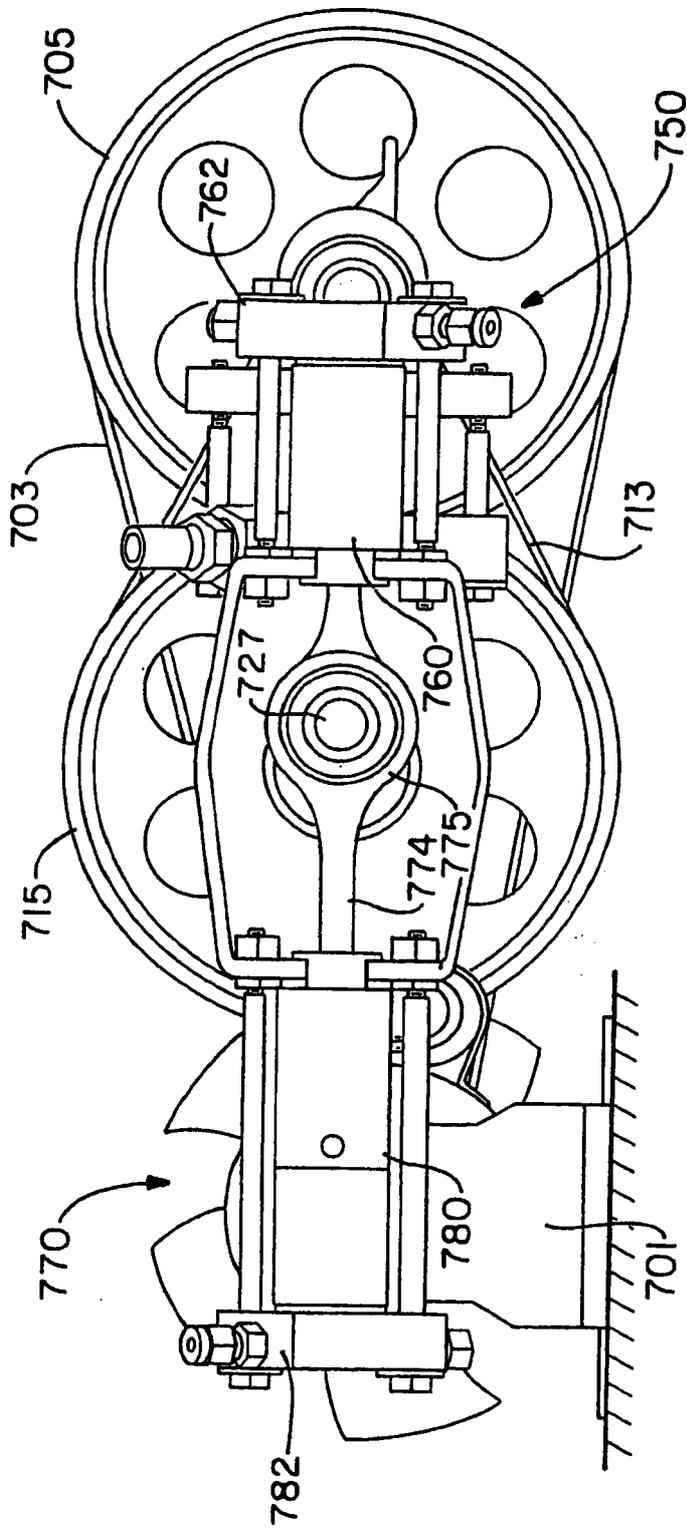


FIG. - 13

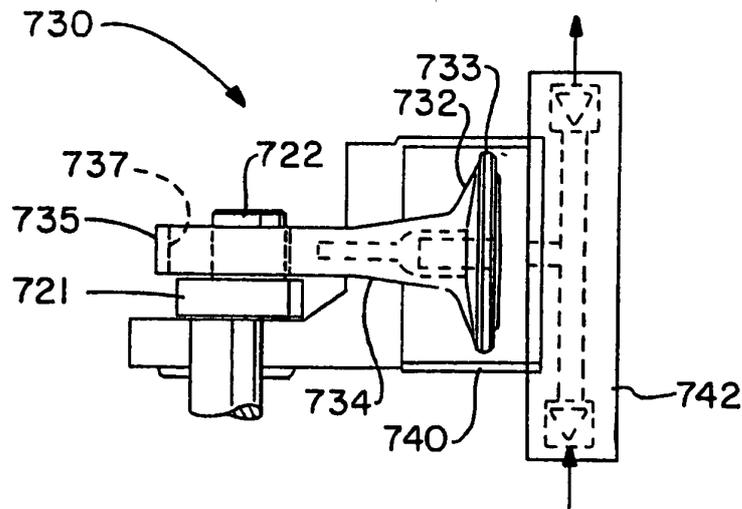


FIG. -14A

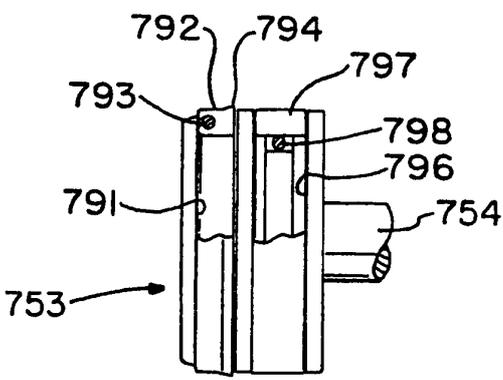


