



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

(10) **DE 11 2006 001 034 T5 2008.07.10**

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2006/116211**  
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 001 034.4**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2006/015293**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **24.04.2006**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.11.2006**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **10.07.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B04B 9/06 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**11/113,740 25.04.2005 US**

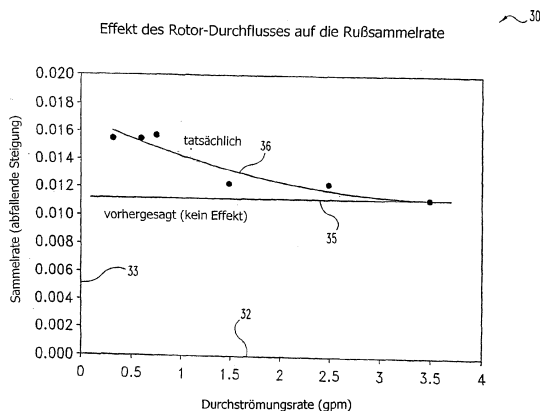
(71) Anmelder:  
**Fleetguard, Inc., Nashville, Tenn., US**

(74) Vertreter:  
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und  
 Rechtsanwälte, 81541 München**

(72) Erfinder:  
**Herman, Peter K., Cookeville, Tenn., US;  
 Amirkhanian, Hendrik N., Cookeville, Tenn., US**

(54) Bezeichnung: **Hero-Turbinenzentrifuge mit strömungsisolierter Sammelkammer**

(57) Hauptanspruch: Zentrifuge, mit:  
 – einem Gehäuse;  
 – einem durch das Gehäuse verlaufenden Drehbauteil;  
 – einem auf dem Drehbauteil montierten und innerhalb des  
 Gehäuses angeordneten Rotor, wobei die Zentrifuge zum  
 Ermöglichen einer selbstangetriebenen Drehung des Ro-  
 tors durch den austretenden Fluidfluss aus dem Rotor auf-  
 gebaut und angeordnet ist; wobei  
 – das Drehbauteil einen Fluiddurchgang und eine Austritts-  
 öffnung aus dem Drehbauteil festlegt;  
 – der Rotor eine Teilerplatte zum Unterteilen des Rotors in  
 eine Sammelkammer und eine Strahlzone umfasst; und  
 – die Sammelkammer eine einzige Fluideinlassstelle auf-  
 weist, die von der Teilerplatte festgelegt ist.



**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein die Abtrennung fester Partikel, beispielsweise Ruß, aus einem Fluid, wie zum Beispiel Öl, unter Verwendung einer Zentrifuge. Insbesondere, aber nicht ausschließlich, betrifft eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Zentrifuge, die zwei separate Fluidwege umfasst, wobei einer der Fluidwege durch eine Partikelsammelzone der Zentrifuge verläuft und der andere Weg die Partikelsammelzone umgeht, um die Zentrifuge durch Strahldüsen unmittelbar anzutreiben. Bei einer verwandten Ausführungsform wird der Sammelkammer eine einzelne Fluidcharge zur Bearbeitung zugeführt, ohne irgendeinen Durchfluss des Fluids bei der Bearbeitung dieser einzelnen Charge.

**[0002]** Dieselmotoren sind mit ziemlich ausgefeilten Luft- und Kraftstofffiltern (Reinigern) ausgestattet, um Schmutz und Ablagerungen vom Motor fernzuhalten. Selbst mit diesen Luft- und Kraftstofffiltern können Schmutz und Ablagerungen, einschließlich vom Motor erzeugter Abrieb, in das Schmieröl des Motors gelangen. Dies führt zu einem Verschleiß kritischer Motorbauteile und zu einem Ausfall des Motors, falls dieser Zustand anhält oder nicht beseitigt wird. Aus diesem Grund sind viele Motoren mit Vollstromölfiltern ausgestattet, die das zwischen der Ölwanne und den Motorteilen zirkulierende Öl kontinuierlich reinigen.

**[0003]** Es gibt eine Anzahl von Konstruktionsbeschränkungen sowie Überlegungen hinsichtlich solcher Vollstromfilter, und typischerweise sind diese Beschränkungen gleichbedeutend damit, dass derartige Filter lediglich solche Schmutzpartikel entfernen können, deren Größe in einem Bereich von 10 Mikrometer oder größer liegt. Zwar kann die Beseitigung von Partikeln dieser Größe einen katastrophalen Ausfall verhindern, jedoch wird durch kleinere Schmutzpartikel, die in das Öl gelangen und im Öl verbleiben, ein nachteiliger Verschleiß verursacht. Beim Versuch, das Problem kleiner Partikel anzugehen, sind Konstrukteure zu Bypassfiltersystemen übergegangen, die einen vordefinierten Prozentsatz des gesamten Ölstroms filtern. Die Kombination aus einem Vollstromfilter in Verbindung mit einem Bypassfilter verringert den Verschleiß des Motors auf ein akzeptables Niveau, allerdings nicht auf das gewünschte Maß. Da Bypassfilter Partikel mit einer Größe von kleiner als ungefähr 10 Mikrometer einfangen können, bietet die Kombination aus einem Vollstromfilter und einem Bypassfilter eine deutliche Verbesserung gegenüber der Verwendung von lediglich einem Vollstromfilter.

**[0004]** Bei Hochleistungs-Rußzentrifugen (HPSC), wie zum Beispiel derjenigen, die in dem US-Patent

Nr. 6,019,717 offenbart ist, das am 1. Februar 2000 an Herman ausgestellt wurde und das hierin unter Bezugnahme vollständig enthalten ist, haben die Erfinder der vorliegenden Erfindung herausgefunden, dass die Sammelrate für superfeine Partikel, wie zum Beispiel Ruß, mit abnehmender Durchströmungsrate durch den Rotor der Zentrifuge zunimmt. Die herkömmliche Theorie der Zentrifuge sagt voraus, dass eine Verringerung der Durchströmungsrate im Rotor um die Hälfte zu einer Verdoppelung der Sammeleffizienz der Zentrifuge bei einmaligem Durchlauf führt. Obwohl die Sammeleffizienz verbessert ist, bleibt die Sammelrate für die Partikel unverändert, da die Durchströmungsrate um die Hälfte verringert ist. Das in [Fig. 1](#) gezeigte Diagramm **30** stellt auf graphische Weise diesen vorhergesagten Effekt für superfeine Partikel, wie zum Beispiel Ruß, dar. Wie gezeigt, umfasst das Diagramm **30** eine Durchströmungsrateachse **32** und eine Sammelrateachse **33**. Die Prognoselinie **35** in dem Diagramm **30** stellt die Vorhersage dar, dass die Durchströmungsrate durch die Zentrifuge keine Auswirkung auf die Sammelrate hat. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben jedoch herausgefunden, dass diese Theorie offenbar nicht auf superfeine Partikel anwendbar ist, da die Sammeleffizienz bei einem einmaligen Durchlauf typischerweise deutlich unter 0,5% liegt. Wie durch die tatsächliche Linie **36** angedeutet, nimmt die Sammelrate für superfeine Partikel mit abnehmender Durchströmungsrate zu. Es wird theoretisch davon ausgegangen, dass die Sammelrate bei niedriger Durchströmungsrate durch vermindertes Mitreißen der Partikel mit dem Fluid verbessert ist. Die verringerte Durchströmungsrate schwächt Fluidwirbel sowie die Strömung in unmittelbarer Nachbarschaft zu den gesammelten Partikeln (Schlamm) in der Schlamm-sammelzone der Zentrifuge ab, was wiederum die Menge mitgerissener gesammelter Partikel verringert. Das HPSC-Design gestattet eine Verringerung der Rotor-„Durchströmungs“-Rate ohne Einschränkung der Rotorgeschwindigkeit. In dem HPSC-Design ist der eine externe Pelton-Turbine antreibende Fluidstrom unabhängig von der Rotordurchströmungsrate, so dass die Durchströmungsraten unabhängig eingestellt werden können.

**[0005]** Bei den kostengünstigeren und weit verbreiteten Hero-Turbinenzentrifugen (zum Beispiel derjenigen, die im US-Patent Nr. 5,795,477 offenbart sind, das am 18. August 1998 an Herman et al. ausgestellt wurde und das unter Bezugnahme hierin vollständig enthalten ist) hat unglücklicherweise die Verringerung des Rotordurchflusses, um sich diesen Effekt zunutze zu machen, keinerlei Auswirkung. Bei Zentrifugen vom Hero-Typ wird ein einziger Strömungsweg für sowohl das Abtrennen der Partikel aus dem Fluid als auch zum Antreiben der Zentrifuge verwendet. Die Verringerung der Durchströmungsrate in dem Rotor verringert die Rotorgeschwindigkeit, da die Drehantriebsleistung proportional zur Rotordurch-

strömungsrate ist. Eine Lösung, wie sie in den US-Patenten 3,784,092 sowie 5,906,733 offenbart ist, besteht darin, zwei separate Fluidquellen vorzusehen, wobei eine für den Antrieb der Zentrifuge und die andere für die Separation vorgesehen ist. Die Verwendung von zwei separaten Fluidquellen bei diesen Konstruktionen erhöht jedoch die Komplexität sowie die Kosten der Zentrifuge. Des Weiteren ist eine nachträgliche Anpassung solcher Zentrifugen an bereits bestehende Systeme kostspielig, da eine zusätzliche Verrohrung installiert werden muss.

**[0006]** Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konfiguriert die Zentrifuge und den Rotor derart, dass der eintretende Fluidstrom einem Strömungsmuster oder einem Weg folgt, das bzw. der zunächst die Rotorsammelkammer mit nur einer Fluid (Öl)-Charge oder -Ladung füllt, die bis zum Abschalten gereinigt und anschließend abgegeben wird. Ist die Sammelkammer gefüllt, wird der eintretende Strom zu den Strahldüsenöffnungen umgeleitet, die für die selbstangetriebene Rotordrehung sorgen, ohne dass ein kontinuierlicher Durchfluss an Fluid durch die Sammelkammer oder Sammelzone stattfindet.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Eine Zentrifuge zum Abtrennen partikelförmigen Materials aus einem Fluidvolumen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst ein Gehäuse, ein sich durch das Gehäuse erstreckendes Drehbauteil, und einen auf dem Drehbauteil montierten und innerhalb des Gehäuses angeordneten Rotor, wobei die Zentrifuge derart aufgebaut und angeordnet ist, dass eine selbstangetriebene Drehung des Rotors durch austretendes Fluid aus dem Rotor ermöglicht ist, wobei das Drehbauteil einen Fluiddurchgang sowie eine Austrittsöffnung aus dem Drehbauteil festlegt, und wobei der Rotor eine Teilerplatte umfasst, die den Rotor in eine Sammelkammer und eine Strahlzone unterteilt und die Sammelkammer nur eine einzige durch die Teilerplatte definierte Fluideintrittsstelle aufweist.

**[0008]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Zentrifuge bereitzustellen.

**[0009]** Damit zusammenhängende Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung deutlich.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0010]** [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, das den Effekt der Rotordurchströmungsrate auf Sammelraten für superfeine Partikel darstellt.

**[0011]** [Fig. 2](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge gemäß

einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0012]** [Fig. 3](#) ist ein Teilaufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0013]** [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, das den Effekt eines Strömungsdichtungsspalt (baffle seal clearance) auf die Strömungswegleckage in der Zentrifuge der [Fig. 3](#) darstellt.

**[0014]** [Fig. 5](#) ist ein Teilaufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge mit nur einem einzigen Paar Fluidversorgungsöffnungen gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0015]** [Fig. 6](#) ist ein Teilaufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge mit einer modifizierten Strömungsleiteinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0016]** [Fig. 7](#) ist eine Teilvollschnittsansicht der Oberseite der Zentrifuge aus [Fig. 6](#), gesehen entlang der Linie 7-7, wobei die Kegel, der Rotormantel sowie das Gehäuse zugunsten der Klarheit entfernt sind.

**[0017]** [Fig. 8](#) ist ein Teilaufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge mit einer geriffelten Strömungsleiteinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0018]** [Fig. 9](#) ist eine Teilvollschnittsansicht der Oberseite der Zentrifuge aus [Fig. 8](#), gesehen entlang der Linie 9-9, wobei die Kegel, der Rotormantel sowie das Gehäuse zugunsten der Klarheit entfernt sind.

**[0019]** [Fig. 10](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge mit einer Strömungsleiteinrichtung mit gebogenem Kamm gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0020]** [Fig. 11](#) ist ein Teilaufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge mit einer elastischen Dichtring-Strömungsleiteinrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0021]** [Fig. 12](#) ist ein Teilaufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0022]** [Fig. 13](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt einer selbstangetriebenen Zentrifuge gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Er-

findung.

**[0023]** [Fig. 14](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt eines Einwegrotors, der zur Isolierung der Sammelkammer für nur eine Fluidcharge gemäß der vorliegenden Erfindung modifiziert ist.

**[0024]** [Fig. 15](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt eines Einwegrotors mit einer Kegelstapeleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0025]** [Fig. 16](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt eines Einwegrotors aus Kunststoff mit einer Spiralfügelradeinheit gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0026]** [Fig. 17](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt eines demontierbaren Rotors gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0027]** [Fig. 18](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt eines demontierbaren Rotors mit einer Kegelstapeleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0028]** [Fig. 19](#) ist eine schematische Darstellung einer Zentrifuge mit einem zeitgesteuerten, mit dem Fluideinlass verbundenen Absperrventil gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0029]** [Fig. 20](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt eines Einwegrotors, der einen Achsstummel anstelle einer Welle aufweist.

**[0030]** [Fig. 21](#) ist ein Aufriss der Vorderseite im Vollschnitt eines Einwegrotors gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0031]** Zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Prinzipien wird nun Bezug auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen genommen, wobei spezielle Ausdrücke zu deren Beschreibung verwendet wird. Es versteht sich jedoch, dass hierdurch keine Einschränkung des Bereichs der Erfindung beabsichtigt ist. Jegliche Veränderungen und weitere Modifikationen der beschriebenen Ausführungsformen sowie weitere Anwendungen der hier beschriebenen erfindungsgemäßen Prinzipien werden vom Fachmann, an den sich die Erfindung richtet, von sich aus in Betracht gezogen. Eine Ausführungsform der Erfindung ist im Detail gezeigt, obwohl der Fachmann erkennen sollte, dass einige der Merkmale, die für die Erfindung nicht relevant sind, zugunsten der Klarheit nicht gezeigt sind.

