



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 37 438 T2** 2009.02.19

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 810 899 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 37 438.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/20462**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 944 952.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1997/023270**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.12.1996**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **03.07.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.12.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **20.02.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.02.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B01D 45/14** (2006.01)

B01D 19/00 (2006.01)

B04B 5/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

577998 **22.12.1995** **US**

(73) Patentinhaber:

**United Technologies Corp., Windsor Locks,
Conn., US**

(74) Vertreter:

Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

DEAN, W. Clark, Simsbury, CT 06070, US

(54) Bezeichnung: **FLÜSSIGKEIT/GASSEPARATOR**

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

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Separatoren zum Trennen einer Flüssigkeit von einem Gas in einer Flüssigkeits-/Gasmischung und bezieht sich insbesondere auf einen Flüssigkeits-/Gas-Separator zum Trennen einer Flüssigkeit aus einer größtenteils aus Gas bestehenden Mischung in einer Umgebung mit null Schwerkraft oder variabler Schwerkraft.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Herkömmlicherweise beruhte das Trennen eines Gases von einer Flüssigkeit darauf, dass die Wirkung von Schwerkraft es mitgerissenen Flüssigkeitsblasen erlaubt, sich nach oben durch und aus einer Flüssigkeits-/Gasmischung heraus zu bewegen. Für eine Umgebung mit null oder variabler Schwerkraft in Raumfahrzeugen wurden jedoch komplexe Flüssigkeits-/Gas-Separatoren entwickelt, die die Abwesenheit der Wirkung von Schwerkraft kompensieren. Ursprüngliche in der Technik gut bekannte Null-Schwerkraft-Separatoren verwendeten eine motorgetriebene Drehtrommel, um schwerere flüssige Tröpfchen zentrifugal von dem Gas zu trennen und um einen Flüssigkeitsring um einen Innenumfang der Trommel zu bilden. Eine Pitot-Röhre in der Trommel hat die Flüssigkeit in einen Speichertank abgeleitet, während das getrennte Gas von einer ungefähren Mittellinie der Trommel abgezogen wurde. Solche ursprünglichen Separatoren haben akzeptable Trennungsgrade von nicht seifigen Flüssigkeiten erreicht, aber litten unter "Verschleppungs"-Problemen, die darin bestehen, dass auf Grund von Kontakt zwischen der statischen Pitot-Röhre und dem sich bewegenden Wasser etwas Flüssigkeit in dem getrennten Gas verbleibt und auf Grund eines Nachlaufeffekts der Pitot-Röhre etwas Gas in der Flüssigkeit verbleibt.

[0003] Eine Erfindung eines verbesserten "Flüssigkeits-/Gas-Separators für seifige Flüssigkeit" ist in US-A-5 244 479 an Dean II et al. offenbart, auf der die zweiteilige Form des unabhängigen Anspruchs 1 basiert. Diese Erfindung löst die meisten Probleme, die mit Drehseparatoren mit Pitot-Röhren verbunden sind, wenn diese auf eine hauptsächlich aus Flüssigkeit bestehende Mischung angewendet werden, bei der ein kleiner Bestandteil der Mischung Gas ist, wie z. B. die Abgabe von einer Toilette oder einer Hygienevorrichtung usw., bei null Schwerkraft. Die Erfindung "Flüssigkeits-/Gas-Separator für seifige Flüssigkeit" weist ein zylinderförmiges Gehäuse mit einer motorgetriebenen Welle entlang einer Längsachse einer zylinderförmigen Kammer in dem Gehäuse auf. Ein Reihe von an der Welle befestigten Scheiben dreht sich, um zentrifugale Bewegung auf flüssige

Tröpfchen in der Mischung aufzubringen, wodurch ein Flüssigkeitsring um einen Außenumfang der Kammer gebildet wird und Reibung zwischen den sich drehenden Scheiben und dem Flüssigkeitsring aufbringt. Der Gasanteil der Mischung zwischen dem Flüssigkeitsring und der Welle verlässt die Kammer durch Abgabeschlitze und eine Abgabeöffnung in der Welle. Eine Regulierungseinrichtung gibt variabel Gas aus dem Separator ab, um den Flüssigkeitsring auf einer Tiefe zu halten, die für einen erwünschten Grad an Flüssigkeits-/Gastrennung und eine erwünschte Flüssigkeitsabgaberate aus dem Separator optimal ist.

[0004] Während der "Flüssigkeits-/Gas-Separator für seifige Flüssigkeit" für Mischungen mit einer relativ konstanten Flüssigkeitsströmungsrate mit variierenden kleinen Gasmengen effektiv ist, ist er beim Trennen von relativ kleinen Flüssigkeitsmengen aus hauptsächlich aus Gas bestehenden Mischungen ineffizient. Zum Beispiel muss ein Separator, um Kondensat stromabwärts einer Anordnung mit kondensierendem Wärmetauscher und „Schlürfvorrichtung“ in einem Raumfahrzeug zu entfernen, eine relativ konstante Gasströmung mit variierenden kleinen Flüssigkeitsmengen empfangen und abgeben. Auf Grund inhärenter struktureller Beschränkungen der Regulierungseinrichtung, die den Gasbestandteil der Mischung in dem "Flüssigkeits-/Gas-Separator für seifige Flüssigkeit" variabel abgibt, kann diese Vorrichtung ein adäquates Gasvolumen in einer solchen Rolle, wo bei Raumfahrzeugen notwendigerweise wenig Gewicht, Volumen und Energieverbrauch erforderlich sind, nicht effektiv abgeben.

[0005] Es wird auch Bezug auf US-A-4 509 341 an Bernard Zimmern genommen, die eine Economizer-Vorrichtung für eine Kühlmaschine, eine Wärmepumpe oder Ähnliches mit einem Gas/Flüssigkeits-Separator offenbart, der mit einer Flüssigkeitspegelsteuereinrichtung versehen ist, die für das variable Abgeben von Flüssigkeit aus einer Separatorkammer ausgebildet ist.

[0006] Die allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen verbesserten Flüssigkeits-/Gas-Separator bereitzustellen, der die Einschränkungen des Standes der Technik überwindet.

[0007] Es ist eine speziellere Aufgabe, einen Flüssigkeits-/Gas-Separator bereitzustellen, der eine relativ kleine und variierende Flüssigkeitsmenge von einer relativ großen Gasmenge in einer Flüssigkeits-/Gasmischung trennt.

[0008] Es ist eine andere spezielle Aufgabe, einen Flüssigkeits-/Gas-Separator bereitzustellen, der eine relativ kleine und variierende Flüssigkeitsmenge von einer relativ großen Gasmenge in einer Flüssig-

keits-/Gasmischung bei für Raumfahrzeuge typischen Anforderungen hinsichtlich wenig Gewicht, Volumen und Energieverbrauch trennt.

[0009] Es ist noch eine anderen Aufgabe, einen Flüssigkeits-/Gas-Separator bereitzustellen, der Flüssigkeit und Gas aus einer hauptsächlich aus Gas bestehenden Mischung trennt.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0010] Gemäß der Erfindung ist ein Flüssigkeits-/Gas-Separator zum Trennen von Flüssigkeit und Gas aus einer Flüssigkeits-/Gas-Mischung mit veränderlichen Anteilen von Flüssigkeit und Gas in einer Umgebung mit null Schwerkraft oder variabler Schwerkraft vorgesehen, wie in Anspruch 1 beansprucht.

[0011] Beim Betrieb des Flüssigkeits-/Gas-Separators der vorliegenden Erfindung wird eine Mischung aus Flüssigkeit und Gas in eine zu einem Umfang der Kammer tangential Richtung in die Vorwirbelkammer geleitet, wodurch eine Rotationsbewegung auf die Mischung in der Vorwirbelkammer aufgebracht wird. Die Mischung passiert dann in die Separatorkammer, um in Kontakt mit den sich drehenden zusammenhängenden Scheiben zu kommen und passiert Öffnungen in den Scheiben, die eine Labyrinthpassage zwischen den Scheiben durch die Separatorkammer definieren, so dass flüssige Tröpfchen in Kontakt mit den Scheiben kommen und sich drehend von ihnen weg bewegen, wodurch sie eine Zentrifugalkraft empfangen, die die flüssigen Tröpfchen in Richtung des Außenumfangs der Separatorkammer bewegt, um den Flüssigkeitsring zu bilden. Wenn die Tiefe des Flüssigkeitsrings eine Steuertiefe erreicht (wobei die "Steuertiefe" eine Tiefe ist, die ausreichend hoch ist, damit der Flüssigkeitsring mit peripheren Rändern der zusammenhängenden Scheiben in Kontakt kommt), bringt Reibungswiderstand zwischen den Scheiben und der Flüssigkeit eine Rotationsbewegung auf den Flüssigkeitsring auf. Gleichzeitig passiert der Gasanteil der Mischung die Abgabeschlitze und den Abgabekanal des Nabenteils der Welle, um die Separatorkammer zu verlassen. Sämtliche flüssige Tröpfchen, die in den Abgabekanal passieren, empfangen durch Kontakt mit dem Drehkanal eine weitere Zentrifugalkraft und bewegen sich dadurch wieder aus den Abgabeschlitzen heraus und in den Flüssigkeitsring zurück.