FIG. -14B

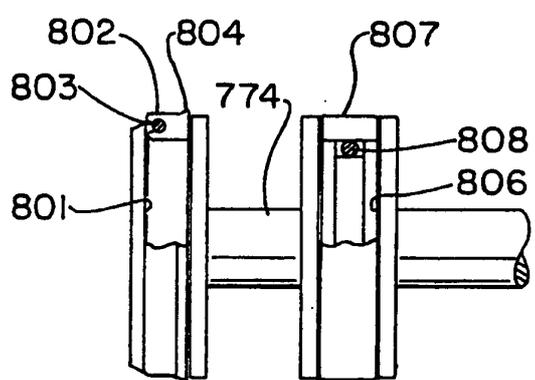


FIG. -14C

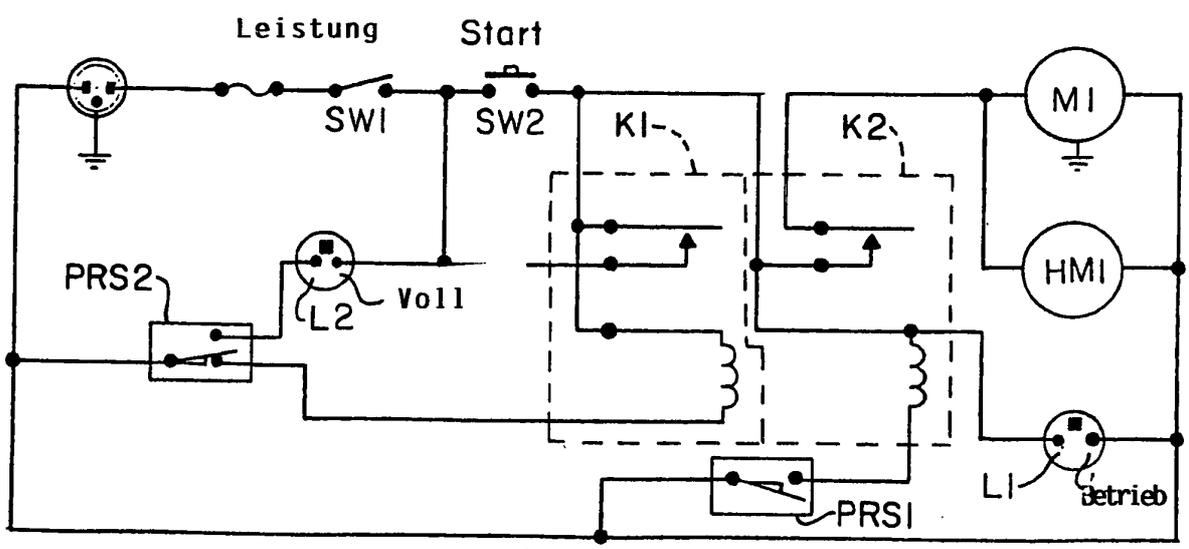


FIG. -15