**[0032]** Der Fluidfluss in einem „Freistrahler“ Hero-Turbinenzentrifugenrotor gemäß der vorliegenden Erfindung, der entweder vom „demontierbaren“ oder „Ein-

weg“-Typ ist, ist so modifiziert, dass der Volumenstrom, der die Partikelsammelzone passiert (in der Schlamm, Ruß oder andere Partikel gesammelt werden), ohne Beschränkung der Rotorgeschwindigkeit verringert ist. Die vorliegende Erfindung erreicht dies durch Aufteilen der Durchströmungsrate in zwei separate Strömungswege am Eingang des Rotors oder nach Eintritt in den Rotor. Der Fluss kann am Eingang durch zum Beispiel zwei in die Rotorwelle gebohrte Löcher aufgeteilt werden, die durch eine Strömungsleiteinrichtung getrennt sind. Das Fluid kann nach Eintritt in den Rotor zum Beispiel durch eine Dichtung zwischen der Welle und der Zentrifugennabe aufgeteilt werden. Bei diesem Zentrifugenaufbau mit geteiltem Fluss („split-flow“) kann bei einer Ausführungsform ungefähr 70% der Durchströmungsrate zu den Antriebsdüsen umgeleitet werden, während ungefähr 30% des Flusses durch die Schlammammelzone geführt wird. Bei anderen Ausführungsformen kann das Verhältnis der Flussaufteilung (Bypass-Durchströmungsrate zu Abtrenndurchströmungsrate) in einem Bereich von ungefähr 1:1 bis ungefähr 10:1 liegen. Bei einem Flussaufteilungsverhältnis von 1:1 wird 50% des Fluidflusses an der Schlammammelzone vorbeigeleitet und 50% des Fluidflusses strömt durch die Schlammammelzone. Bei einem Flussaufteilungsverhältnis von 10:1 wird ungefähr 90% des Fluidflusses an der Schlammammelzone vorbeigeleitet, während lediglich 10% des Fluids durch die Schlammammelzone strömt.

**[0033]** Eine Verringerung der Durchströmungsrate in der Schlammammelzone verbessert die Ansammlung und insbesondere den Rückhalt superfeiner Partikel, beispielsweise Ruß, die in einem Fluid dispergiert sind. Es wird darauf hingewiesen, dass diese Verbesserung der Sammelrate für superfeine Partikel jedoch zu keiner verringerten Sammelrate für größere Partikel führt, deren Größe ungefähr 3 Mikrometer übersteigt. Dies ist bedingt durch die „100% Effizienzgrenze“. Die Sammeleffizienz für größere Partikel kann nicht höher als 100% sein. Deshalb führt eine Verringerung der Rotordurchströmungsrate zu einer verringerten Sammelrate für die größeren Partikel aufgrund des verringerten Durchsatzes und eines Einfachpassagenwirkungsgrades, der nicht höher als 100% sein kann.

**[0034]** Die im Anschluss beschriebene vorliegende Erfindung versucht, die Vorteile einer niedrigen Rotordurchströmungsrate auf kostengünstigere Zentrifugen vom Hero-Turbinentyp zu übertragen. Bei dieser Art von Zentrifuge wird der gesamte, in den Rotor gelangende Fluss aus den Turbinenantriebsdüsen ausgestoßen, um eine höchstmögliche Drehgeschwindigkeit zu erreichen. Um eine verringerte Durchströmungsrate ohne Verringerung der Rotorgeschwindigkeit zu erreichen, wird ein neuartiger und nicht naheliegender intern geteilter Weg für den Rotorfluss benötigt, bei dem ein Teil des Fluidflusses

durch die Schlamm-sammelzone des Rotors verläuft, während der größere Teil des Fluids direkt zu den Antriebsdüsen gelangt.

**[0035]** Wie im Anschluss noch genauer beschrieben wird, kann dies erzielt werden, indem zwei allgemeine Verfahren angewendet werden, nämlich eine Aufteilung vor dem Rotor und eine Aufteilung nach dem Rotor. Bei der Aufteilung vor dem Rotor sind zwei separate, in radialer Richtung gebohrte Öffnungen in der Welle gebildet und eine ringförmige Strömungsleiteinrichtung ist auf der Zentrifugennabe zwischen den beiden Öffnungen vorgesehen, um sicherzustellen, dass das aus den Öffnungen austretende Fluid auf dem richtigen Strömungsweg bleibt. Einer der Strömungswege verläuft durch die Schlamm-sammelzone, bevor das Fluid aus den Antriebsdüsen ausgestoßen wird, und der andere Strömungsweg verläuft direkt zu den Antriebsdüsen. Bei der Aufteilung nach dem Rotor können eine Anzahl unterschiedlicher Vorgehensweisen zum Einsatz kommen, um separate Strömungswege in dem Rotor zu erzeugen. Bei einer Vorgehensweise wird eine Strömungsleiteinrichtung verwendet, die die Durchströmungsrate durch den Rotor so steuert, dass die erwünschte Flussaufteilung ("flow split") zwischen der Sammelzone und der Antriebsdurchströmungsrate erzielt wird. Bei einer Form ist ein Spalt zwischen einer Antriebswelle und einer nach innen hervorstehenden, ringförmigen Strömungsleiteinrichtung gebildet, um so die Durchströmungsrate zur Schlamm-sammelzone zu steuern. Bei einer weiteren Form sind axiale Strömungskerven in ein unteres Ende der Nabe geformt. Das Verhältnis zwischen den Flächen der beiden Kerben und dem Spalt kann so eingestellt werden, dass die erwünschte Flussaufteilung erzielt wird. Bei einer alternativen Vorgehensweise sind die Öffnungsgrößen der Mündungen entlang jedes Strömungsweges proportional so bemessen, dass die erwünschte Durchströmungsrate erzielt wird.

**[0036]** Bezugnehmend auf [Fig. 2](#) ist eine Zentrifuge **40** gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die Zentrifuge **40** weist als einige ihrer Hauptbestandteile ein Glockengehäuse **41**, eine Rotoreinheit **42**, die einen oberen **43** und einen unteren **44** Rotormantel umfasst, eine Rotorwelle **46**, ein oberes Lager **48**, ein unteres Lager **49**, ein Mittelrohr (Nabe) **50**, eine Kegelstapeleinheit **51** und eine Bodenteilerplatte **52** auf.

**[0037]** Das obere Lager **48** und das untere Lager **49** werden jeweils dazu verwendet, den oberen Rotormantel **43** und den unteren Rotormantel **44** drehbar an der Welle **46** zu befestigen. Der obere Rotormantel **43** und der untere Rotormantel **44** legen zusammen einen inneren Hohlraum **55** fest. Die Bodenteilerplatte **52** teilt den Hohlraum **55** in einen Schlamm- oder Partikelsammelhohlraumabschnitt (Zone) **56** und einen Fluidauslass (Antriebs)-Hohl-

raumabschnitt **57**. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der Kegelstapel **51** im Schlamm-sammelabschnitt **56** enthalten. Obwohl die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit der Verwendung von Kegelstapeleinheiten beschrieben wird, versteht es sich, dass die vorliegende Erfindung zur Verwendung mit anderen Arten von Zentrifugen, beispielsweise herkömmlichen oder Spiralfügelrad-Zentrifugen angepasst sein kann.

**[0038]** Bei der dargestellten Ausführungsform ist die Rotorwelle **46** durchgehend und erstreckt sich zwischen dem oberen Lager **48** und dem unteren Lager **49**. Es versteht sich jedoch, dass anstelle einer durchgehenden Rotorwelle die Rotorwelle **46** diskontinuierlich sein kann, so dass sie zwei separate Wellenabschnitte umfasst. In dieser diskontinuierlichen Form wird ein offener Raum zwischen den Wellenabschnitten derart festgelegt, dass einer der Wellenabschnitte das obere Lager **48** und der andere das untere Lager **49** trägt. Bei der dargestellten Ausführungsform weist die Rotorwelle **46** nur einen einzigen darin festgelegten Fluidversorgungsdurchgang **60** auf, durch den Fluid der Zentrifuge **40** zugeführt wird. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, weist die Welle **46** des Weiteren ein Paar untere Bypassöffnungen **61** sowie ein Paar obere Fluidversorgungs (Separations)-Öffnungen **62** auf, wobei beide Paare in fluider Verbindung mit dem Fluidversorgungsdurchgang **60** stehen. Die Öffnungen **61**, **62** eines jeden Paares sind in radialer Richtung um 90° zueinander um die Längsachse L der Welle **46** angeordnet. Es versteht sich jedoch, dass die Versorgungsöffnungen **61**, **62** unter anderen Winkeln relativ zur Längsachse L der Welle **46** angeordnet sein können. Sowohl die Welle **46** als auch das Mittelrohr **50** legen einen Mittelrohrhohlraum **65** fest. Innerhalb des Hohlraums **65** weist das Mittelrohr **50** eine integral ausgebildete Dichtring-Strömungsleiteinrichtung **67** auf, die zwischen den Bypassöffnungen **61** und den Versorgungsöffnungen **62** liegt. Es versteht sich, dass bei einer alternativen Form die Dichtring-Strömungsleiteinrichtung **67** eine separate Komponente oder an der Welle **46** angebracht sein kann. Die Dichtring-Strömungsleiteinrichtung **67** unterteilt den Mittelrohrhohlraum **65** in einen Bypass-hohlraumabschnitt **68** und einen Separationshohlraumabschnitt **69**. An einem Ende **70** des Mittelrohrs **50** proximal zum Bypass-hohlraumabschnitt **68** weist das Mittelrohr **50** eine Vielzahl axialer, darin definierter Kerben **71** auf. Es sollte offensichtlich sein, dass unterschiedlich geformte oder andere Arten von Öffnungen neben den axialen Kerben **71** in dem Mittelrohr **50** festgelegt sein können. Wie dargestellt, ist das gekerbte Ende **70** des Rohrs **50** in einem in dem unteren Rotormantel **44** gebildeten rohrförmigen Hohlraum **72** aufgenommen. Die Kegelstapeleinheit **51** weist eine Endkappe oder Hülse **73** mit einer Vielzahl radial angeordneter, darin festgelegter Separationsöffnungen **74** auf. Die Hülse **73** ist von dem anderen Ende **74** des Mittelrohrs **50** aufgenommen. Die



Teilerplatte **52** weist eine Vielzahl von Teilerplattendurchgängen **76** auf, die um das Mittelrohr **50** festgelegt sind, um einen Durchgang zwischen den beiden Hohlräumen **56**, **57** vorzusehen. Bei der dargestellten Ausführungsform ist die Teilerplatte **52** integral mit dem Mittelrohr **50** ausgebildet. Es versteht sich, dass anstelle einer integralen Teilerplatte **52** mit einer Vielzahl von Teilerdurchgängen **76** ein Spalt zwischen der Teilerplatte **52** und dem Mittelrohr **50** ausgebildet sein kann, um so einen ringförmigen Durchgang auszubilden. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, besitzt der untere Rotormantel **44** darin ausgebildete Düsenstromöffnungen (Düsen) **78**. Die Düsenstromöffnungen **78** werden für den Antrieb der Zentrifuge **40** verwendet.

**[0039]** Im Betrieb wird Fluid, beispielsweise Öl, der Zentrifuge **40** durch den Fluidversorgungsdurchgang **60** zugeführt, wie dies durch den Strömungsweg F1 angedeutet ist. Das Fluid wird anschließend in zwei einzelne Strömungswege aufgeteilt, nämlich den Bypass-Strömungsweg F2 und den Separations-Strömungsweg F3. Wie gezeigt, wird das entlang des Bypass-Strömungsweges F2 strömende Fluid aus den Bypassöffnungen **61** in den Bypassraumabschnitt **68** des Mittelrohrs **50** ausgegeben. Das entlang des Bypass-Strömungsweges F2 strömende Fluid gelangt anschließend durch die Kerben **71** in den Antriebshohlraum **57** und wird aus den Düsen **78** ausgegeben, um die Rotoreinheit **42** anzutreiben (zu drehen). Das entlang des Separations-Strömungsweges F3 fließende Fluid weist suspendierte Partikel auf, die zunächst entfernt werden, bevor es aus den Düsen **78** ausgegeben wird. Wie dargestellt, wird das entlang des Separations-Strömungsweges F3 strömende Fluid von den Versorgungsöffnungen **62** in den Fluidversorgungshohlraumabschnitt **69** ausgegeben. Die Dichtring-Strömungsleiteneinrichtung **67** dichtet den Hohlraumabschnitt **68** von dem Hohlraumabschnitt **69** ab, um eine Fluidleckage zwischen den Strömungswegen F2 und F3 so gering wie möglich zu halten. Aus dem Fluidversorgungshohlraumabschnitt **69** tritt das Fluid aus den Separationsöffnungen **74** in den Schlammraum **56** aus. Die Partikel setzen sich an den Innenwänden **80** des Gehäuses ab und werden als Schlamm gesammelt. Das Fluid wird aus dem Schlammraum **46** durch die Teilerdurchgänge **76** ausgegeben. Das Fluid des Separations-Strömungsweges F3 sowie das Bypassfluid des Bypass-Strömungsweges F2 wird anschließend aus den Düsenstrahlöffnungen **78** ausgegeben, um die Rotoreinheit **42** derart anzutreiben, dass der Rotor **42** eine optimale Drehgeschwindigkeit beibehalten kann.

**[0040]** Eine Zentrifuge **40a** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Anstelle eines Aufbaus mit „vollständig quer-gebohrten Öffnungen“, wie bei der Ausführungsform der [Fig. 2](#) gezeigt ist, kommt bei dieser

Ausführungsform eine Welle **46a** mit nur einer einzelnen Öffnung zur Anwendung. Wie dargestellt, ist lediglich eine einzige Öffnung von jedem Typ in der Welle **46a** festgelegt, anstelle von Öffnungspaaren **61** und **62**. Die Bypassöffnung **61** hat einen Durchmesser D1 und die Versorgungsöffnung hat einen Durchmesser D2. Hinsichtlich der dargestellten Ausführungsform hat eine rechnerische Modellierung einer Analyse der Fluidynamik (CFD) im Falle des Aufbaus der [Fig. 3](#) mit nur einer einzigen Öffnung gezeigt, dass eine Versorgungsöffnung mit einem Durchmesser D2 von 3 mm zusammen mit einer Bypassöffnung mit einem Durchmesser D1 von 5 mm ein erwünschtes Flussausteilungsverhältnis von 2:1 ergibt, so dass ungefähr 67% des Fluids an dem Schlammraumabschnitt **56** vorbeigeleitet wird und ungefähr 33% des Fluids durch den Schlammraumabschnitt **56** strömt. Bei der Ausführungsform der [Fig. 2](#), bei der vollständig gebohrte Öffnungen zur Anwendung kommen, um ein erwünschtes Flussausteilungsverhältnis von 2:1 zu erzielen, muss der Durchmesser D2 der Versorgungsöffnung **62** kleiner sein, z. B. 2,4 mm betragen, da der Gegendruck verringert ist und die Trägheit des Fluids dazu führt, dass sich das Fluid nach oben in dem Durchgang **60** weiter bewegt. Bei beiden Größen-Konfigurationen ist der Druckabfall minimal (ungefähr weniger als 5 psid).