[0012] Wenn die Tiefe des Flüssigkeitsrings auf Grund einer plötzlichen Zunahme einer anteilmäßigen Flüssigkeitsmenge in der Mischung über die Steuertiefe hinaus zunimmt, nimmt der Oberflächenbereich der zusammenhängenden Scheiben, der in Kontakt mit dem Flüssigkeitsring ist, zu und nehmen deshalb die Rotationsgeschwindigkeit und die Schwerkraft des Flüssigkeitsrings zu, wodurch der

Druck des Flüssigkeitsrings effektiv zunimmt, was von dem Flüssigkeitssteuerventil gemessen wird. Das Pegelsteuerventil fühlt die Zunahme der Druckdifferenz zwischen dem Flüssigkeitsring und dem Druck der Mischung in der Vorwirbelkammer und erhöht eine Flüssigkeitsabgaberate, so dass die Tiefe des Flüssigkeitsrings abnimmt, wodurch der Druck des Flüssigkeitsrings verringert wird.

[0013] Das Pegelsteuersystem weist eine fühlende Differenzaufrechterhaltungseinrichtung zum Aufrechterhalten einer Druckdifferenz zwischen einem Druck des Flüssigkeitsrings in der Nachbarschaft einer Flüssigkeitsabgabeöffnung und einem Druck von Flüssigkeit in einer Flüssigkeitsfühlkammer des Pegelsteuerventils auf, so dass von der Flüssigkeitsabgabepumpe bewirkte Änderungen im Druck der Flüssigkeit in der Nachbarschaft der Flüssigkeitsabgabeöffnung nicht direkt den Betrieb des Pegelsteuerventils steuern.

[0014] Die oben genannten und andere Vorteile des Flüssigkeits-/Gas-Separators werden leichter beim Lesen der folgenden Beschreibung mit den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht eines gemäß der vorliegenden Erfindung konstruierten verbesserten Flüssigkeits-/Gas-Separators, die mit Richtungspfeilen Bewegung einer Flüssigkeits-/Gasmischung durch den Separator zeigt.

[0016] [Fig. 2](#) ist eine fragmentarische Schnittansicht eines Teils des Flüssigkeits-/Gas-Separators aus [Fig. 1](#).

[0017] [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht des Flüssigkeits-/Gas-Separators aus [Fig. 1](#) entlang der Sichtlinie 3-3 aus [Fig. 2](#).

[0018] [Fig. 4](#) ist eine fragmentarische Schnittansicht eines Pegelsteuerventils des Flüssigkeits-/Gas-Separators aus [Fig. 1](#).

[0019] [Fig. 5](#) ist eine flache Draufsicht, die den Flüssigkeits-/Gas-Separator aus [Fig. 1](#) mit zugehörigen Komponenten in einer schematischen Darstellung zeigt.

BESTE ART DER AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0020] Es wird detaillierter Bezug auf die Zeichnungen genommen. Eine bevorzugte Ausführungsform des verbesserten Flüssigkeits-/Gas-Separators der vorliegenden Erfindung ist am besten in [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) gezeigt und wird allgemein von der Bezugszahl **10** bezeichnet. Der Flüssigkeits-/Gas-Se-

parator **10** weist grundsätzlich ein Hauptgehäuse **12**, das eine Vorwirbelkammer **14** zum Empfangen einer Flüssigkeits-/Gasmischung und eine benachbarte zylinderförmige Separatorkammer **16** zum Enthalten von Flüssigkeit und Gas, die aus der Mischung getrennt werden, definiert; eine drehbar entlang einer Innenlängsachse des Hauptgehäuses **12** gelagerte Hauptwelle **18**, die einen Nabenteil **20** aufweist, der Abgabeschlitze **22A**, **22B**, **22C** (am besten in [Fig. 2](#) zu sehen) in Fluidverbindung mit einem Abgabekanal **24** in der Nabe **20** der Hauptwelle **18** aufweist; mehrere an der Nabe **20** befestigte zusammenhängende Scheiben **26A**, **26B**, **26C**, **26D**, **26E** mit Öffnungen **28A**, **28A'**, **28C**, **28C**, **28D**, **28D'** (**28D** und **28D'** sind nur in [Fig. 3](#) zu sehen) und **28E**, **28E'** (wie in 2 Figur gezeigt), um rotierend auf sämtliche flüssige Tröpfchen in der Separatorkammer **16** einzuwirken und dadurch die getroffenen Tröpfchen von der Hauptwelle **18** weg in Richtung eines und in einen Flüssigkeitsring **30** in der Nachbarschaft eines Innenumfangs **32** der Separatorkammer **16** zu leiten; eine Motoreinrichtung zum Drehen der Welle, wie z. B. einen mechanisch an der Hauptwelle **18** befestigten Motor **34**; eine Flüssigkeitsabgabereinrichtung zum Abgeben der getrennten Flüssigkeit aus dem Flüssigkeits-/Gas-Separator, wie z. B. eine Flüssigkeitsabgabepumpe **36**, die mechanisch an der Hauptwelle **18** befestigt ist, von der Drehung der Hauptwelle **18** mit Energie versorgt wird und in Fluidverbindung mit dem Flüssigkeitsring **30** ist; ein Rückschlagventil **38** in Fluidverbindung mit der Separatorkammer **16** zum Verhindern von Strömung aus der Separatorkammer während des Ausschaltens und Einschaltens des Flüssigkeits-/Gas-Separators **10**; und ein Pegelsteuersystem **40** zum Steuern der Tiefe des Flüssigkeitsrings **30** auf.

[0021] Wie am besten in [Fig. 3](#) zu sehen ist, weist das Hauptgehäuse **12** eine Mischungseingangsöffnung **42** auf, die tangential zu und an der Vorwirbelkammer **14** befestigt ist, so dass eine Flüssigkeits-/Gasmischung, die die Eingangsöffnung **42** passiert, tangential zu einem Innendurchmesser der grob zylinderförmigen Kammer **14** in die Vorwirbelkammer **14** eintritt. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, weist das Hauptgehäuse **12** auch folgende Bestandteile auf: eine flüssigkeitsseitige Kappe **44**, die mechanisch an der Flüssigkeitsabgabepumpe **36** befestigt ist; ein an der Pumpe **36** befestigtes Vorwirbelgehäuse **46**, das eine Separatoreingangsöffnung **47** definiert; ein Separatorgehäuse **48** in der Nachbarschaft der Separatoreingangsöffnung **47** des Vorwirbelgehäuses **46**; und eine gasseitige Kappe **50**. Eine erste Fluidichtung **52** ist zwischen der flüssigkeitsseitigen Kappe **44** und der Flüssigkeitsabgabepumpe **36** befestigt. Eine zweite Fluidichtung **54** ist zwischen dem Vorwirbelgehäuse **46** und dem Separatorgehäuse **48** befestigt. Und eine dritte Dichtung **56** ist zwischen dem Separatorgehäuse **48** und der gasseitigen Kappe **50** befestigt. Die erste, zweite und dritte Flüssigkeits-

dichtung **52**, **54**, **56** können in der Technik gut bekannte übliche "O-Ring"-Dichtungen sein und schaffen Fluidichtungen, nachdem das oben erwähnte Hauptgehäuse **12** mittels einer Befestigungseinrichtung, wie z. B. Standardgewindebolzen und -muttern, von denen einige in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) als Bolzen **58A**, **58B**, **58C**, **58D**, **58E**, **58F**, **58G** gezeigt sind, mechanisch montiert wurde.

[0022] Ein Pumpenende **60** der Hauptwelle **18** ist in einer Pumpendurchgangsöffnung **62** der Wasserpumpe **36** befestigt und wird darin von einem ersten Wellenlager **64** gehalten. Ein Separatorende **66** der Hauptwelle **18** ist in einer in dem Vorwirbelgehäuse **46** definierten Vorwirbeldurchgangsöffnung **68** befestigt und wird darin von einem zweiten Wellenlager **70** gehalten. Ein Motorgehäuse **72** hält das erste Wellenlager **64** und trennt einen Stator **74** von einem Rotor **76** des Motors **34** und wird in dem Motorraum **78** des Vorwirbelgehäuses **46** von einer vierten Dichtung **80** und einer fünften Dichtung **82** abgedichtet. Der Motor **36** empfängt durch eine Motorzuführleitung **84** elektrische Energie und kann entweder ein Standardwechselstrom- oder ein Standardgleichstrommotor sein, welche in der Technik gut bekannt sind.