**[0041]** Es wurde ebenso herausgefunden, dass der radiale Freiraumspalt C ([Fig. 3](#)) zwischen der Strömungsleiteneinrichtung **67**, **67a** des Mittelrohrs **50**, **50a** und der Welle **46**, **46a** entscheidend ist, um eine Querleckage zwischen den beiden Strömungswegen F2, F3 zu minimieren. Es wurde ermittelt, dass ein 0,5 mm großer Freiraumspalt C zwischen der Strömungsleiteneinrichtung **67**, **67a** und der Welle **46**, **46a** eine übermäßige Leckage hervorruft, die sich nachteilig auf die erwünschte Flussausteilung zwischen den Strömen F2 und F3 auswirkt. Der 0,5 mm große Freiraum C machte die erwünschte Flussausteilung unabhängig davon zunichte, wie die Größen der beiden Öffnungen **61** und **62** proportional aufeinander eingestellt waren. Eine weitere Analyse zeigte, dass der radiale Dichtringfreiraum C nicht größer als 0,3 mm sein sollte, um die Leckage auf einem akzeptablen Niveau halten zu können. Wie in dem in [Fig. 4](#) gezeigten Diagramm **83** gezeigt ist, das eine Leckage-Studie darstellt, wurde die voraussichtliche Leckage für unterschiedliche radiale Freiräume C berechnet. Das Diagramm **83** umfasst eine radiale Freiraumachse **85** und eine voraussichtliche CFD-Leckageflussachse **86**. Die maximale Zielleckage von ungefähr 10% ist durch die Linie **88** angedeutet, während die berechneten Werte durch die Linie **89** dargestellt sind. Wie in dem Diagramm **83** dargestellt, hält ein 0,3 mm großer Freiraum C die Leckage auf einem akzeptablen Niveau.

**[0042]** Eine Zentrifuge **40b** gemäß einer weiteren

Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 5](#) dargestellt. Wie dargestellt, weist die Welle **46b** nur ein Paar von Fluidversorgungsöffnungen **91** auf, die Fluid für beide Fluidwege F2 und F3 bereitstellen. Der Strömungsleiteinrichtungsdichtring **67b** bei dieser Ausführungsform weist einen Freiraum C von der Welle **46b** auf, um so einen ringförmigen Drosseldurchgang **92** zu bilden. Der Freiraum C zwischen dem Dichtring **67b** und der Welle **46b** ist zur Drosselung des Fluids so eingestellt, dass das erwünschte Flussaufteilungsverhältnis beibehalten wird. Die Strömungsleiteinrichtung **67b** ist stromabwärts der Öffnung **91** bezüglich des Strömungsweges F3 vorgesehen, um so diejenige Fluidmenge zu steuern, die längs des Strömungsweges F3 fließt. Es versteht sich, dass bei einer alternativen Ausbildung nur eine einzige Öffnung **91** vorgesehen sein kann, um Fluid der Zentrifuge **40b** zuzuführen. Alternativ können ebenso mehr als zwei Fluidöffnungen **91** verwendet werden, um Fluid der Zentrifuge **40b** zuzuführen.

[0043] Eine Zentrifuge **40c** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in den [Fig. 6–Fig. 7](#) dargestellt. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, weist die Welle **46b** nur ein Paar von Fluidöffnungen **91** auf, durch die der Zentrifuge **40c** Fluid zugeführt wird. Verglichen mit dem Zentrifugenaufbau **40b** der [Fig. 5](#), bei dem ein ringförmiger Durchgang **92** verwendet wurde, um den Fluidfluss längs des Separations-Strömungsweges F3 zu drosseln, weist das Mittelrohr **50c** in der Ausführungsform der [Fig. 6](#) eine Strömungsleiteinrichtung **67c** mit einer Vielzahl radial angeordneter Strömungsöffnungen **95** auf, durch die sich das Fluid längs der Strömungsweg F3 bewegt. [Fig. 7](#) stellt eine Querschnittsansicht der Zentrifuge **40c** dar, zeigt allerdings der Klarheit halber lediglich das Mittelrohr **50c**, die Welle **46b** und die Strömungsleiteinrichtung **67c**. Wie dargestellt, sind die Strömungsöffnungen **95** radial um die Welle **46b** herum angeordnet. Der Spalt C zwischen der Welle **46b** und der Strömungsleiteinrichtung **67c** ist derart minimiert, dass das Fluid hauptsächlich durch die Öffnungen **95** strömt. Die Anzahl, die Größe sowie die Form der Öffnungen **95** kann eingestellt werden, um das erwünschte Flussaufteilungsverhältnis zu ergeben.

[0044] Eine Zentrifuge **40d** gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in den [Fig. 8–Fig. 9](#) dargestellt. Wie in [Fig. 8](#) dargestellt, umfasst die Zentrifuge **40d** eine in dem Mittelrohr **50d** angeordnete Welle **46b**. Wie im Detail in [Fig. 9](#) gezeigt, weist das Mittelrohr **50d** eine Dichtring-Strömungsleiteinrichtung **67d** auf, die eine Vielzahl radial angeordneter Rippen **97** umfasst. Die Welle **46b** und die Rippen **97** legen Strömungsöffnungen **98** für den Fluidströmungsweg F3 fest. Wie in [Fig. 9](#) dargestellt, sind die Rippen **97** radial um die Welle **46b** angeordnet. Die Rippen **97** sind so bemessen und aufgebaut, dass ein erwünschtes Flussauf-

teilungsverhältnis in der Zentrifuge **40d** erhalten wird, beispielsweise ein Verhältnis von 1:1 bis 10:1.

[0045] Es versteht sich, dass „herkömmliche“ Rotorkonstruktionen für den Einmalgebrauch, die keine der effizienzverbessernden Vorrichtungen beinhalten, beispielsweise Kegelstapel oder Spiralfügelräder, sowie „demontierbare“ Rotorkonstruktionen mit Teilen aus Metall, die zur Reinigung und Wiederverwendung bestimmt sind und nicht weggeworfen werden, ebenso Strömungskonzepte gemäß der vorliegenden Erfindung beinhalten können. Ein Beispiel einer solchen modifizierten Zentrifuge **40e** ist in [Fig. 10](#) gezeigt. Die Zentrifuge **40e** umfasst eine doppelte Einlasswelle **46**, die Bypass- **61** und Separationsöffnungen **62** umfasst. Das Mittelrohr **50e** bei der dargestellten Ausführungsform umfasst einen geformten (gebogenen) Kamm **99**, der als Strömungsleiteinrichtung dient, um eine Leckage zwischen den beiden Strömungswegen F2, F3 zu minimieren. Eine Auslassöffnung **100** für den Strömungsweg F3 ist in dem oberen Abschnitt des Mittelrohrs **50e** festgelegt, der einem proximalen Separationshohlraum **56a** entspricht. Eine Bypassöffnung **101** ist in dem unteren Abschnitt des Mittelrohrs **50e** in dem proximalen Hohlraum **57a** festgelegt, durch die Fluid längs des Bypassströmungsweges F2 strömen kann. Bei einer weiteren Ausführungsform, die in [Fig. 11](#) gezeigt ist, wird ein einführbarer elastischer Dichtring **105** in das Mittelrohr **50e** zwischen die Öffnungen **61** und **62** eingesetzt, der als Strömungsleiteinrichtung dient.

[0046] Bei einer noch weiteren Ausführungsform, die in [Fig. 12](#) gezeigt ist, ist anstelle der Verwendung einer Strömungsleiteinrichtung, um den Fluss in die Zentrifuge **40g** zu leiten, die Größe der Öffnungen **100a** und **100b** in dem Mittelrohr **50g** so eingestellt, dass eine erwünschte Flussaufteilung erzielt wird. Die Öffnungen **100a** und **101a** können proportional so bemessen sein, dass die erwünschten Flussaufteilungsverhältnisse für die Strömungsweg F2, F3 erzielt werden können. Unter der Annahme, dass der Druck an den Öffnungen **100a** und **101a** gleich ist, bewirkt die Gesamtgröße jeder Öffnung **100a**, **101a**, dass der Fluss proportional dazu gedrosselt wird, um das erwünschte Flussaufteilungsverhältnis zu erzielen. Um zum Beispiel ein erwünschtes Flussaufteilungsverhältnis von 1:1 zu erzielen, sollte die Gesamtgröße jeder Öffnung **100a**, **101a** die gleiche sein. Dieses Konzept kann während der Konstruktionsphase zur Abschätzung der erwünschten Öffnungsgrößen verwendet werden, die zur Erzielung eines erwünschten Flussaufteilungsverhältnisses erforderlich sind. Mit zunehmendem Druckunterschied zwischen den Öffnungen **100a**, **101a** ist ein solches Konstruktionskonzept weniger gut anwendbar, und eine Modellierung und/oder Testreihen müssen zur Bestimmung der Proportionalgrößen der Öffnungen **100a**, **101a** eingesetzt werden, um das erwünschte Flussaufteilungsverhältnis zu erzielen.

[0047] Eine Zentrifuge **40h** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 13](#) dargestellt. Bei dieser Art Zentrifuge müssen keine Modifikationen an der zuvor installierten Rotorwelle **46b** vorgenommen werden, und es müssen minimale werkzeugspezifische Veränderungen an einem bereits existierenden Einweg-Rotordesign (Fleetguard CS41-Reihe, die nun in Produktion ist) vorgenommen werden. Bei der dargestellten Ausführungsform ist die Größe der Öffnungen **74a** und **71a** so eingestellt, dass das erwünschte Flussausteilungsverhältnis erzeugt wird. Wie vorstehend beschrieben, kann eine korrekte Bemessung sowie eine geeignete Anzahl dieser Öffnungen die ordnungsgemäße Drosselwirkung der Flussschläuche schaffen, um so den Fluidfluss zu drosseln und das erwünschte Flussausteilungsverhältnis bereitzustellen.

[0048] Bezugnehmend auf die [Fig. 14](#) sind ein Einweg-Rotor **41**, ein äußerer Mantel **141**, eine Welle **142**, ein Manschettenelement **143**, eine obere Buchse **144** sowie eine untere Buchse **145** dargestellt. Diese Bauteile werden zusammen gebaut, um eine Zentrifuge zu erzeugen, und da der Fokus der vorliegenden Erfindung auf die dargestellten Bauteile gerichtet ist, sind die unteren Abschnitte des äußeren Zentrifugegehäuses sowie andere Grundbauteile und Merkmale nicht dargestellt. Insbesondere liegt der Fokus der Darstellung der [Fig. 14](#) auf den Strömungswegen des eintretenden Fluids (typischerweise Öl), und die strukturellen Bauteile sind absichtlich in allgemeiner Form gehalten. Es ist der spezielle Aufbau dieser Bauteile und ihre Beziehung zueinander, die die verschiedenen Löcher, Öffnungen und Durchgänge für das eintretende Fluid bestimmt, welches so geleitet wird, wie es von der vorliegenden Erfindung beabsichtigt ist.

[0049] Der Einweg-Rotor **140** umfasst ein Gehäuse **150**, das mit dem unteren Panel **151** zusammengefasst und auf das Mittelrohr **152** gebaut und um dieses herum angeordnet ist. Die Enden **153** und **154** des Mittelrohrs **152** nehmen Buchsen **144** bzw. **145** auf. Eine Teilerplatte **155** trennt das Innenvolumen des Rotors in eine Sammelkammer **157** und eine Strahlzone **157**. Die Teilerplatte **155** trennt diese beiden Volumina so, dass eine Sammelkammer **156** ohne Ausgang erzeugt wird. Eine Strömungsöffnung **158** wird durch die Teilerplatte **155** und durch ihre Lage um das Mittelrohr **152** festgelegt. Die einzigen Einlasslöcher **159** in dem Mittelrohr **152** befinden sich in der Strahlzone **157**, und zwar axial unterhalb der Teilerplatte **155** und axial oberhalb der Strömungsöffnung **158**. Das untere Panel **151** weist eine solche Form und einen solchen Aufbau auf, dass zwei Strahldüsenöffnungen **164** und **165** als Teil der Strahlzone **157** definiert werden. Die Öffnungen **164** und **165** sorgen für den eigenen Drehantrieb des Rotors **140**. Das aus den Öffnungen **164** und **165** austretende

Fluid erzeugt eine Hero-Turbine, die den Rotor mit einer hinreichenden Umdrehungszahl (Drehzahl) antreibt, um partikelförmiges Material aus dem Fluid herauszutrennen, das von der den Rotor **140** umfassenden Zentrifuge bearbeitet wird. Es ist anhand der Darstellung der [Fig. 14](#) ersichtlich, dass es keine weiteren Einlasslöcher oder Strömungseinlassstellen für die Sammelkammer **156** mit Ausnahme der Strömungsöffnung **158** gibt. Im Hinblick auf die vorliegende Erfindung gibt es nur diesen einzigen Strömungseinlassort, und dieser wird als einzelner Einlass beschrieben, selbst wenn eine Vielzahl individueller Strömungsöffnungen **158** vorhanden sind, die um das Mittelrohr **152** verlaufen. Dadurch, dass ein einziger Einlassort für den Fluidfluss zum Füllen der Sammelkammer **156** vorhanden ist, kann bei mit Fluid gefüllter Sammelkammer (im unter Druck gesetzten Zustand) jeglicher zusätzlicher Fluidfluss, der aus der Welle **142** austritt, nur durch die Einlasslöcher **159** und in die Strahlzone **157** strömen. Ist die Sammelkammer **156** mit einer anfänglichen oder einzelnen Charge oder Ladung an Fluid gefüllt, steht kein weiterer Raum zur Verfügung, in den Fluid durch die Strömungsöffnung (Öffnungen) **158** eintreten kann. Obwohl es natürlich einen zweiten Flusseinlass in dem Rotor **140** gibt, befindet sich dieser Einlass hinsichtlich der Einlasslöcher **159** unterhalb der Teilerplatte **155**. Entsprechend gibt es oberhalb der Teilerplatte **155** mit Ausnahme der definierten Strömungsöffnung **158**, die als Teil der Teilerplatte oder als von dieser bestimmt angesehen werden kann, keine Fluideinlasslöcher, die zu der Sammelkammer **156** führen.