[0023] Der Naben(**20**)-Teil der Hauptwelle **18** ist in der Separatorkammer **16** positioniert und weist eine Befestigungsdurchgangsöffnung **86** mit einer Trägerschulter **88** auf, die mittels einer mechanischen Standardeinrichtung, wie z. B. eines Nabenbolzen **92**, an einem gestuften Nabenende **90** der Hauptwelle **18** befestigt ist. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist eine "S"-förmige und mit den anderen Scheiben zusammenhängende Scheibe **94** in der Nachbarschaft eines Abgabeendes **96** der Nabe **20** positioniert und weist eine Öffnung **97** und ein angeflanshtes Ende **98** auf, um Zentrifugalkraft zu verbessern, die auf Flüssigkeit aufgebracht wird, die auf die mit den anderen Scheiben zusammenhängende Endscheibe **94** trifft, und um einen weiteren Reibungswiderstand auf den Flüssigkeitsring **30** in der Nachbarschaft der mit den anderen Scheiben zusammenhängenden Scheibe **94** aufzubringen, wodurch jegliches Risiko minimiert wird, dass sich Flüssigkeit durch Haftung entlang einer Endwand **100** der Trennungskammer **16** bewegt, um durch einen zwischen dem Abgabeende **96** der Nabe **20** und der Abgabedurchgangsöffnung **104** der Trennungskammer **16** definierten Endabgabeschlitz **102** in den Abgabekanal **24** der Nabe **20** einzutreten.

[0024] Die zusammenhängenden Scheiben **26A–26E** und die mit ihnen zusammenhängende Endscheibe **94** erstrecken sich weg von einem Schlitzrand **106** der Nabe **20**, der die Abgabeschlitze **22A–22C** (wie am besten in [Fig. 2](#) zu sehen) definiert, und erstrecken sich in Richtung des Innenumfangs **32** der Separatorkammer **16**, so dass die peripheren Ränder **106A**, **106B**, **106C**, **106D**, **106E**, **106F** der zusammenhängenden Scheiben **26A–26E**

und **94** in Kontakt mit dem Flüssigkeitsring **30** kommen, wenn der Flüssigkeitsring eine "Steuertiefe" hat, wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt. Die "Steuertiefe" ist zum Zweck der Erklärung des Flüssigkeits-/Gas-Separators **10** der vorliegenden Erfindung als die Tiefe definiert, die der Flüssigkeitsring **30** hat, wenn er in Kontakt mit den peripheren Rändern **106A–106F** der zusammenhängenden Scheiben ist.

[0025] Das Rückschlagventil **38** ist mittels einer Ventilhaltevorrückung **108** in der gasseitigen Kappe **50** befestigt und weist eine Tellerführung **110** auf, die durch eine von einem Gebläse **122** in Fluidverbindung mit dem Rückschlagventil **38** hergestellte Druckdifferenz steuerbar bewegt wird und von einer Tellerführungsbuchse **112** in der Ventilhaltevorrückung **108** gehalten wird. Ein Dichtungsteller **114** ist an der Tellerführung **110** befestigt und ist dafür ausgebildet, von der Tellerführung **110** in die Abgabedurchgangsöffnung **104** bewegt zu werden, um die Durchgangsöffnung durch Dichtungskontakt mit dem Abgabende **96** des Separatorgehäuses **48** abzudichten. Die Tellerführung **110** bewegt den Dichtungsteller **114** in Reaktion auf eine Spiralfeder **116** in die Abgabedurchgangsöffnung **104** und bewegt den Dichtungssitz in Reaktion auf die von dem Gebläse **122** herbeiführte Druckdifferenz aus dem Kontakt mit der Abgabedurchgangsöffnung **104** heraus. Das Rückschlagventil **38** ist in Fluidverbindung mit einem Gebläsekanal **120**, der wiederum in Fluidverbindung mit dem Gebläse **122** (schematisch in [Fig. 5](#) gezeigt) ist. Diese Gebläse sind in der Technik gut bekannt.

[0026] In der Technik gut bekannte Flüssigkeitssensoren **124A**, **124B**, die elektrische Leitfähigkeit von Flüssigkeit in der Nachbarschaft einer Wand des Gebläsekanals **120** messen, sind in dem Strom von getrenntem Gas, das die Abgabedurchgangsöffnung **104** verlässt, positioniert, so dass das Gebläse **122** auf Fühlen von Flüssigkeit in dem Gas hin als eine Folge von Kommunikation der Sensoren **124A**, **124B** mit dem Gebläse ausgeschaltet werden kann.

[0027] Wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt, ist in dem Separatorgehäuse **48** eine Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** in der Nachbarschaft des Innenumfangs **32** der Separatorkammer **16** positioniert. Die Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** ist tangential zu einer Rotationsströmung des Flüssigkeitsrings, wobei die Rotationsströmung in [Fig. 3](#) durch Richtungspfeile **128A**, **128B**, **128C** gekennzeichnet ist. Eine erste Flüssigkeitsabgabeleitung **130** ist in Fluidverbindung mit der Abgabeöffnung **126** und leitet Flüssigkeit von der Separatorkammer **16** in das Pegelsteuersystem **40**. Eine zweite Flüssigkeitsabgabeleitung **132** ist in Fluidverbindung mit dem Pegelsteuersystem **40** und leitet Flüssigkeit von dem Pegelsteuersystem **40** in die Flüssigkeitsabgabepumpe **36**.

[0028] Das Pegelsteuersystem **40** weist eine Pegel-

steuereinrichtung, wie z. B. ein Pegelsteuerventil **133** (am besten zu sehen in [Fig. 4](#)), zum variablen Abgeben von Flüssigkeit aus der Separatorkammer **16** auf, um durch Steuern einer Tiefe des Flüssigkeitsrings **30** automatisch eine optimale Trennung der Flüssigkeit und des Gases aufrecht zu erhalten (wobei die "Tiefe" des Flüssigkeitsrings **30** für hiesige Zwecke als der kürzeste Abstand von einer Außenoberfläche des Flüssigkeitsrings **30** in der Nachbarschaft des Innenumfangs **32** der Separatorkammer **16** zu einer Innenoberfläche des Flüssigkeitsrings **30**, die in Kontakt mit den peripheren Rändern **106A–106F** der zusammenhängenden Scheiben **26A–26E** ist, definiert wird). Das Pegelsteuerventil **133** weist ein Steuerventilgehäuse **134**, das Teile der ersten und der zweiten Flüssigkeitsabgabeleitung **130**, **132** definiert und mittels Standardventilgehäusedichtungen **136A**, **136B** und mechanischer Standardbefestigungselemente, wie z. B. Ventilbolzen **137A**, **137B** (nur in [Fig. 1](#) zu sehen), in dem Vorwirbelgehäuse **46** befestigt ist; einen Ventilsitzhohlraum **138** in Fluidverbindung mit sowohl der ersten als auch der zweiten Flüssigkeitsabgabeleitung **130**, **132**; einen in dem Hohlraum **138** von einer Standardventilsitzdichtung **141** abgedichteten zylinderförmigen Ventilsitz **140**, der eine Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung **142** und eine Ventilschaftdurchgangsöffnung **144** an entgegengesetzten Enden des zylinderförmigen Ventilsitzes **140** definiert und auch einen Flüssigkeitsabgabeeinlass **146** in einer Wand des Ventilsitzes **140** in Fluidverbindung mit der ersten Flüssigkeitsabgabeleitung **130** und der Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung **142** definiert; einen Ventilschaft **148**, der durch die Ventilschaftdurchgangsöffnung **144** geht und eine kegelförmige Steuerspitze **150** hat, die steuerbar in die Flüssigkeitsdurchgangsöffnung **142** des Ventilsitzes ragt, um eine Flüssigkeitsabgaberate von der ersten Flüssigkeitsabgabeleitung **130** zu der zweiten Flüssigkeitsabgabeleitung **132** zu steuern; einen Fühlkolben **152**, der mittels einer an dem Kolben befestigten Standardgewindebefestigungskopplungsvorrichtung **156** an einem Gewindegsegment **154** des Ventilschafts **148** befestigt ist; eine Flüssigkeitsfühlkammer **158**, die zwischen dem Steuerventilgehäuse **134** und einer unteren Oberfläche **160** des Fühlkolbens **152** definiert ist; eine Flüssigkeits-/Gasmischungsfühlkammer **162**, die zwischen einer oberen Oberfläche **164** des Fühlkolbens **152** und einer Fühlkammerwand **166** des Vorwirbelgehäuses **46** definiert ist; einen in der Fühlkammerwand **166** definierten Ventilschafthalterungskragen **168**, der den Ventilschaft **148** steuerbar empfängt und haltet; und eine um den Kragen **168** herum und zwischen der Fühlkammerwand **166** und dem Fühlkolben **152** positionierte Schaftsteuerfeder **170**, die die kegelförmige Steuerspitze **150** des Ventilschafts **148** steuerbar vorspannt, um variabel Flüssigkeit in die zweite Flüssigkeitsabgabeleitung **132** abzugeben, wenn sich der Fühlkolben **152** in Reaktion auf sich ändernde Druckdifferenzen zwischen der

Flüssigkeitsfühlkammer **158** und der Mischungsfühlkammer **162** bewegt, auf.