[0050] Im Hinblick auf den Wirkungsgrad der Zentrifuge und das in Ruhe lassen abgetrennter Partikel in der Sammelkammer, ist die Natur der Fluidströmung, einschließlich des Durchflusses, der Richtung sowie der Menge von Bedeutung. Die Erforschung und das Testen von Zentrifugen mit geteiltem Fluss haben gezeigt, dass die Sammelrate für ultrafeine Partikel (wie zum Beispiel Ruß in Motorenöl im Sub-Mikrometerbereich) dadurch verbessert werden kann, dass die durch die Strömungsstörung in der Sammelkammer bewirkte Fluidbewegung minimiert wird. Die ultrafeinen Partikel können leicht von dem gesammelten „Kuchen“ weggerissen werden, falls es zu einer signifikanten Bewegung der Flüssigkeit benachbart der Oberfläche des Kuchens kommt, der von den gesammelten und zu einer Masse zusammengesetzten Partikeln gebildet wird. Diese Verringerung der Fluidbewegung ist bis zu einem gewissen Grad bei früheren Konstruktionen bereits erreicht worden, indem der eintretende Flusstrom in einen „Antriebs“-Fluss (ein Großteil des gesamten Flusses) und einen sehr viel kleineren Fluss „durch den Rotor“ unterteilt wurde. Rein theoretisch kann der Fluss durch den Rotor auf Null reduziert werden, wie es durch die vorliegende Erfindung erzielt wird, und in diesem Fall wird die Zentrifuge zu einer Vorrichtung, die jeweils nur eine



Rotorcharge an Fluid bearbeitet ("batch processor").

**[0051]** Der Zentrifugenrotor **140** wird durch das austretende Fluid angetrieben (Hero-Turbine) und ist dazu ausgelegt, dass er durch Beseitigen jeglichen Durchflusses mit einer absolut minimalen relativen Fluidbewegung in der Sammelkammer betrieben wird. Eine solche Bewegung von strömendem Fluid innerhalb der Sammelkammer kann ein Mitreißen ultrafeiner Partikel, wie des Schlammes im Motorenöl, bewirken. Entsprechend sieht die vorliegende Erfindung einen Aufbau vor, bei dem dieser Fluiddurchfluss beseitigt ist und die Sammelkammer tatsächlich als ein isolierter Aufbau (ohne Ausgang) gestaltet ist. Was tatsächlich geschieht ist, dass, während das System beim ursprünglichen Start unter Druck gesetzt wird, der eintretende Fluidfluss (Öl) den Rotor mit einer „Rotorfüllung“ an Flüssigkeit füllt, und dass diese einzelne Fluidcharge beim Herunterfahren wieder ausgegeben wird. Dieser Einzelchargen-Zyklus erlaubt es, den Rotor und die entsprechende Zentrifuge als eine Batch-Verarbeitungsvorrichtung zu beschreiben, die lediglich eine Charge bearbeitet. Da es während des Betriebs keinen Fluss durch die Sammelkammer gibt, ist jegliche Relativbewegung des Fluids durch die Sammelkammer tatsächlich beseitigt, und die Ansammlung ultrafeiner Partikel kann so maximiert werden. Die vorliegende Erfindung kann als ein extremer Fall eines Konzepts mit aufgeteiltem Fluss beschrieben werden, bei dem der Fluss durch die Sammelkammer während des Betriebs auf Null reduziert ist. Um dieses Ergebnis zu erzielen, müssen strukturelle Modifikationen sowie Konstruktionsveränderungen an dem Rotor und der Beziehung des Rotors zum verbleibenden Teil der Zentrifuge vorgenommen werden.

**[0052]** Weiterhin unter Bezugnahme auf die [Fig. 14](#) tritt das eintretende Fluid (Öl) durch den Durchgang **166** in die Welle **142** ein. Die Löcher **167** stehen in Verbindung mit dem Durchgang **166** und das eintretende Fluid strömt in den ringförmigen Freiraum **168** und von dort durch die Einlasslöcher **159**. Während Fluid nach oben in den Freiraum **168** strömen kann, füllt sich dieser Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt mit Fluid und der Weg des geringsten Widerstandes zwingt den Fluidfluss durch die Einlasslöcher **159**.

**[0053]** Der durch die Einlasslöcher **159** verlaufende Fluidfluss kann zumindest während des ursprünglichen Starts zwischen zwei Richtungen oder Wegen auswählen. Zu diesem Zeitpunkt kann das eintretende Fluid durch die Strömungsöffnung **158** in die Sammelkammer und/oder durch die Strahldüsenöffnungen **164** und **165** strömen. Aufgrund der geringeren Öffnungsgröße der Öffnungen **164** und **165** und der damit im Zusammenhang stehenden Drosselwirkung besteht der anfängliche Weg des geringsten Widerstandes für das eintretende Fluid zum Startzeitpunkt darin, die Sammelkammer **156** zu füllen. Wie vorste-

hend bereits hingewiesen wurde, besteht der einzige Zugang (und Ausgang) zur Sammelkammer **156** durch die Strömungsöffnung (Öffnungen) **158**. Als solche ist die Sammelkammer **156** als Kammer „ohne Ausgang“ beschrieben worden. Die Einlasslöcher, die sich normalerweise in dem Mittelrohr benachbart der Oberseite der Sammelkammer befinden, sind nicht vorhanden. Dies erfordert, dass der normale Abfluss, d. h. die Strömungsöffnung **158**, als Fluidflusseinlass in die Sammelkammer **156** benutzt wird.

**[0054]** Beim Starten wird der gebohrte Einlassdurchgang **166** in der Welle **142** mit Fluid unter Druck gesetzt, und die Sammelkammer **156** wird mit Fluid durch die Strömungsöffnung **158** in der Teilerplatte **155** mittels der Einlasslöcher **159** rückgefüllt. Jeglicher Luftschluss in der Kammer **156** kann entweder verschoben oder durch Lücken oder Nähte herausgedrängt werden, oder er kann wahrscheinlicher von dem Fluid mitgerissen und durch die Öffnungen **164** und **165** ausgetragen werden. Bei weiter anhaltendem Fluiddruck arbeitet die Zentrifuge weiter und entfernt Partikel aus der gleichen Einzelcharge an Fluid (Einzelladung), mit der die Sammelkammer **156** anfänglich beaufschlagt oder gefüllt worden war. Was zu diesem Zeitpunkt mit der mit nur einer einzelnen Fluidcharge gefüllten Sammelkammer passiert ist, dass das verbleibende, durch den Durchgang **166** eintretende Fluid direkt zu den Öffnungen **164** und **165** geleitet wird. Dieses Fluid sorgt im Anschluss für den eigenen Drehantrieb **140**, um partikelförmiges Material aus der Einzelcharge an Fluid in der Sammelkammer **156** herauszutrennen.

**[0055]** Geht der eintretende Fluidruck auf Null zurück, hört die Drehung des Rotors auf und die Einzelcharge an Fluid in der Sammelkammer wird zu diesem Zeitpunkt langsam aus den Strahlöffnungen **164** und **165** abgelassen. Die leere Sammelkammer **146** steht dann dafür bereit, eine neue Charge an unreinigtem Fluid zum Zeitpunkt des nächsten Starts aufzunehmen (d. h. beim unter Druck setzen der Zentrifuge).

**[0056]** Ist die Sammelkammer **156** mit einer Einzelcharge oder Ladung an Fluid gefüllt worden, bewirkt die weiteranhaltende Zuführung von Fluid durch den Durchgang **166** einen weiteranhaltenden Drehantrieb durch Austritt aus den Öffnungen **164** und **165**. Wie hingewiesen wurde, bleibt dieses Flussmuster bestehen, bis die Zentrifuge ausgeschaltet und die Sammelkammer geleert wird.

**[0057]** Bezugnehmend auf die [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) werden zwei zusätzlichen Zentrifugenausführungen gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben. Diese zwei zusätzlichen Zentrifugenausführungen sind bezüglich Aufbau und Funktion ähnlich dem im Zusammenhang mit der [Fig. 14](#) in Bezug auf die Einzelcharge an Fluid und die verschiedenen Strö-

mungswege Beschriebenen. Die partikel-trennende Einrichtung oder der Mechanismus, die bzw. der ein Teil des Rotors **140** ist, ist jedoch bei diesen beiden zusätzlichen Ausführungsformen anders.

**[0058]** Bezugnehmend zunächst auf die [Fig. 15](#) umfasst eine Zentrifuge **172** einen Einweg-Rotor **173** aus Kunststoff mit einer Kegelstapeleinheit **174**. Das Gehäuse **150** und das bodenseitige Panel **151** des Rotors **140** sind durch einen Kunststoffmantel ersetzt, der einen oberen Abschnitt **176** aufweist, welcher mit einem unteren Abschnitt **177** verbunden ist. Da der äußere Mantel **141**, die Welle **142**, das Manschettenelement **143**, die obere Buchse **144** sowie die untere Buchse **145** der [Fig. 15](#) praktisch identisch zu den Bauteilen der [Fig. 14](#) sind, wurden hierfür die gleichen Bezugszeichen verwendet.

**[0059]** Der Aufbau des Rotors **173** umfasst eine Teilerplatte **178**, die eine Strömungsöffnung **179** festlegt. Obwohl aufgrund der ausgewählten Schnittebene der Darstellung der [Fig. 15](#) nicht wiedergegeben, sind Strahldüsenöffnungen in den unteren Abschnitt **177** des Kunststoffmantels **175** geformt, die für die selbstangetriebene Drehung des Rotors **173** sorgen. Die Einlasslöcher **180** sehen einen Fluidfluss von dem Durchgang **166** in die Strahlzone **188** und in die Sammelkammer **182** vor.

**[0060]** Bezugnehmend nun auf die [Fig. 16](#) umfasst der Aufbau der Zentrifuge **186** einen Einweg-Rotor **187** mit einer Spiralfügelradeinheit **188**. Die Zentrifuge **186** ist entsprechend der vorliegenden Erfindung hinsichtlich der Strömungswege und der Funktionsfähigkeit, die konsistent mit dem ist, was im Hinblick auf die Rotoren **140** und **173** beschrieben worden ist, aufgebaut und angeordnet. Diese Beschreibungen sind gleichermaßen auf den Rotor **187** anwendbar. Während der Aufbau des Kunststoffrotormantels **189** sich von dem Aufbau des Mantels **175** unterscheidet, ist seine Verwendung und sein Aufbau im Hinblick auf die Fluidströmungswege praktisch identisch zu dem, was im Hinblick auf die Aufbauten der [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) beschrieben wurde.

**[0061]** Unter weitergehender Bezugnahme auf den Zentrifugenaufbau der [Fig. 16](#) bewegt sich der eintretende Fluidfluss von den Löchern **191** durch den Durchgang **190** in die Einlasslöcher **192**. Zum Füllen der Sammelkammer **193** gelangt der Fluidfluss durch die Strömungsöffnung **194**. Der Fluss bewegt sich darüber hinaus in die Strahlzone **195** für die selbstangetriebene Drehung des Rotors. In [Fig. 16](#) sind die Strahldüsenöffnungen aufgrund der Schnittebene, die für die Darstellung der [Fig. 16](#) ausgewählt wurde, nicht wiedergegeben.

**[0062]** Bezugnehmend nun auf die [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) sind die entsprechenden Zentrifugenaufbauten als demontierbare Konstruktionen ausgestaltet.

Die Darstellung der [Fig. 17](#) umfasst einen Rotoraufbau, der ähnlich der [Fig. 14](#) ist. Die Darstellung der [Fig. 18](#) umfasst einen Rotoraufbau, der einen Kegelstapel ähnlich der [Fig. 15](#) enthält. Mit Ausnahme der Möglichkeit der Demontage zur Reinigung und Wiederverwendung, im Gegensatz zu einem Einweg-Rotordesign (siehe [Fig. 14–Fig. 16](#)), umfasst der Rotor **199** ([Fig. 17](#)) sämtliche Strömungsöffnungen, Löcher und Durchgänge der vorliegenden Erfindung, wie sie im Zusammenhang mit den [Fig. 14–Fig. 16](#) beschrieben wurden. Das gleiche gilt für den Rotor **200** ([Fig. 18](#)), da dieser sämtliche Strömungsöffnungen, Löcher und Durchgänge der vorliegenden Erfindung umfasst, wie sie im Zusammenhang mit den [Fig. 14–Fig. 16](#) beschrieben wurden.

**[0063]** Im Hinblick auf die vorliegende Erfindung gibt es eine weitere Überlegung für all diejenigen Fälle, beispielsweise im Falle von Grundleistungs-Generatoren, bei denen der Fluiddruck über längere Zeiträume bestehen bleibt. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird dieser „lange Zeitraum“ als eine Zeitspanne angesehen, die für eine Sammelkammer eines Rotors mit einem Volumen von ungefähr einem (1) Liter länger als 20 (zwanzig) oder 24 (vierundzwanzig) Stunden dauert. In solchen Fällen wäre es von Vorteil, ein zeitbetätigtes Absperrventil in den Fluidflusseinlass einzufügen, so dass der eintretende Fluidfluss periodisch unterbrochen werden kann. Sobald dieser Fluss unterbrochen ist, so dass die Zentrifuge nicht länger unter Druck steht, kann der Fluss in der Sammelkammer abgelassen werden, so dass eine neue Charge an verunreinigtem Fluid zugeführt werden kann. Der zeitliche Abstand zwischen Unterbrechungen muss lang genug sein, um die Sammelkammer leeren zu können. Diese Verbesserung der vorliegenden Erfindung ist in schematischer Form in [Fig. 19](#) dargestellt. Bei dieser Darstellung ist eine generische Zentrifuge **210** mit einer Welle **211** und einem Durchgang **212** mit einem zeitbetätigten Absperrventil **213** gekoppelt.

**[0064]** Am Ende des vorbestimmten Zeitintervalls, wenn das System in den drucklosen Zustand gesetzt und zur Drainage abgeschaltet ist, wird im Anschluss daran das System für eine neue einzelne Flusscharge an verunreinigtem Fluid zur Bearbeitung durch den Rotor unter Druck gesetzt. Es wird in Betracht gezogen, dass die zyklische Frequenz der Ein- und Aus-Intervalle hinsichtlich des Unterdrucksetzens und des anschließenden Leerens der Sammelkammer im Hinblick auf eine maximale Sammelrate für ultrafeine Partikel zu optimieren.

**[0065]** Ohne dieses periodische Ablass-Wiederbefüllungs-Intervall würde die gleiche Fluidcharge, mit der die Sammelkammer ursprünglich beaufschlagt wurde, in dem Rotor über eine übermäßig lange Zeitspanne verbleiben, was zu einer Verringerung der gesamten Sammelrate führen würde. In diesem Zu-

sammenhang wird darauf hingewiesen, dass es lediglich eine gewisse Menge an Partikeln gibt, die in der einzelnen Fluidcharge enthalten sind, und dass bezüglich deren Größe nur eine bestimmte Menge an partikelförmigem Material aus jeder Rotorfluidfüllung entfernt werden kann.

[0066] Bezugnehmend auf die [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) sind alternative Ausführungsformen einer selbstangetriebenen Zentrifuge (mit Schwerpunkt auf den Rotor) im Hinblick auf den inneren Wellen/Achsstummelaufbau dargestellt. Die im Zusammenhang mit den in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 19](#) beschriebenen vorherigen Ausführungsformen offenbaren die Verwendung einer Welle, beispielsweise der Welle **46** in [Fig. 2](#) sowie der Welle **142** in [Fig. 14](#), als das entsprechende Drehbauteil für die zugehörigen Einweg-Rotoren.

[0067] Wellen dieser Art sind so aufgebaut und angeordnet, dass sie bezüglich der Drehung des Rotors, beispielsweise des Rotors **140** in [Fig. 14](#), stationär bleiben.

[0068] In [Fig. 20](#) ist die Welle durch eine Achsstummel-Anordnung mit einer oberen Achse **220**, einem Mittelrohr **221** sowie einem Achsstummel **222** ersetzt. Die obere Buchse **223** und die untere Buchse **224** wirken zur Drehbewegung des Rotors **225** zusammen. Bei dieser Ausführungsform umfasst das Mittelrohr **221** eine innere Wand **226**, die eine Strömungsöffnung **227** festlegt. Der obere Abschnitt **228** des Mittelrohrs **221** legt in Verbindung mit dem oberen Abschnitt **229** des Rotors **225** einen Strömungsweg fest, der den Fluidfluss durch das Innere des Rotors (d. h. die Sammelzone) zu den Öffnungen **230** hin ermöglicht, die durch die Teilerplatte **231** benachbart dem Grund **241** des Rotors **225** festgelegt sind.

[0069] Der Rotor **225** stellt die Ausführungsform des Strömungsweges dar, bei der es einen messbaren Fluss durch die Sammelzone **234** von dem oberen Abschnitt **229** zu den Öffnungen **230** und von dort in die Strahlzone **235** gibt. Der durch den von dem Achsstummel **222** festgelegten Durchgang **236** eintretende Fluss wird derart aufgeteilt, dass ein Teil zu dem oberen Abschnitt **228** und der Rest durch die Öffnung **237**, die von dem Achsstummel **222** festgelegt ist, direkt in die Strahlzone **235** strömt. Die Pfeile **238** stellen diagrammatisch diese beiden aufgeteilten Strömungswege dar. Die Teilerplatte **231** definiert die Öffnungen **230** für den Fluss aus der Strahlzone in die Sammelzone relativ zu der Ausführungsform der [Fig. 21](#) (Einzelcharge).

[0070] Die obere Achse **220** ist einteilig mit dem Gehäuse **241** ausgebildet, wobei darauf hingewiesen wird, dass das insgesamt zweiteilige Gehäuse **241** als unteren Abschnitt die genannte Rotorbasis umfasst. Die obere Achse **220** ist von einer Buchse **223** aufgenommen, die ihrerseits durch den Zentrifugen-

mantel **242** fixiert ist. Das Mittelrohr **221** ist ein integraler Teil des Rotors **225**. Der Abschnitt **243** des Achsstummels **222** ist in der zylindrischen Bohrung **244** des Mittelrohrs **221** durch eine sichere Presspassung aufgenommen. Der kleinere Abschnitt **245** des Achsstummels **222** verläuft durch die Gehäuseöffnung **246** und wird von der Buchse **224** aufgenommen, die in der Basis **247** aufgenommen ist. Der Abschnitt **245** ist an der Stelle der Öffnung **246** auf sichere Weise mit dem Gehäuse **241** durch Reibschweißen oder alternativ über eine sichere Presspassung verbunden. Der Achsstummel **222** ist hohl und die Seitenwand des Abschnittes **245** legt den Durchgang **236** fest. Der Übergangsbereich zwischen dem Abschnitt **243** und dem Abschnitt **245** definiert die Austrittsströmungsöffnung **237** für den anfänglichen Fluss in die Strahlzone **235**.

[0071] Bezugnehmend nun auf die [Fig. 21](#) stellt der Rotor **250** eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar, bei der es keinen messbaren Fluss durch die Sammelzone **251** gibt. Der Rotor **250** der [Fig. 21](#) entspricht dem hier beschriebenen Konzept einer Einzelladung oder Einzelcharge. Der in [Fig. 21](#) dargestellte Aufbau ist praktisch gleich dem in [Fig. 20](#) dargestellten Aufbau, abgesehen davon, dass die Strömungsöffnung **227** beseitigt (d. h. geschlossen) ist und es keinen Strömungsweg benachbart dem oberen Abschnitt **252** des Mittelrohrs **253** gibt. Die meisten Bezugszeichen, die im Zusammenhang mit der [Fig. 21](#) verwendet wurden, sind die gleichen, wie sie in [Fig. 20](#) verwendet werden.

[0072] Ein Grund, warum die [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) hier enthalten sind, besteht darin zu verdeutlichen, dass der Einzelladungs- oder Einzelchargen-Aufbau und das Konzept der vorliegenden Erfindung gleichermaßen erzielt werden kann und anwendbar ist auf einen Aufbau eines Rotors/Zentrifuge, der nahezu jede beliebige Art von Drehbauteil umfasst. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dieses Drehbauteil als eine Welle ausgestaltet. Bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dieses Drehbauteil als ein Achsstummel mit einem entsprechenden Mittelrohraufbau ausgestaltet. Im Hinblick auf die in den [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) dargestellten Konzepte und Konstruktionen ist ersichtlich, dass das Innere der dargestellten Rotoren in beiden Zeichnungsfiguren eine Kegelstapeleinheit oder alternativ eine Spiralfügelradeinheit umfassen kann. Diese Konstruktionen sind in anderen Zeichnungen dargestellt, und es sollte aus diesen Darstellungen und Beschreibungen klar sein, wie die in den [Fig. 20](#) und [Fig. 21](#) dargestellte Konstruktion eines Achsstummels in Rotorkonstruktionen implementiert werden kann, die eine Kegelstapeleinheit oder eine Spiralfügelradeinheit enthalten.

[0073] Der Umbau einer existierenden Rotorkonstruktion in ein Rotorkonzept mit „Chargenbearbei-

tung" kann auf relativ effiziente und rasche Weise und mit minimalen werkzeugspezifischen Kosten durchgeführt werden. Notwendig dafür ist die Auswahl der verschiedenen Bauteile, die strukturmäßig kompatibel mit dem Endergebnis sind, sowie anschließend eine Modifikation der Bauteile, um unnötige Fluidflussdurchgänge zu beseitigen oder zu schließen. Durch Beseitigen oder Schließen der unerwünschten Fluidflussdurchgänge, Löcher oder Öffnungen und durch Auswahl der passend konstruierten Bauteile im Hinblick auf den Rotor, die Welle, die Teilerplatte und das Gehäuse können die Fluidströmungswege für die vorliegende Erfindung sowie für dieses Konzept der Chargenbearbeitung erzielt werden.

weist nur eine einzige von der Teilerplatte festgelegte Fluideintrittsstelle zur Bearbeitung nur einer einzelnen Fluidcharge auf.

**[0074]** Ein ähnliches erfinderisches Konzept wie hierin offenbart kann bei einer Zentrifuge mit Luftantrieb, elektromotorischem Antrieb oder Pumpenantrieb eingesetzt werden, bei dem ein elektrisches Ventil (zeitgesteuert) den Fluss zur Sammelkammer auf Grundlage eines vorbestimmten Zyklus einschaltet oder beendet. Dieser vorbestimmte Zyklus kann eine feste Anzahl von Stunden sein oder könnte vom Kunden in Abhängigkeit vom Betriebszyklus, dem Rußpegel etc. eingestellt werden. Das Steuerventil kann ebenso als Auslass aus der Sammelkammer verwendet werden, oder dafür, den Drainageauslass aus der Sammelkammer zu aktivieren.

**[0075]** Während die Erfindung im Detail in den Zeichnungen und in der voranstehenden Beschreibung dargestellt und beschrieben worden ist, sollte jene jedoch als rein illustrativ und nicht einschränkend angesehen werden, denn es versteht sich, dass lediglich die bevorzugte Ausführungsform gezeigt und beschrieben worden ist, und dass für sämtliche Änderungen und Modifikationen, die innerhalb des Geistes der Erfindung liegen, Schutz begehrt wird.

#### Zusammenfassung

##### Hero-Turbinenzentrifuge mit strömungsisolierter Sammelkammer

**[0076]** Eine Zentrifuge für das Abtrennen von partikelförmigem Material aus einem Fluidvolumen umfasst ein äußeres Gehäuse, ein durch das äußere Gehäuse verlaufendes Drehbauteil sowie einen auf dem Drehbauteil montierten Rotor zur Drehung bezüglich des Drehbauteils und bezüglich des Gehäuses. Die Zentrifuge ist derart aufgebaut und angeordnet, dass mittels des durch die von dem Rotor festgelegten Strahldüsenöffnungen austretenden Fluidflusses eine selbstangetriebene Drehung ermöglicht ist. Das Drehbauteil umfasst einen Fluiddurchgang und eine Austrittsöffnung zum Zuführen von Fluid zu dem Rotor. Der Rotor weist eine Teilerplatte auf, die das Innere des Rotors in eine Sammelkammer und eine separate Strahlzone unterteilt. Die Sammelkammer



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 6019717 [\[0004\]](#)
- US 5795477 [\[0005\]](#)
- US 3784092 [\[0005\]](#)
- US 5906733 [\[0005\]](#)

**Patentansprüche**

1. Zentrifuge, mit:  
 – einem Gehäuse;  
 – einem durch das Gehäuse verlaufenden Drehbauteil;  
 – einem auf dem Drehbauteil montierten und innerhalb des Gehäuses angeordneten Rotor, wobei die Zentrifuge zum Ermöglichen einer selbstangetriebenen Drehung des Rotors durch den austretenden Fluidfluss aus dem Rotor aufgebaut und angeordnet ist; wobei  
 – das Drehbauteil einen Fluiddurchgang und eine Austrittsöffnung aus dem Drehbauteil festlegt;  
 – der Rotor eine Teilerplatte zum Unterteilen des Rotors in eine Sammelkammer und eine Strahlzone umfasst; und  
 – die Sammelkammer eine einzige Fluideinlassstelle aufweist, die von der Teilerplatte festgelegt ist.

2. Zentrifuge nach Anspruch 1, bei der der Rotor ein Mittelrohr umfasst, das eine Strömungsöffnung festlegt, die sich in einem Strömungsweg zwischen der Austrittsöffnung des Drehbauteils und der einzigen Fluideinlassstelle befindet.

3. Zentrifuge nach Anspruch 2, des Weiteren umfassend eine Kegelstapeleinheit.

4. Zentrifuge nach Anspruch 2, des Weiteren umfassend eine Spiralfügelradeinheit.

5. Zentrifuge nach Anspruch 2, bei der die Strömungsöffnung zur Strahlzone hin offen ist.

6. Zentrifuge nach Anspruch 2, bei der der Rotor für den Einmalgebrauch aufgebaut und angeordnet ist.

7. Zentrifuge nach Anspruch 1, bei der das Drehbauteil einen Achsstummel und ein in Wirkverbindung damit stehendes Mittelrohr umfasst, und bei der der Achsstummel die Austrittsöffnung festlegt.

8. Zentrifuge, mit:  
 – einem Gehäuse;  
 – einem Drehbauteil, das einen Strömungsdurchgang festlegt und durch das Gehäuse verläuft;  
 – einem auf dem Drehbauteil montierten und innerhalb des Gehäuses angeordneten Rotor, wobei die Zentrifuge zum Ermöglichen einer selbstangetriebenen Drehung des Rotors durch den austretenden Fluidfluss aus dem Rotor aufgebaut und angeordnet ist; wobei  
 – der Rotor eine Sammelkammer ohne Ausgang umfasst, die eine Fluidströmungsöffnung festlegt; und  
 – das Drehbauteil und der Rotor zusammen eine Vielzahl Strömungsdurchgänge von dem Strömungsdurchgang zu der Fluidströmungsöffnung festlegen.

9. Zentrifuge nach Anspruch 8, bei der der Rotor ein Innenvolumen besitzt und eine Teilerplatte umfasst, die das Innenvolumen in die Sammelkammer und eine Strahlzone aufteilt.

10. Zentrifuge nach Anspruch 9, bei der das Drehbauteil einen Austrittsdurchgang festlegt, der strömungsmäßig mit dem Strömungsdurchgang verbunden ist.

11. Zentrifuge nach Anspruch 10, bei der die Fluidströmungsöffnung den einzigen Strömungsdurchgang in die Sammelkammer und aus der Sammelkammer darstellt.

12. Zentrifuge nach Anspruch 11, bei der der Rotor ein Mittelrohr umfasst, das einen Strömungsdurchgang festlegt, der in einer Fluidströmungsweg zwischen dem Austrittsdurchgang des Drehbauteils und der Fluidströmungsöffnung angeordnet ist.