[0029] Eine bevorzugte Ausführungsform des Pegelsteuerventils **133** weist auch eine Isoliereinrichtung zum Isolieren der Flüssigkeitsfühlkammer **158** von Druck in einem Bereich in der Nachbarschaft der Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung **142** auf, wobei die Isoliereinrichtung eine Schaftdurchgangsöffnungsrückhaltescheibe **172** aufweist, die mittels eines Rückhaltebolzens **174** an dem Steuerventilgehäuse **134** befestigt ist, wobei die Scheibe eine Rückhaldedurchgangsöffnung **176** aufweist, durch die der Ventilschaft **148** in der Nachbarschaft eines Ventilsitzdichtungskragens **178** geht, der mittels der Schaftdurchgangsöffnungsrückhaltescheibe **172** über der Ventilschaftdurchgangsöffnung **144** des Ventilsitzs befestigt ist. Ein zusätzliches Merkmal der bevorzugten Ausführungsform des Pegelsteuerventils **133** ist ein zwischen dem Fühlkolben **152** und der Fühlkammerwand **166** des Vorwirbelgehäuses **146** definierter Spülspalt **184**, der es einer kleinen Strömung von Flüssigkeit in der Flüssigkeitsfühlkammer **158** erlaubt, in die Mischungsfühlkammer **162** einzutreten, um eine regelmäßige, aber kleine Strömung der Flüssigkeit aus der Flüssigkeitsfühlkammer **158** zu ermöglichen und dadurch zu verhindern, dass die Flüssigkeit in dieser Kammer **158** stagniert und somit zu einem biologischen Risiko wird.

[0030] Das Pegelsteuersystem **40** weist auch mindestens eine Flüssigkeitsfühloffnung **186A**, **186B**, **186C**, **186D** (wobei **186A** in [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist und **186A–186D** in [Fig. 3](#) gezeigt sind) auf, die in dem Vorwirbelgehäuse **46** zwischen der Flüssigkeitsfühlkammer **158** und dem Innenumfang **32** der Separatorkammer **16** definiert ist, so dass die Flüssigkeitsfühlkammer **158** durch die Flüssigkeitsfühloffnungen **186A–186D** in Fluidverbindung mit einer Außenoberfläche des Flüssigkeitsrings **30** in der Nachbarschaft des Innenumfangs **32** der Separatorkammer **16** ist. Das Pegelsteuersystem **40** weist auch mindestens eine Mischungsfühloffnung **188** auf, die in dem Vorwirbelgehäuse **46** zwischen der Mischungsfühlkammer **162** des Pegelsteuerventils **133** und der Vorwirbelkammer **14** des Hauptgehäuses **12** definiert ist, so dass die Flüssigkeits-/Gasmischungsfühlkammer **162** durch die Mischungsfühloffnung **188**, die Vorwirbelkammer **14** und die Separatoreingangsöffnung **47** in Fluidverbindung mit einer Innenoberfläche des Flüssigkeitsrings **30** gegenüber der Außenoberfläche des Flüssigkeitsrings ist. Deshalb empfängt, wie leicht in [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) zu sehen ist, die Mischungsfühlkammer **162** einen Teil der Flüssigkeits-/Gasmischung, wenn sie in die Vorwirbelkammer **14** eintritt, während die Flüssigkeitsfühlkammer **158** Flüssigkeit von dem Flüssigkeitsring **30** in der Nachbarschaft des Innenumfangs **32** der Separatorkammer **16** empfängt, so dass sich der Fühlkolben **152** als Reaktion auf das Ändern von Differenzen

zwischen einem ersten Innendruck in der Nachbarschaft der Innenoberfläche des Flüssigkeitsrings **30** und einem zweiten Außendruck in der Nachbarschaft der Außenoberfläche des Flüssigkeitsrings **30** bewegt.

[0031] Wie am besten in [Fig. 4](#) zu sehen ist, ist die Ventilschaftdurchgangsöffnung **144** so bemessen, dass ein (nicht gezeigter) Schaftgleitspalt zwischen dem Ventilsitzdichtungskragen **178**, der Schaftdurchgangsöffnungsrückhaltescheibe **172** und dem Ventilschaft **148** einen Strömungsoberflächenbereich hat, durch den Fluid zwischen dem Flüssigkeitsabgabeeinlass **146** und der Flüssigkeitsfühlkammer **158** strömen kann, wobei der Gleitspaltströmungsoberflächenbereich weniger als ein Zehntel der Strömungsoberflächenbereiche entweder der mindestens einen Flüssigkeitsfühloffnung **186A–186D** des Spülspalts **184** oder der Mischungsfühloffnung **188** beträgt, so dass jegliche Leckage zwischen dem Flüssigkeitsabgabeeinlass **146** durch den Schaftgleitspalt in die Flüssigkeitsfühlkammer **158** keine merkliche Druckdifferenz zwischen der Flüssigkeitsfühlkammer **158** und der Flüssigkeits-/Gasmischungsfühlkammer **162** bewirkt. Auf ähnliche Weise definiert der Spülspalt **184** einen Strömungsoberflächenbereich, der weniger als ein Zehntel eines Strömungsoberflächenbereichs entweder der mindestens einen Flüssigkeitsfühloffnung **186A–186D** oder der Mischungsfühloffnung **188** beträgt, so dass eine Druckdifferenz zwischen der Flüssigkeitsfühlkammer **158** und der Flüssigkeits-/Gasmischungskammer **162** aus Strömung durch die Flüssigkeitsfühloffnungen **186A–186D** und die Mischungsfühloffnung **188** und nicht aus Strömung durch den Spülspalt **184** entsteht.

[0032] Wie dem Fachmann der Ventiltechnik klar sein wird, wird die Schaftsteuerfeder **170** so gewählt, dass sie eine spezifische Kraft ausübt, die den Ventilschaft als Reaktion auf eine spezifische Druckdifferenz zwischen der Flüssigkeits- und der Fühlkammer **158**, **162** in einer bestimmten Position hält. Zum Beispiel übt bei gewöhnlichem Betrieb die Schaftsteuerfeder **170** genügend Kraft aus, um die kegelförmige Steuerspitze **150** des Ventilschafts in der Nachbarschaft seiner Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung **142** in Dichtungskontakt mit dem Ventilsitz **140** zu halten, bis der Flüssigkeitsring die oben definierte Steuertiefe erreicht (bei der die peripheren Ränder **106A–106F** der zusammenhängenden Scheiben in Kontakt mit dem Flüssigkeitsring **30** sind).

[0033] Eine solche Konfiguration wird dazu dienen, den gewöhnlichen Betrieb des verbesserten Flüssigkeits-/Gas-Separators **10** der vorliegenden Erfindung zu demonstrieren. Im abgeschalteten Zustand arbeitet das Gebläse **122** nicht; der Motor **34** dreht die zusammenhängenden Scheiben **26A–26E** nicht; und der Dichtungssitz des Rückschlagventils **38** dichtet die Abgabedurchgangsöffnung **104** des Separators

ab, so dass weder Flüssigkeit noch Gas den Separator **10** verlassen können. Auf eine Aktivierung des Motors **34** in einer Umgebung mit null oder variabler Schwerkraft hin beginnen die zusammenhängenden Scheiben **26A–26E** sich zu drehen und treten in Kontakt mit jeglichen flüssigen Tröpfchen, die in der Separatorkammer **16** sein können. Nach einem vorbestimmten Zeitraum kann das Gebläse **122** gestartet werden. Sobald Strömung in die Vorwirbelkammer **14** hergestellt wird, bewegt sich die Mischung auf einem kurvenförmigen Pfad durch die Öffnungen **28A–28E'** der Scheiben. Der Kontakt der Tröpfchen mit den Scheiben bewirkt, dass sie sich entweder direkt zu dem Innenumfang **32** der Separatorkammer **16** hin bewegen oder sich vereinigen und die Scheiben bedecken, bis sich genug Flüssigkeit auf der Scheibe gebildet hat, um von den Scheiben zum Innenumfang der Separatorkammer **16** hin geworfen zu werden. Schließlich bildet sich der Wasserring **30** und nimmt an Tiefe zu, bis er die Steuertiefe erreicht (in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt), wobei zu dieser Zeit der Kontakt zwischen den peripheren Rändern **106A–106F** der Scheiben eine verbesserte Rotationsgeschwindigkeit auf den Flüssigkeitsring **30** aufbringt. Die verbesserte Geschwindigkeit entspricht einer Zunahme einer Schwerkraft des Flüssigkeitsrings, die durch die Flüssigkeitsföhlöffnungen **186A–186D** als eine Zunahme im Druck der Flüssigkeit in der Flüssigkeitsföhlkammer **158** übertragen wird, wodurch bewirkt wird, dass der Föhlkolben **152** den Ventilschaft **148** aus dem Dichtungskontakt mit dem Ventilsitz **140** bewegt, so dass sich Flüssigkeit von der ersten Flüssigkeitsabgabeleitung **130** durch das Pegelsteuerventil **133** zu der zweiten Flüssigkeitsabgabeleitung **132** und in die Flüssigkeitsabgabepumpe **36** bewegen kann, wo sie von den Laufrädern **190A, 190B** der Pumpe getroffen wird (gezeigt in [Fig. 1](#)) und durch eine Separatorabgabeöffnung **192** in eine Flüssigkeitsübertragungsleitung **194** und aus dem Separator **10** bewegt wird, um zu einem Flüssigkeitsspeichertank **196** (schematisch in [Fig. 5](#) gezeigt) bewegt zu werden. Für die Anwendung des Flüssigkeits-/Gas-Separators **10**, die das Pumpen in einen Speicherbehälter bei weniger als 6,9 kPa (1 p. s. i.) über einem Gasdruck in der Separatorkammer **16** beinhaltet, ist die Flüssigkeitsabgabepumpe **36** nicht erforderlich, weil ein Druck an der Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** allgemein 6,9 kPa (1 p. s. i.) über dem Gasdruck in der Separatorkammer **16** ist.

[0034] Wenn die Flüssigkeitssensoren **124A, 124B** fühlen, dass Flüssigkeit die Durchgangsöffnung **104** verlässt, wird das Gebläse **122** gestoppt. Offensichtlicherweise reguliert das Pegelsteuersystem **40** die Tiefe des Flüssigkeitsrings **30** automatisch, um variierende Anteile von Flüssigkeit und Gas in der Mischung, die in den Separator **10** eintritt, zu kompensieren. Wenn die Mischung eine Zunahme des Anteils von Flüssigkeit aufweist, nimmt die Tiefe des Flüssigkeitsrings **30** zu und erhöht der daraus entste-

hende zunehmende Kontakt zwischen den zusammenhängenden Scheiben **26A–26E** und dem Flüssigkeitsring **30** die Rotationsgeschwindigkeit des Flüssigkeitsrings, wodurch der Druck in der Flüssigkeitsföhlkammer **158** erhöht wird. Das bewirkt, dass sich die kegelförmige Steuerspitze **150** des Ventilschafts **148** weiter von der Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung **142** weg bewegt, was wiederum bewirkt, dass die Flüssigkeitsabgaberate aus der Separatorkammer **16** zunimmt, wodurch die Tiefe des Flüssigkeitsrings **30** und der entstehende Druck in der Flüssigkeitsföhlkammer **158** verringert werden. Dies verlangsamt wiederum die Flüssigkeitsabgaberate, bis die Steuertiefe wieder erreicht wird.

[0035] Wenn die Flüssigkeitsabgabepumpe **36** beginnt, zu pumpen, nachdem die Steuertiefe des Flüssigkeitsrings **30** erreicht wurde, kann die von der Separatorkammer **16** abgegebene Flüssigkeit in Folge der Aktivität der Abgabepumpe **36** eine erhöhte Strömungsrate aus dem Separator **10** heraus annehmen. Eine solche verbesserte Bewegung der Flüssigkeit durch die erste und die zweite Abgabeleitung würde einen effektiven und unmittelbaren Druckabfall in dem Flüssigkeitsring **30** und in der Flüssigkeitsföhlkammer **158** bewirken, wodurch eine plötzliche Bewegung der kegelförmigen Steuerspitze **150** des Ventilschafts **148** in Richtung der Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung **142** bewirkt wird, um die Flüssigkeitsabgaberate aus der Separatorkammer **16** unmittelbar zu stoppen oder zu verlangsamen. Wenn der Flüssigkeits-/Gas-Separator **10** von einem Einschaltmodus in einen konstant laufenden Modus wechselt, zwingt ein solcher Umstand das Flüssigkeitssteuersystem **40**, primär auf Wechsel von einem Stagnationsdruck zu einem dynamischen Druck der Flüssigkeit in der Trennkammer **16** zu reagieren, da die Flüssigkeit zuerst nicht durch die erste und die zweite Flüssigkeitsabgabeleitung **130, 132** strömt und danach beginnt, durch die Leitungen **130, 132** zu strömen, und aus dem Separator **10** gepumpt wird.

[0036] Um einen solchen Umstand zu kompensieren, weist der Flüssigkeits-/Gas-Separator **10** eine fühlende Differenzaufrechterhaltungseinrichtung zum Aufrechterhalten einer Druckdifferenz zwischen dem Druck des Flüssigkeitsrings **30** in der Nachbarschaft der Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** und dem Druck der Flüssigkeit in der Föhlkammer **158** auf. Die fühlende Differenzaufrechterhaltungseinrichtung weist die Flüssigkeitsabgabeöffnung **126**, die tangential zu der Rotationsströmung des Flüssigkeitsrings positioniert ist, und die mindestens eine Flüssigkeitsföhlöffnung **186A–186D**, die rechtwinklig zu der Rotationsströmung des Flüssigkeitsrings positioniert ist, auf, wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zu sehen ist. Mit der Formulierung ‚tangential zu der Rotationsströmung des Flüssigkeitsrings positioniert‘ ist gemeint, dass die Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** so positioniert ist, dass die Rotationskraft, die auf die Flüssigkeit in dem

Flüssigkeitsring **30** wirkt, die Flüssigkeit in eine Richtung zwingt, die annähernd parallel zu einer Strömungsrichtungsachse von Flüssigkeitsströmung durch die Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** ist. Mit der Formulierung ‚rechtwinklig zu der Rotationsströmung des Flüssigkeitsrings positioniert‘ ist gemeint, dass die mindestens eine Flüssigkeitsföhlöffnung **186A–186D** so positioniert ist, dass die Rotationskraft, die auf die Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsring **30** wirkt, die Flüssigkeit in eine Richtung zwingt, die annähernd rechtwinklig zu einer Strömungsrichtungsachse von Flüssigkeitsströmung durch die mindestens eine Flüssigkeitsföhlöffnung **186A–186D** ist.

[0037] Da die Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** von der Separatorkammer **16** tangential zu der Rotationsströmung des Flüssigkeitsrings **30** positioniert ist, führt das Moment der rotierenden Flüssigkeit in die erste Flüssigkeitsabgabeleitung **130** zu einem Stagnationsdruck dieser Flüssigkeit, der höher ist als der Stagnationsdruck der Flüssigkeit in der Flüssigkeitsföhlkammer **158**. Folglich reduziert eine plötzliche Reduzierung des Flüssigkeitsdrucks in der ersten und der zweiten Flüssigkeitsabgabeleitung **130, 132**, die aus Schwankungen in der Flüssigkeitsströmungsrate durch die erste und die zweite Flüssigkeitsabgabeleitung **130, 132** resultiert, den Druck der Flüssigkeit in der Flüssigkeitsföhlkammer **158** nicht direkt. Deshalb gibt das Pegelsteuersystem **40** auf der Basis der Flüssigkeitstiefe in dem Flüssigkeitsring **30** anstatt auf der Basis von Druckänderungen von sich durch das Pegelsteuersystem **40** bewegender Flüssigkeit variabel Flüssigkeit von dem Separator **10** ab. Diese strukturelle Nebeneinanderstellung der Flüssigkeitsabgabeöffnung **126** der Separatorkammer **16** und der Flüssigkeitsföhlöffnung **186A–186D** führt zu der Aufrechterhaltung einer Druckdifferenz zwischen der Flüssigkeit, die die Separatorkammer **16** verlässt, und der Flüssigkeit in der Flüssigkeitsföhlkammer **158**. Der Flüssigkeits-/Gas-Separator **10** der vorliegenden Erfindung ist aus gewöhnlichen, in der Technik gut bekannten Materialien, wie z. B. rostfreiem Stahl, Aluminium, verschiedenen Legierungen und verbesserten Kunststoffen, konstruiert.