13. Zentrifuge nach Anspruch 12, des Weiteren umfassend eine Kegelstapeleinheit.

14. Zentrifuge nach Anspruch 12, des Weiteren umfassend eine Spiralfügelradeinheit.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

30

Effekt des Rotor-Durchflusses auf die Rußsammelrate

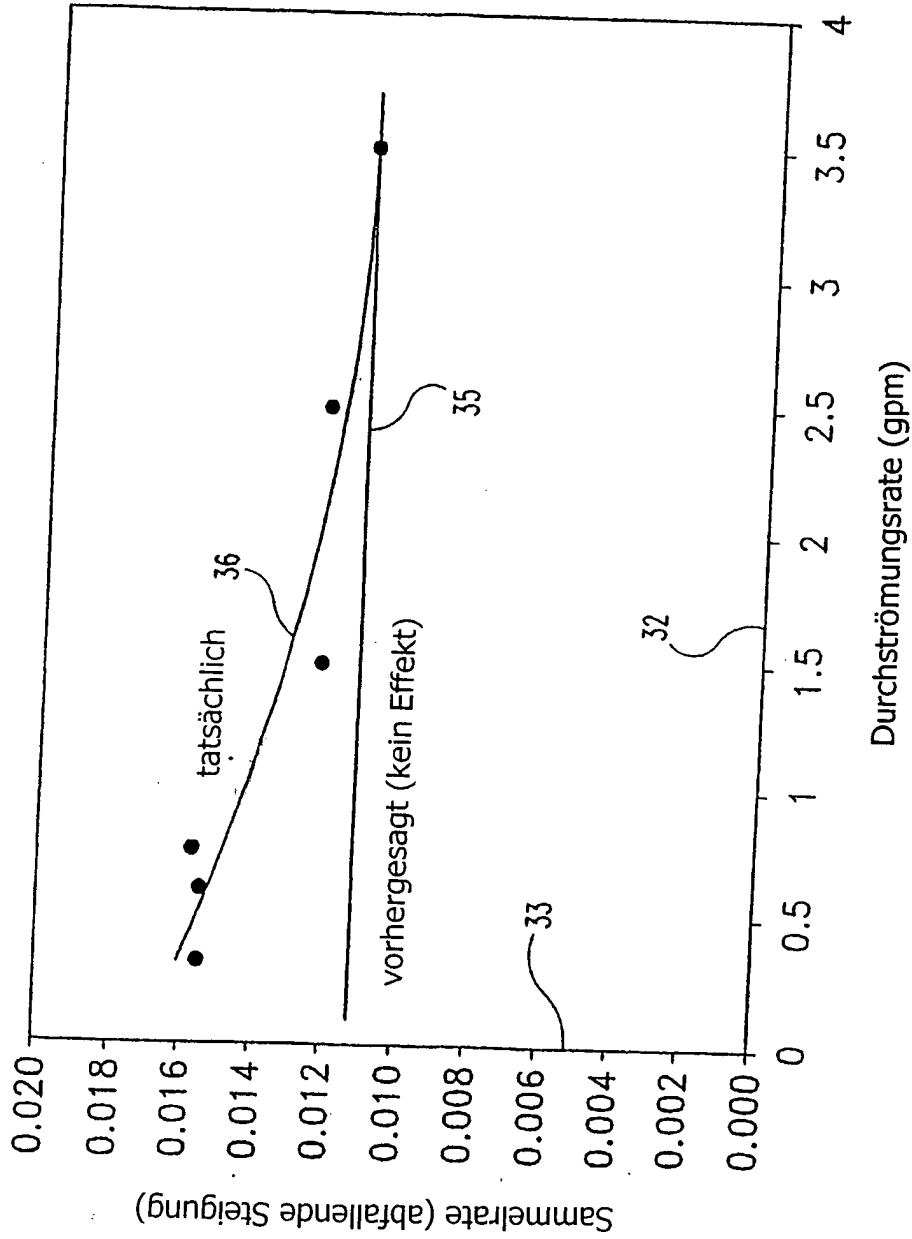
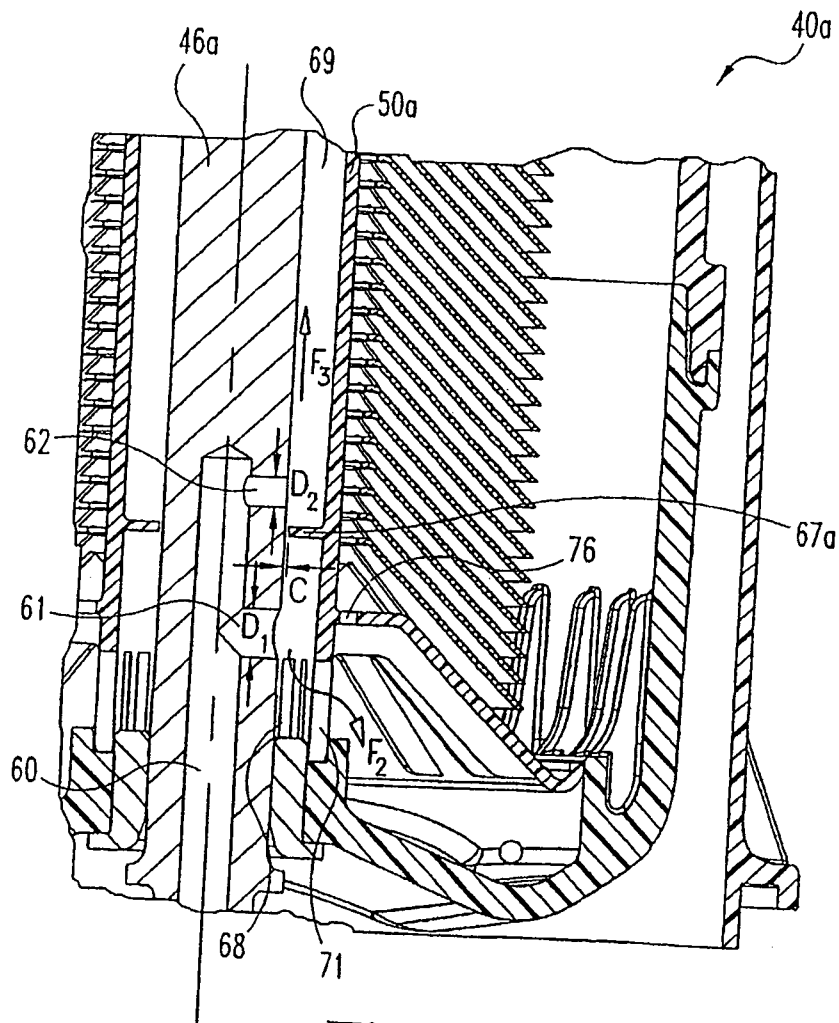


Fig. 1







**Fig. 3**

Abhängigkeitsstudie des „Leckageflusses“ auf den Strömungsleiteneinrichtung-Freiraum  
(ringförmiges Flussmodell korrigiert durch CFD-Grundlinienergebnis)