[0038] Während der Flüssigkeits-/Gas-Separator **10** der vorliegenden Erfindung in Bezug auf eine bestimmte Konstruktion und in einer bestimmten Arbeitsumgebung beschrieben und erläutert wurde, wird der Fachmann verstehen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf dieses bestimmte Beispiel beschränkt ist. Zum Beispiel kann die Drehkraft zum Drehen der Hauptwelle **18** von einer Motoreinrichtung aufgebracht werden, die mechanisch von dem Hauptgehäuse **12** des Separators getrennt ist, und/oder kann die Flüssigkeitsabgabepumpe **36** ebenso von dem Hauptgehäuse getrennt sein.

Patentansprüche

1. Flüssigkeits-/Gas-Separator zum Trennen von Flüssigkeit und Gas aus einer Flüssigkeits-/Gasmischung mit veränderlichen Anteilen von Flüssigkeit und Gas in einer Umgebung mit null oder variabler Schwerkraft, aufweisend:

a. ein Hauptgehäuse (**12**) mit einem Vorwirbelgehäuse (**46**), das eine Vorwirbelkammer (**14**) zum Empfangen der Flüssigkeits-/Gasmischung definiert, und einem benachbarten Separatorgehäuse (**48**), das eine zylindrische Separatorkammer (**16**) in Fluidverbindung mit der Vorwirbelkammer (**14**) zum Enthalten von Flüssigkeit und Gas, die aus der Mischung getrennt werden, definiert, wobei das Vorwirbelgehäuse (**46**) und das Separatorgehäuse (**48**) entlang der Längsachse des Hauptgehäuses (**12**) ausgerichtet sind und wobei das Separatorgehäuse (**48**) eine darin positionierte Flüssigkeitsabgabeöffnung (**126**) hat, die einer Innenumfangswandoberfläche (**32**) der Separatorkammer (**16**) benachbart ist;

b. eine drehbar entlang der Innenlängsachse des Hauptgehäuses (**12**) gelagerte Hauptwelle (**18**) mit einem Naben(**20**)-Bereich in der Separatorkammer (**16**), der mehrere Abgabeschlitze (**22A, 22B, 22C**) in Fluidverbindung mit einem Abgabekanal (**24**) in dem Naben(**20**)-Bereich definiert, so dass Gas in der Separatorkammer (**16**) durch die Abgabeschlitze (**22A, 22B, 22C**) in und durch den Abgabekanal (**24**) und durch einen Gasauslass an einem von dem Vorwirbelgehäuse (**46**) entfernten Ende des Separatorgehäuses (**48**) aus dem Flüssigkeits-/Gas-Separator (**10**) heraus strömen kann;

c. mehrere zusammenhängende Scheiben (**26A, 26B, 26C, 26D, 26E, 94**), die an dem Naben(**20**)-Bereich befestigt sind und mindestens eine in jeder Scheibe definierte Öffnung (**28A, 28B, 28C, 28D, 28E, 97**) haben, um rotierend auf sämtliche flüssige Tröpfchen in der Mischung, die aus der Vorwirbelkammer (**14**) in die Separatorkammer (**16**) und durch die Öffnungen passiert, so einzuwirken, dass sich die getroffenen Tröpfchen von der Hauptwelle (**18**) weg bewegen, um einen rotierenden Flüssigkeitsring (**30**) zu bilden, der der Innenumfangswandoberfläche (**32**) der Separatorkammer (**16**) benachbart ist;

d. eine Motoreinrichtung (**34**) zum Drehen der Hauptwelle (**18**);

e. ein Rückschlagventil (**38**), das in dem Gasauslass in Fluidverbindung mit dem Abgabekanal (**24**) für Bewegung zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position entlang der Längsachse des Hauptgehäuses (**12**) befestigt ist, um Strömen von Flüssigkeit oder Gas aus der Separatorkammer (**16**) durch den Abgabekanal (**24**) steuerbar zu verhindern;

f. eine Pegelsteuereinrichtung (**40**) in separater Fluidverbindung mit sowohl der Vorwirbelkammer (**14**) als auch der Flüssigkeitsabgabeöffnung (**126**) der Separatorkammer (**16**) zum automatischen Aufrechterhalten einer optimalen Trennung der Flüssigkeit und des Gases durch das Steuern einer Tiefe des Flüssig-

keitsrings (30),
dadurch gekennzeichnet, dass die Pegelsteuereinrichtung (40) zwischen der Flüssigkeitsabgabeöffnung (126) und einer Flüssigkeitsabgabeleitung (132) angeordnet ist, um Flüssigkeit aus der Separatorkammer (16) durch Beschränken der Strömung von Flüssigkeit aus der Separatorkammer (16) zu der Flüssigkeitsabgabeleitung (132) variabel abzugeben, und dadurch, dass der Separator aufweist:

g. eine fühlende Differenzaufrichterhaltungseinrichtung zum Aufrechterhalten einer Druckdifferenz zwischen einem Druck des Flüssigkeitsrings in der Nachbarschaft der Flüssigkeitsabgabeöffnung (126) und einem Flüssigkeitsdruck in einer Flüssigkeitsfühlkammer (158) der Pegelsteuereinrichtung, wobei die Kammer (158) in Verbindung mit der Separatorkammer (16) steht.

2. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Pegelsteuereinrichtung (40) ein Pegelsteuerventil (133) aufweist, das aufweist ein Steuerventilgehäuse (134), das eine weitere Flüssigkeitsabgabeleitung (130) in Fluidverbindung mit der Flüssigkeitsabgabeöffnung (126) definiert, einen Ventilsitzhohlraum (138) in Fluidverbindung mit der weiteren Flüssigkeitsabgabeleitung (130) und der Flüssigkeitsabgabeleitung (132), wobei die Flüssigkeitsabgabeleitung (132) in Fluidverbindung mit einer Separatorabgabeöffnung (192) ist; einen Ventilsitz (140) in dem Ventilsitzhohlraum (138), der eine Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung (142) und eine Ventilschaftdurchgangsöffnung (144) an entgegengesetzten Enden des Ventilsitzes (140) definiert, wobei der Ventilsitz (140) auch einen Flüssigkeitsabgabeeinlass (146) in einer Wand des Ventilsitzes (140) in Fluidverbindung mit der weiteren Flüssigkeitsabgabeleitung (130) und der Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung (142) definiert; einen Ventilschaft (148), der durch die Ventilschaftdurchgangsöffnung (144) geht, mit einer Steuerspitze (150), die steuerbar in die Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung (142) des Ventilsitzes (140) ragt, um eine Flüssigkeitsabgaberate von der weiteren Flüssigkeitsabgabeleitung (130) durch die Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung (142) und in die Flüssigkeitsabgabeleitung (132) zu steuern; einen an dem Ventilschaft (148) befestigten Fühlkolben (152); wobei die Flüssigkeitsfühlkammer (158), die zwischen dem Steuerventilgehäuse (134) und einer unteren Oberfläche (160) des Fühlkolbens (152) definiert ist, in Fluidverbindung mit der Separatorkammer (16) in der Nachbarschaft der Innenumfangswandoberfläche (32) davon durch mindestens eine Flüssigkeitsfühloffnung (186A) ist; eine Flüssigkeits-/Gasmischungsfühlkammer (162), die zwischen einer oberen Oberfläche (164) des Fühlkolbens (152) und einer Fühlkammerwand (166) des Hauptgehäuses (12) definiert ist und in Fluidverbindung mit der Vorwirbelkammer (14) ist; einen in der Fühlkammerwand (166) definierten Ventilschafthalterungskragen (168), der

den Ventilschaft (148) steuerbar empfängt und hält; und eine um den Ventilschafthalterungskragen (168) und zwischen der Fühlkammerwand (166) und dem Fühlkolben (152) positionierte Schaftsteuerfeder (170), die die Steuerspitze (150) des Ventilschafts (148) steuerbar vorspannt, um variabel Flüssigkeit in die zweite Flüssigkeitsabgabeleitung (132) abzugeben, wenn sich der Fühlkolben (152) als Reaktion auf sich ändernde Druckdifferenzen zwischen der Flüssigkeitsfühlkammer (158) und der Mischungsfühlkammer (162) bewegt, und wobei sich die zusammenhängenden Scheiben in Richtung der Innenumfangswandoberfläche (32) der Separatorkammer (16) erstrecken, aber nicht in Kontakt mit ihr sind.

3. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlagventil (38) ein Tellerventil ist.

4. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Flüssigkeitsabgabepumpe (36) an einem von dem Separatorgehäuse (48) entfernten Ende des Vorwirbelgehäuses (46) befestigt und in Fluidverbindung mit der Pegelsteuereinrichtung (40) ist, um Flüssigkeit aus dem Flüssigkeits-/Gas-Separator (10) zu pumpen.

5. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gebläse (122) in Fluidverbindung mit dem Abgabekanal (24) befestigt ist, um Gas durch die Vorwirbelkammer (14), die Separatorkammer (16) und den Abgabekanal (24) zu ziehen.

6. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass er mindestens einen Flüssigkeitssensor (124A, 124B) in Fluidverbindung mit dem Abgabekanal (24) und in elektrischer Verbindung mit dem Gebläse (122) aufweist, um das Gebläse (122) auf das Fühlen von Flüssigkeit, die von der Separatorkammer (16) durch den Abgabekanal (24) passiert, hin abzuschalten.

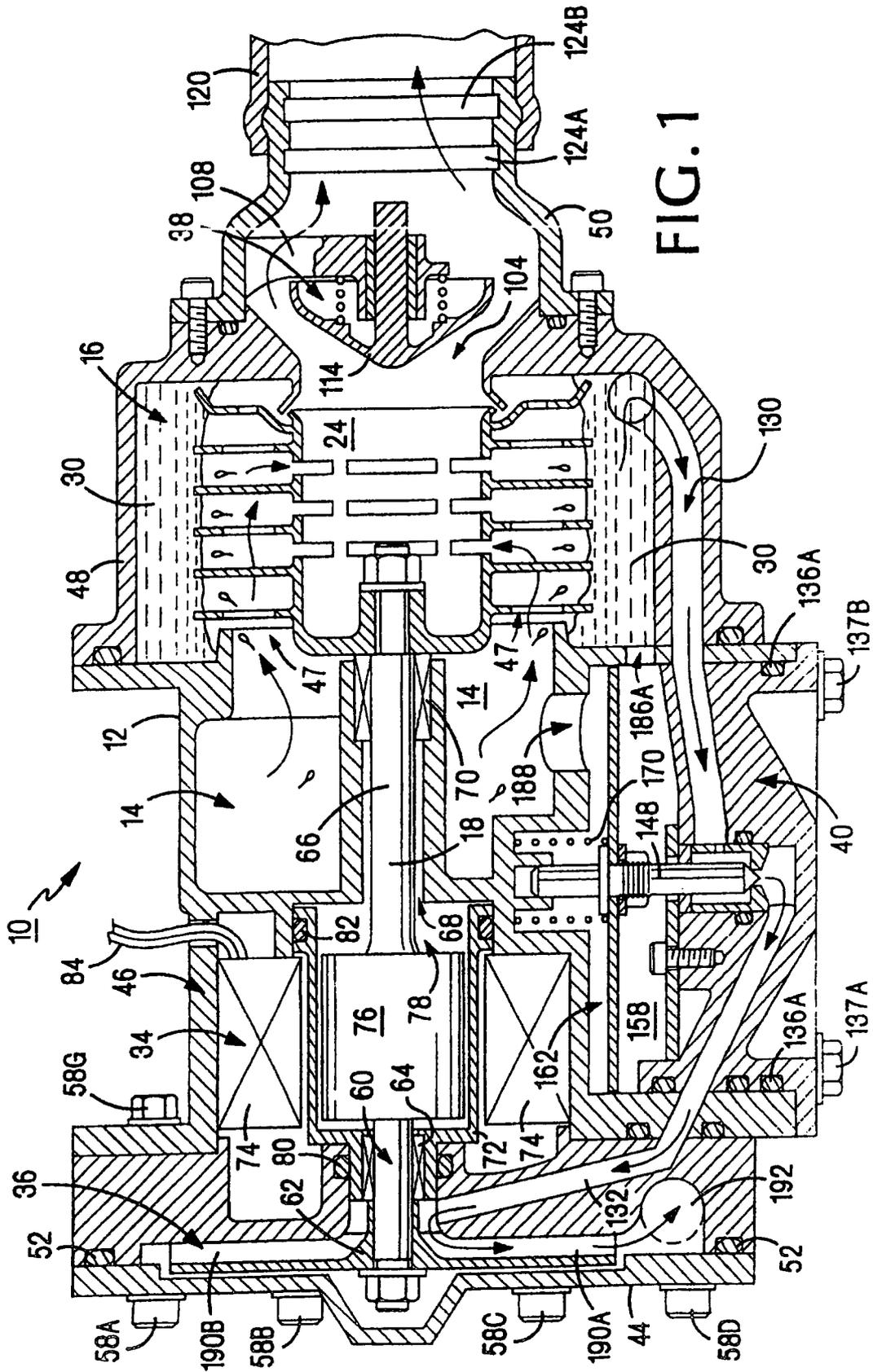
7. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Aufrechterhalten einer Druckdifferenz die Flüssigkeitsabgabeöffnung (126) aufweist, die tangential zu der Innenumfangswandoberfläche (32) des Separatorgehäuses (48) positioniert ist, und dass die mindestens eine Flüssigkeitsfühloffnung (186) rechtwinklig zu einer Linie positioniert ist, die rechtwinklig zu der Längsachse des Hauptgehäuses (12) ist.

8. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Pegelsteuerventil (133) ferner einen zwischen dem Fühlkolben (152) und der Fühlkammerwand (166) des Hauptgehäuses (12) definierten Spülspalt (184) aufweist, um eine ge-

ringe Strömung von Flüssigkeit von der Flüssigkeitsfühlkammer (**158**) in die Mischungfühlkammer (**162**) zuzulassen.

9. Flüssigkeits-/Gas-Separator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Pegelsteuerventil (**133**) ferner eine Isoliereinrichtung zum Isolieren der Flüssigkeitsfühlkammer (**158**) von dem Druck in der Nachbarschaft der Flüssigkeitsabgabedurchgangsöffnung (**142**) aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