83

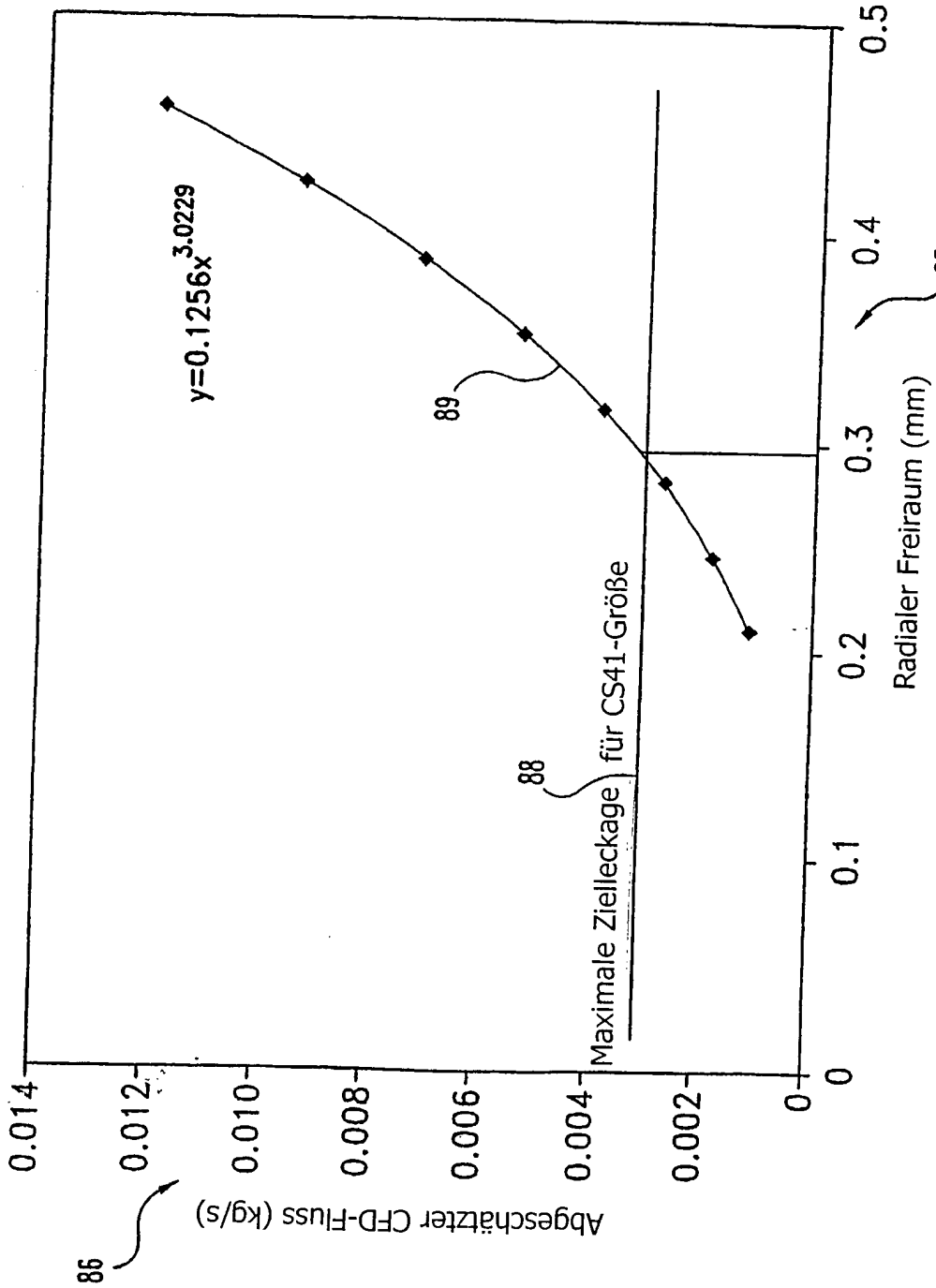


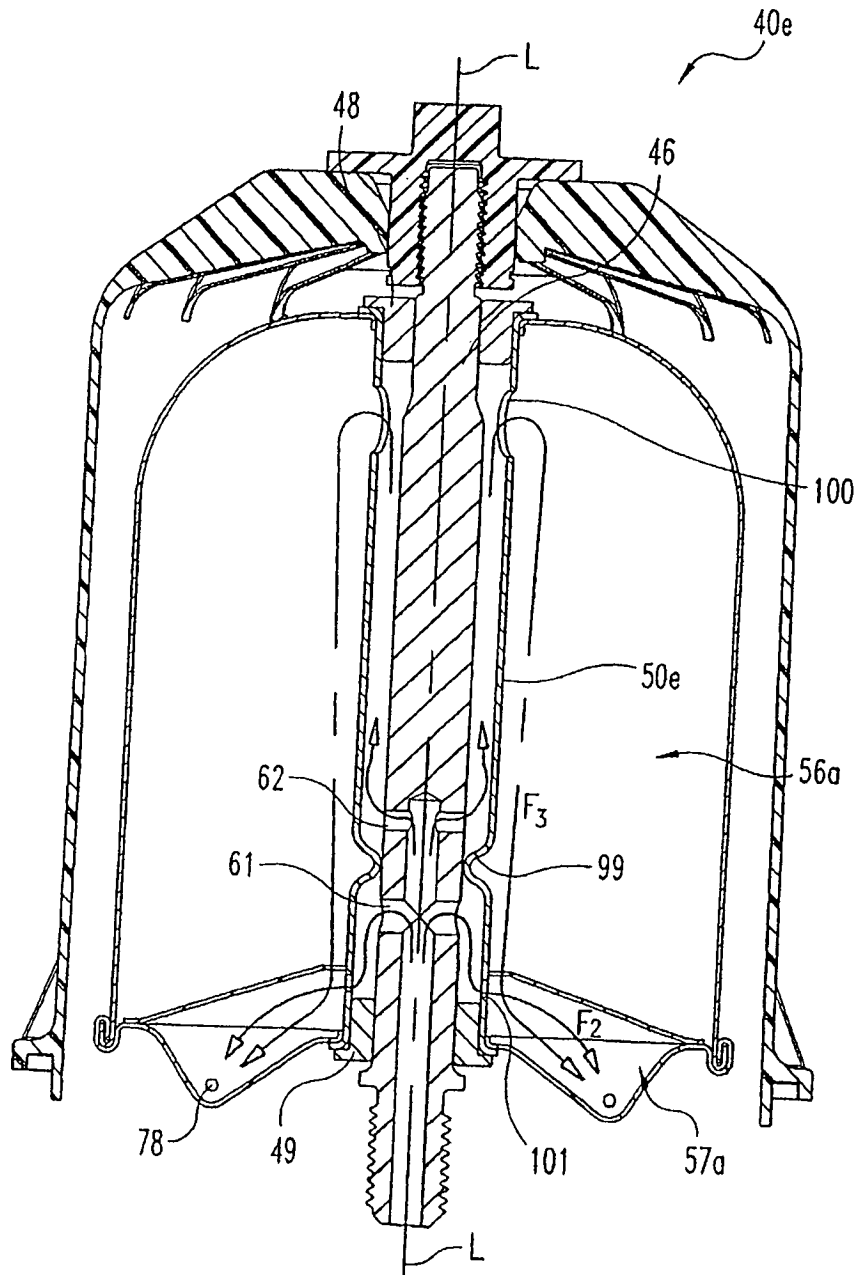
Fig. 4



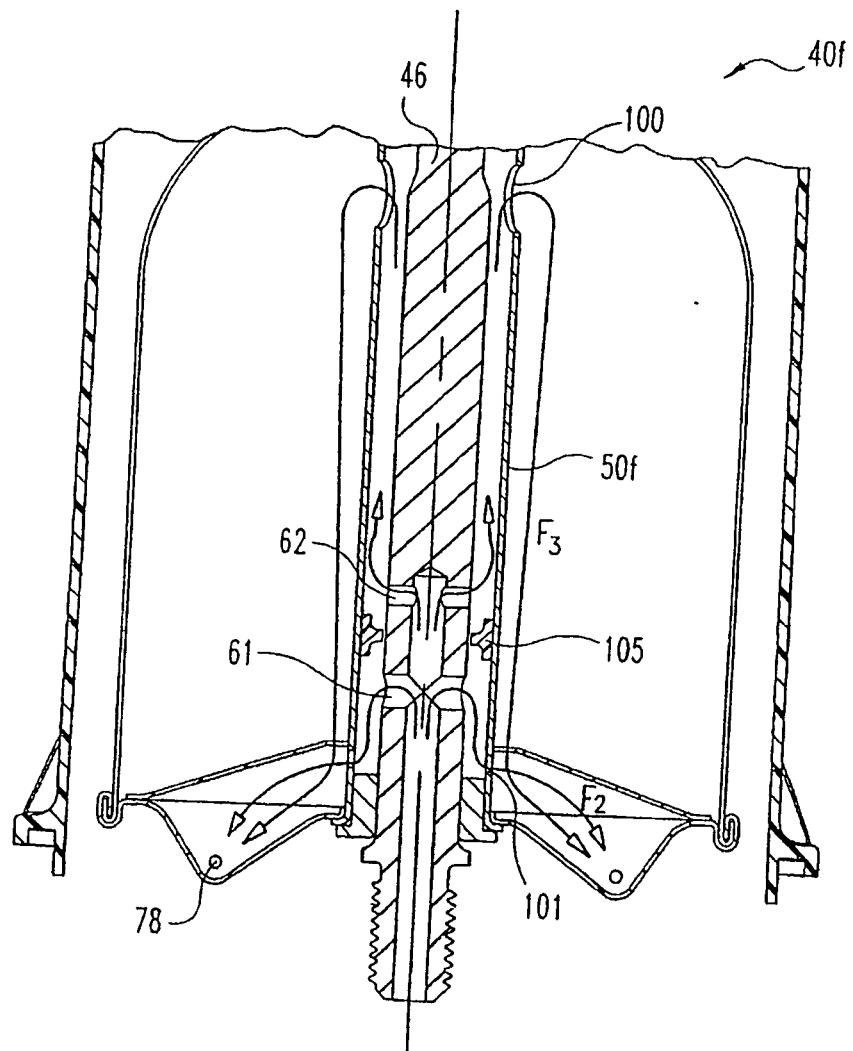




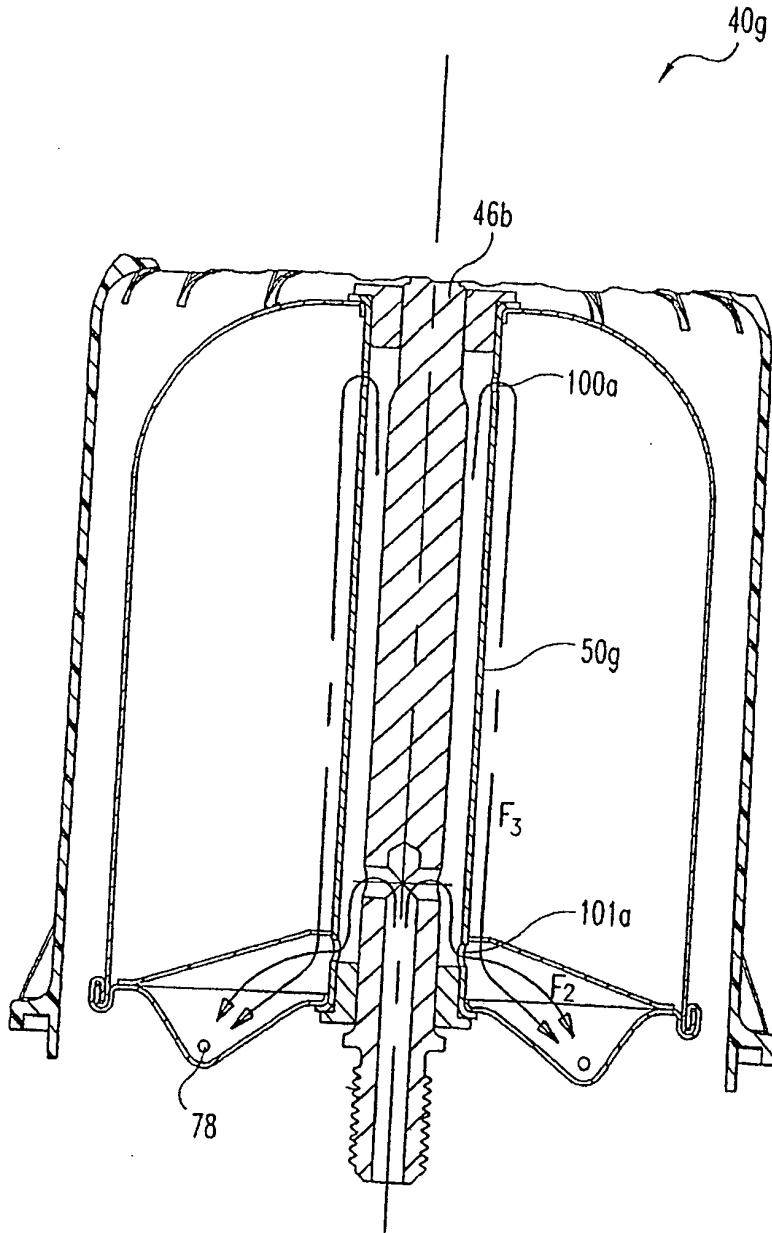




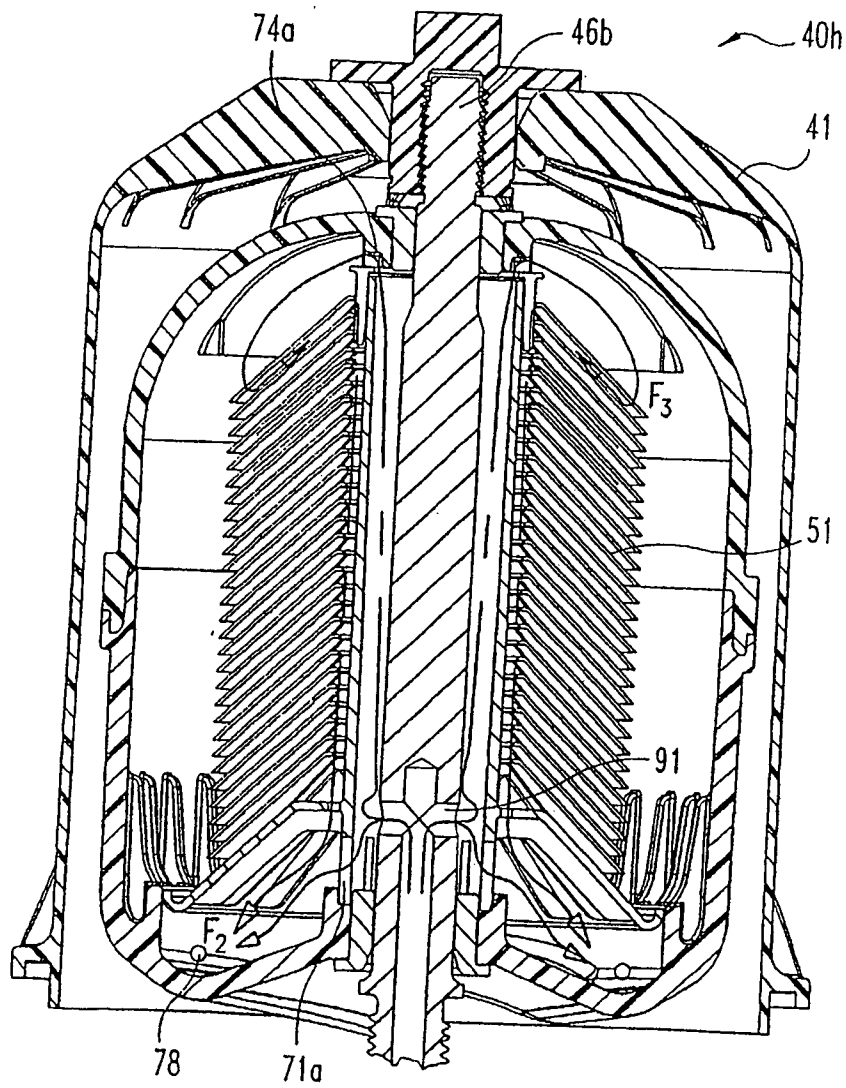
**Fig. 10**



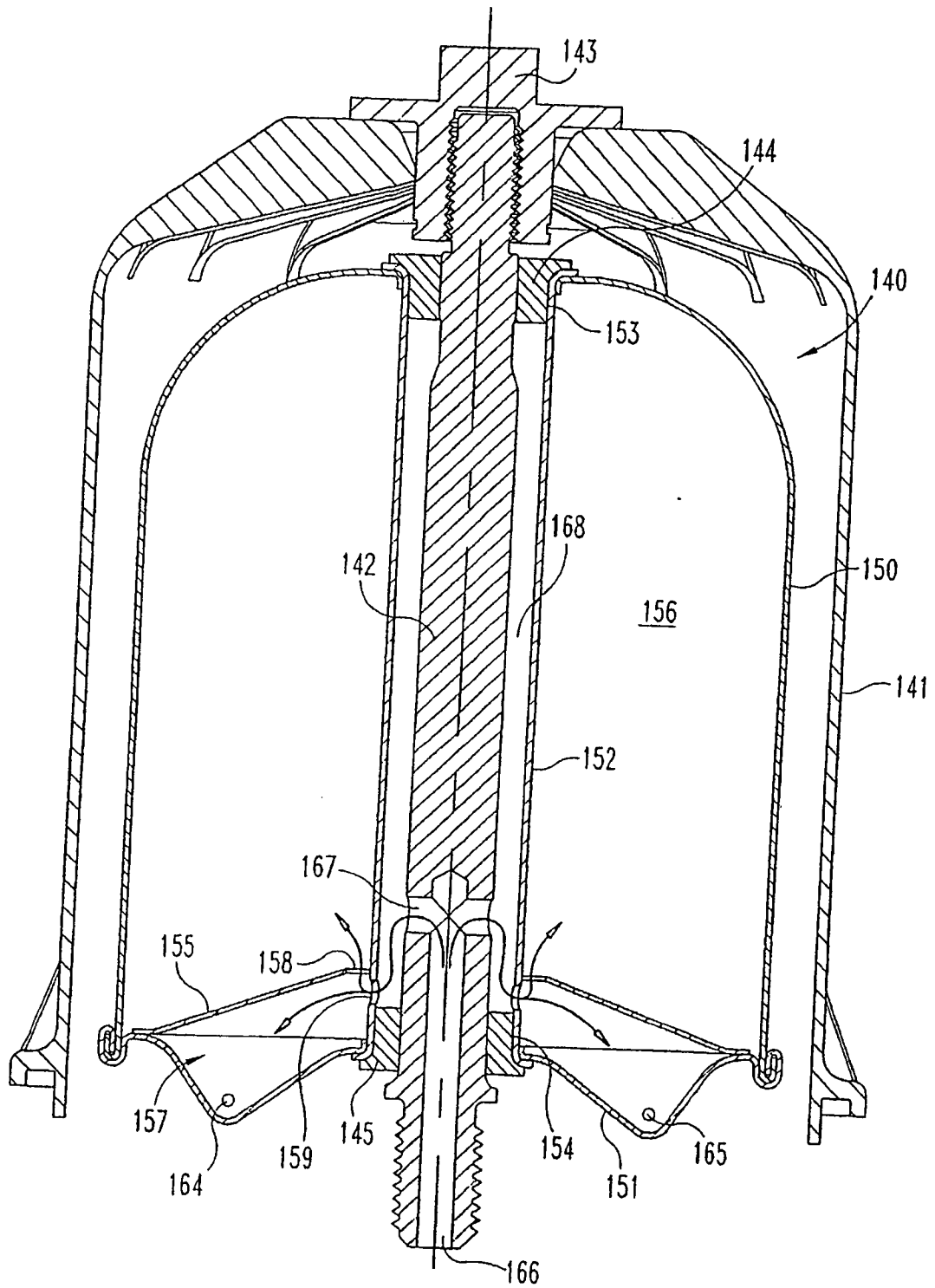