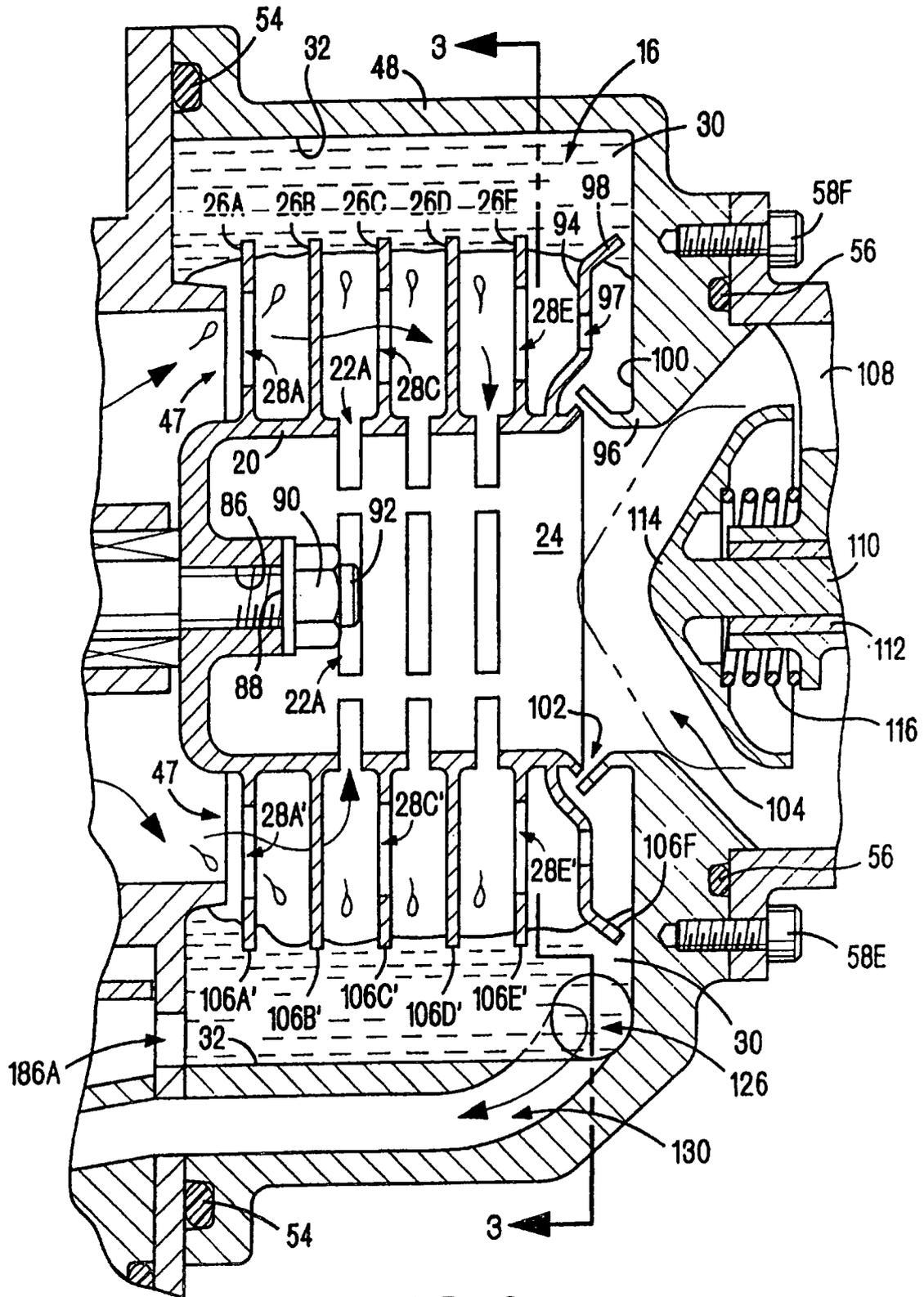


FIG. 2

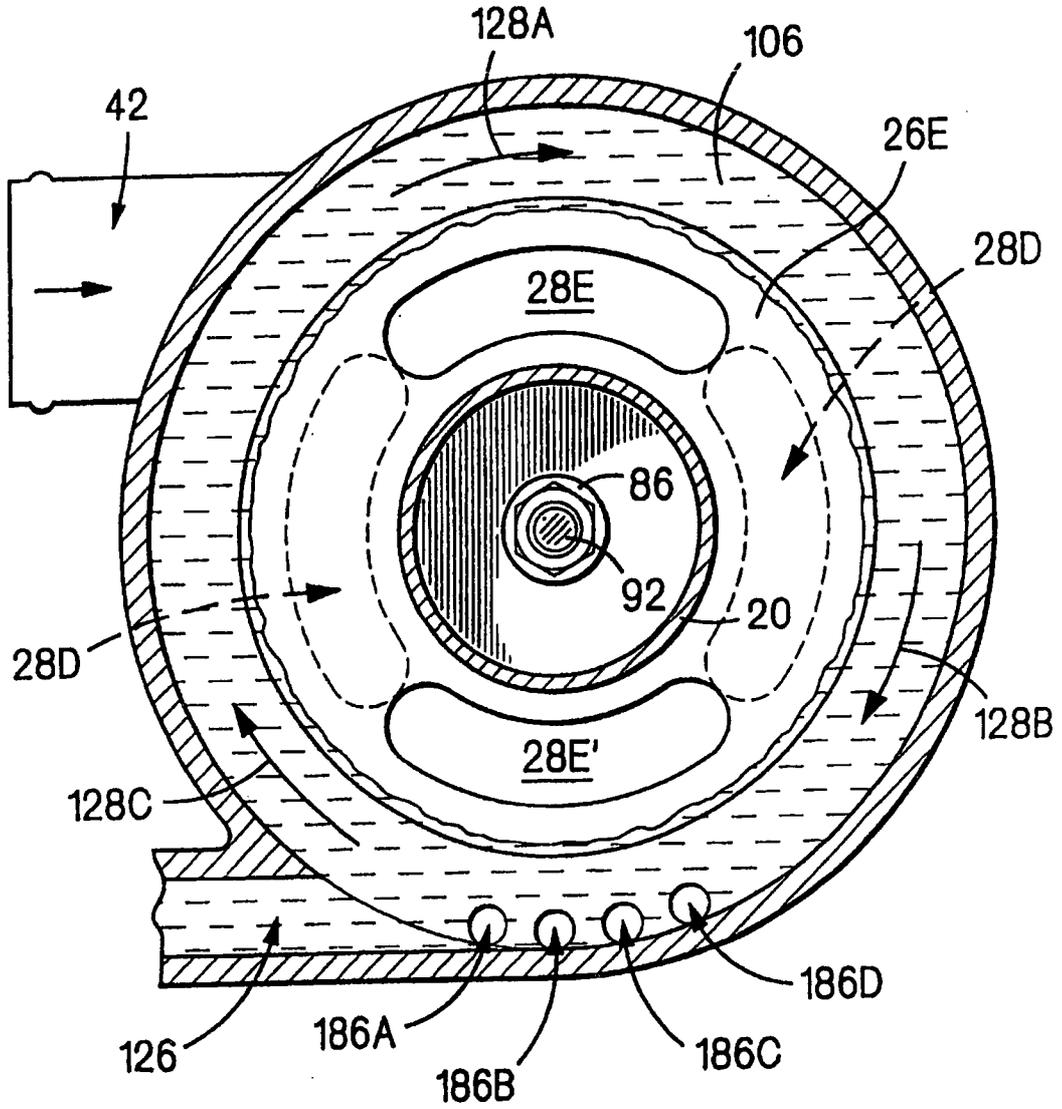


FIG. 3

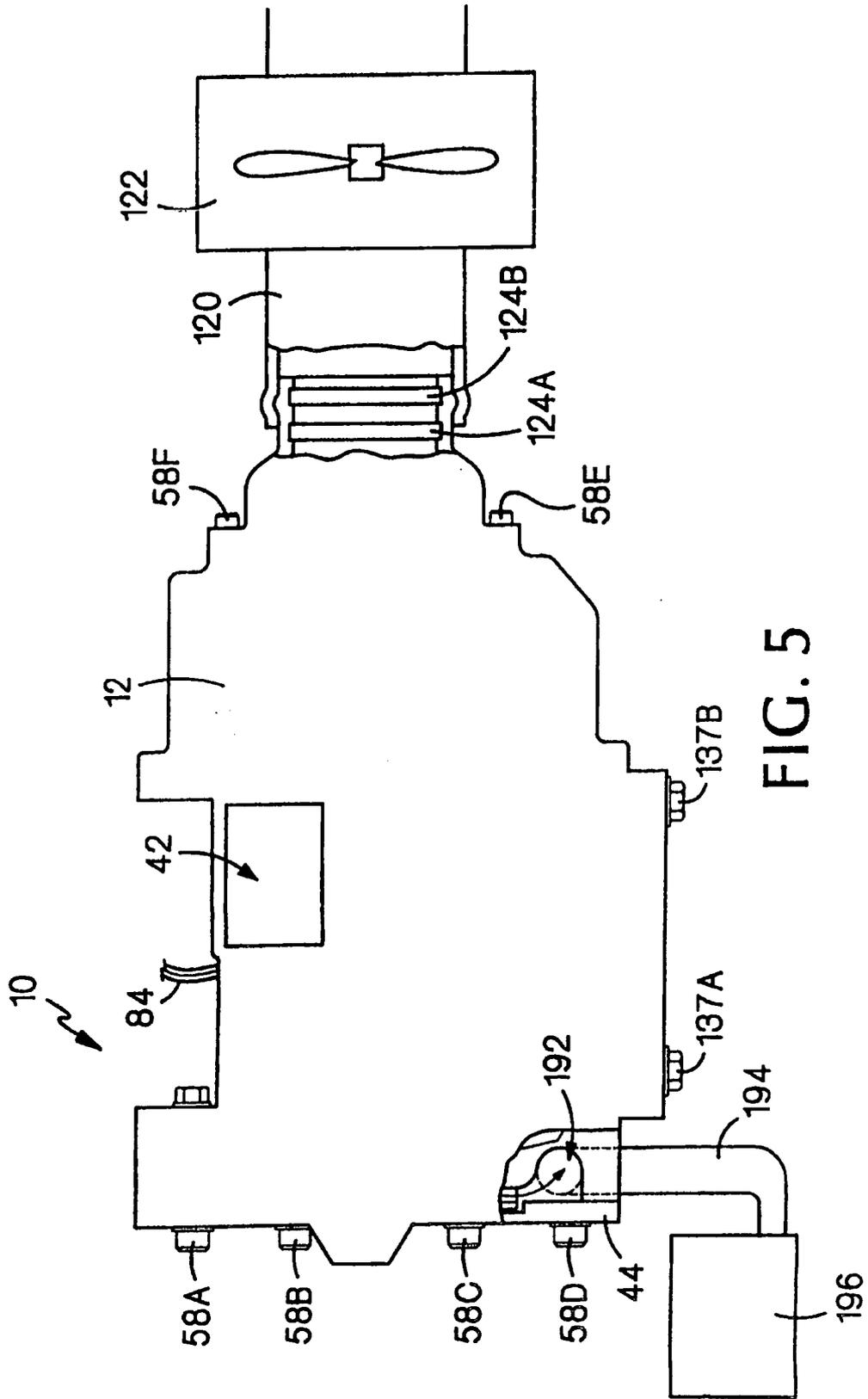


FIG. 5