**Fig. 11**



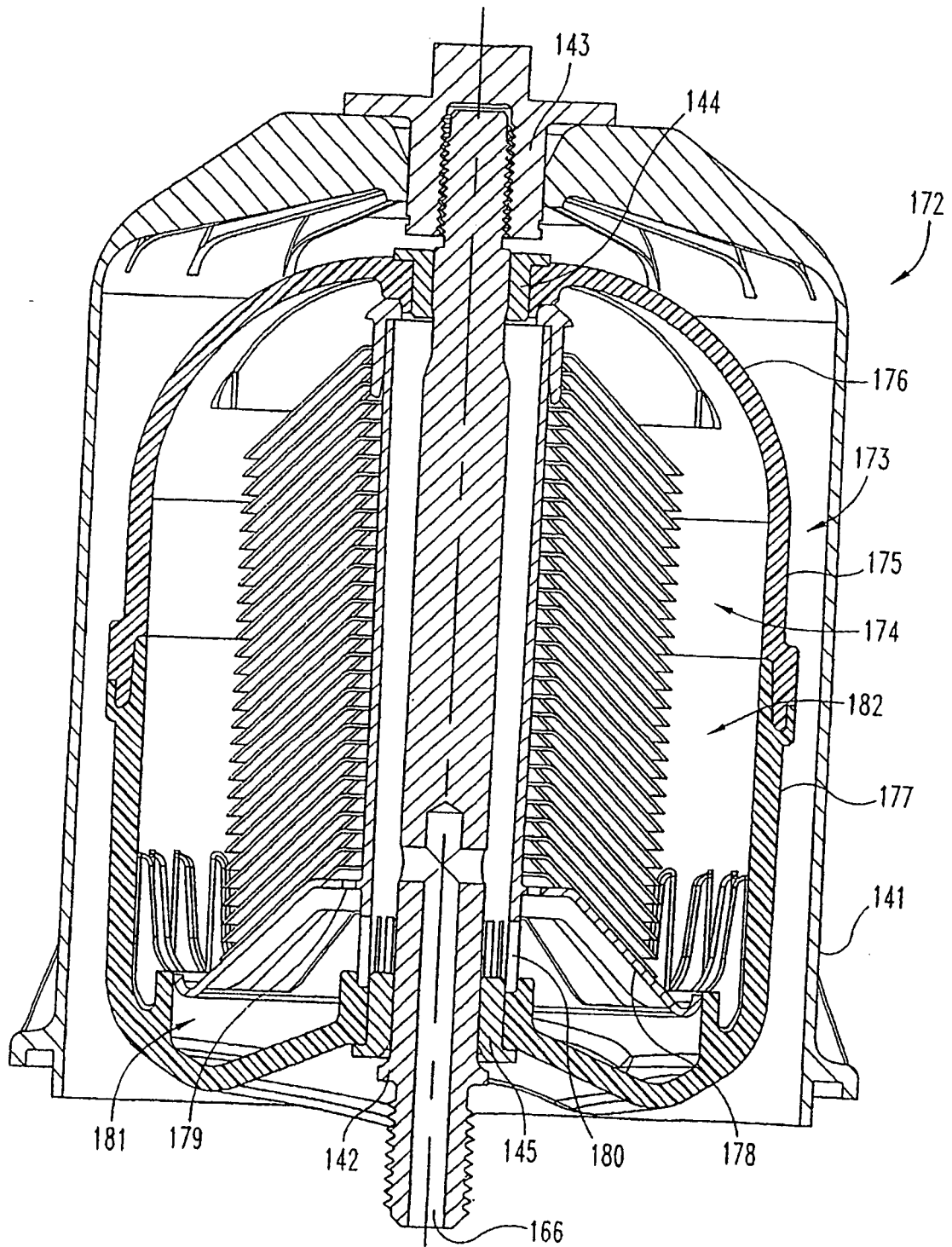
**Fig. 12**



**Fig. 13**

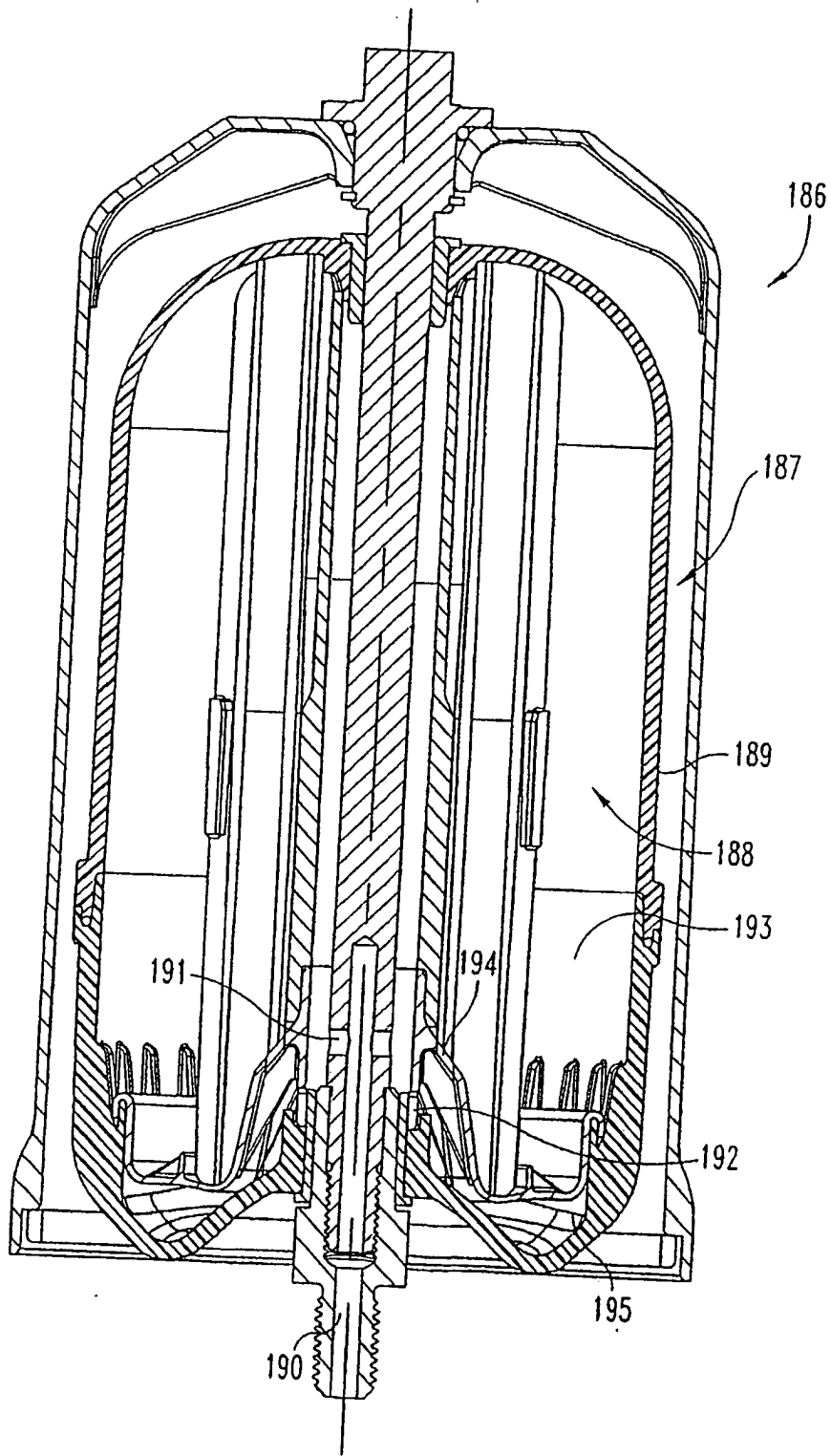


**Fig. 14**

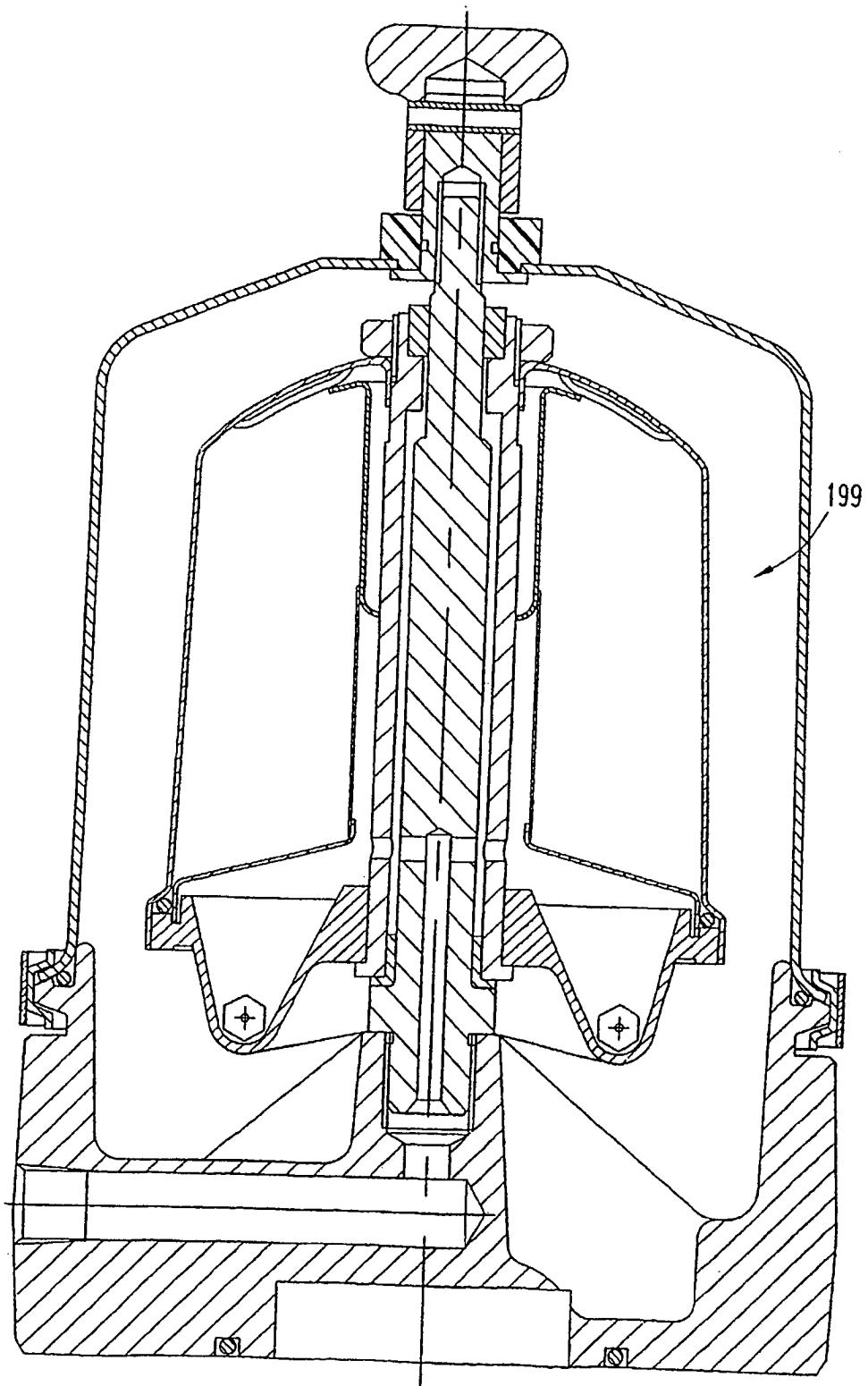


**Fig. 15**

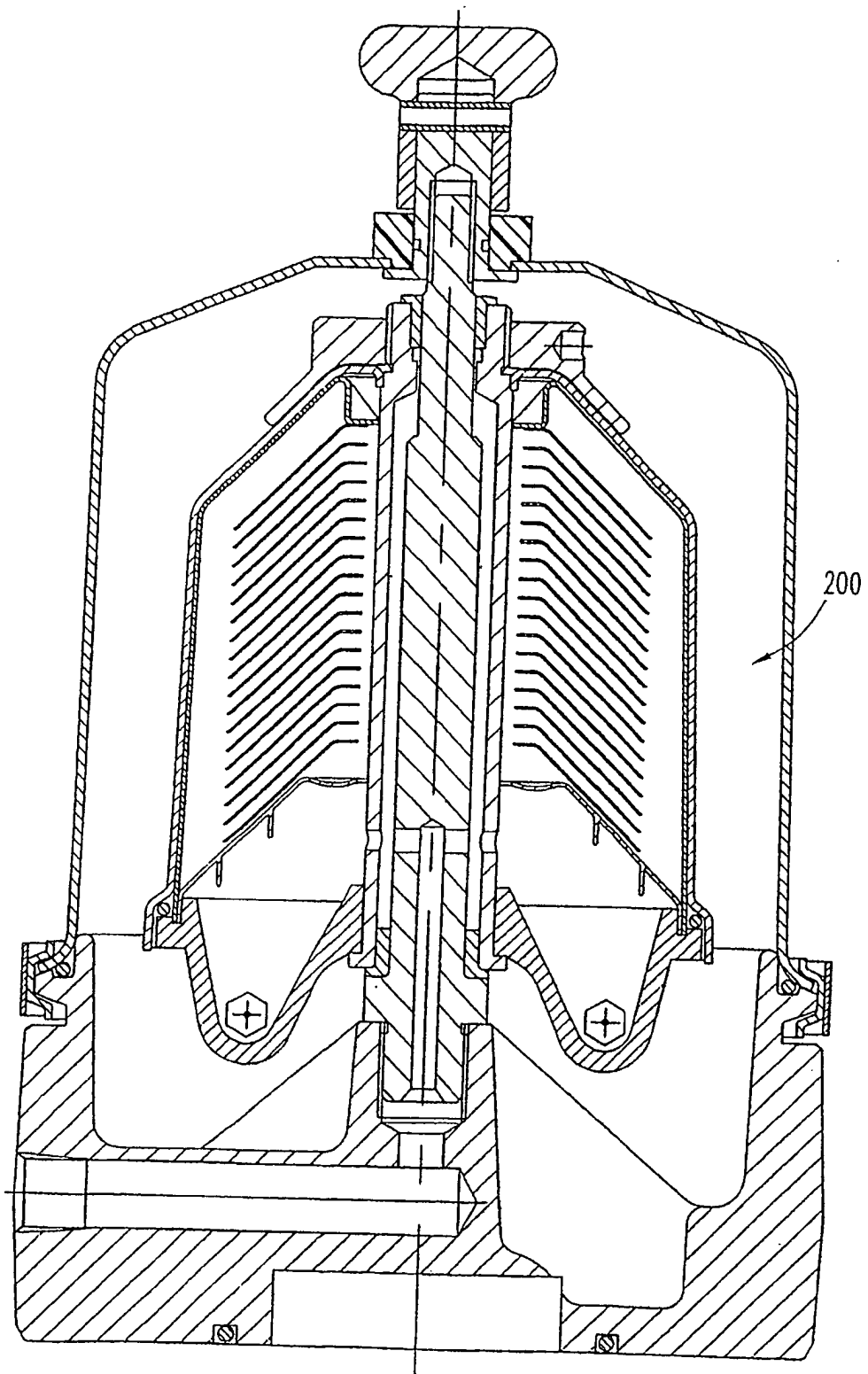




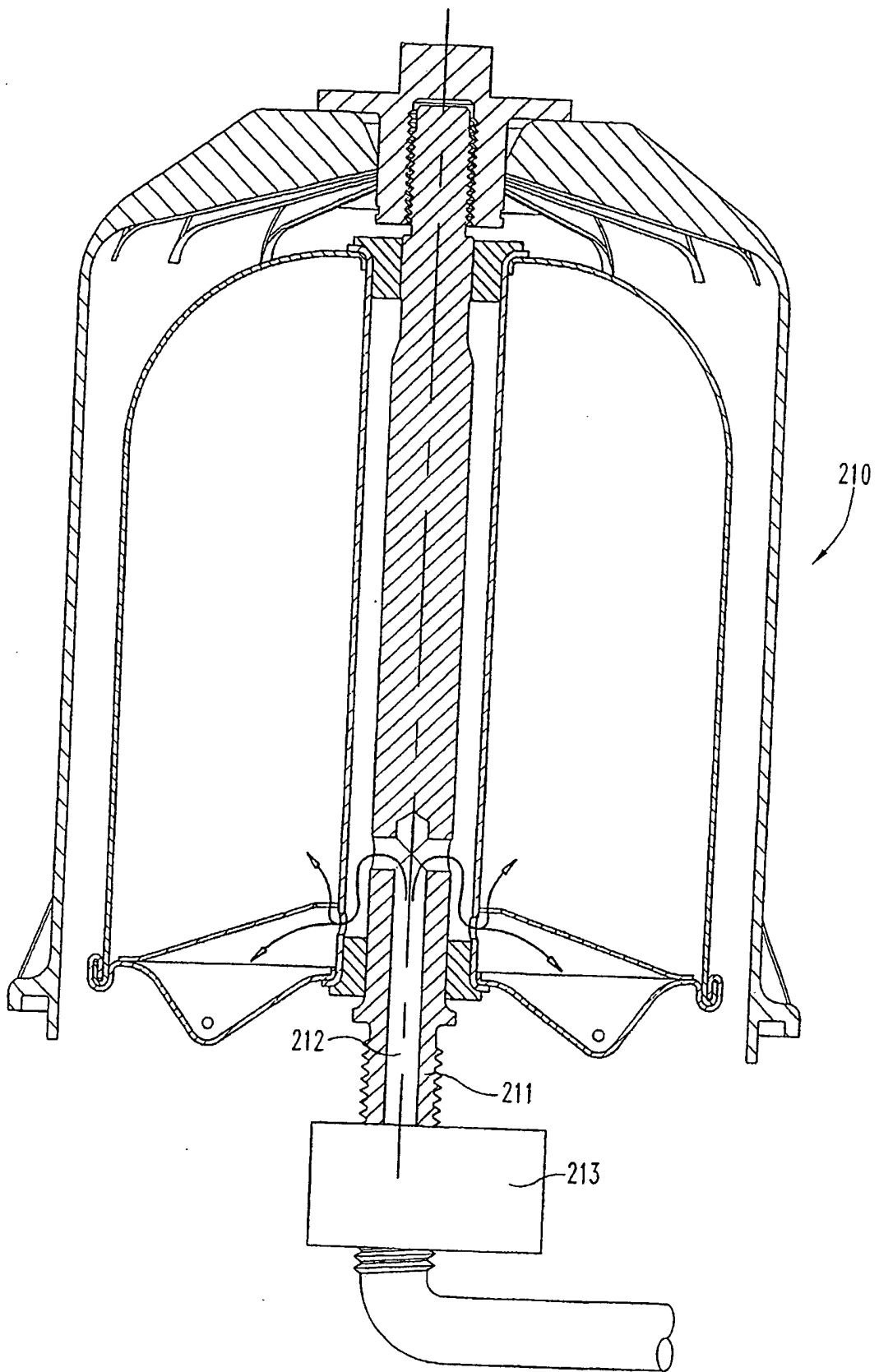
**Fig. 16**



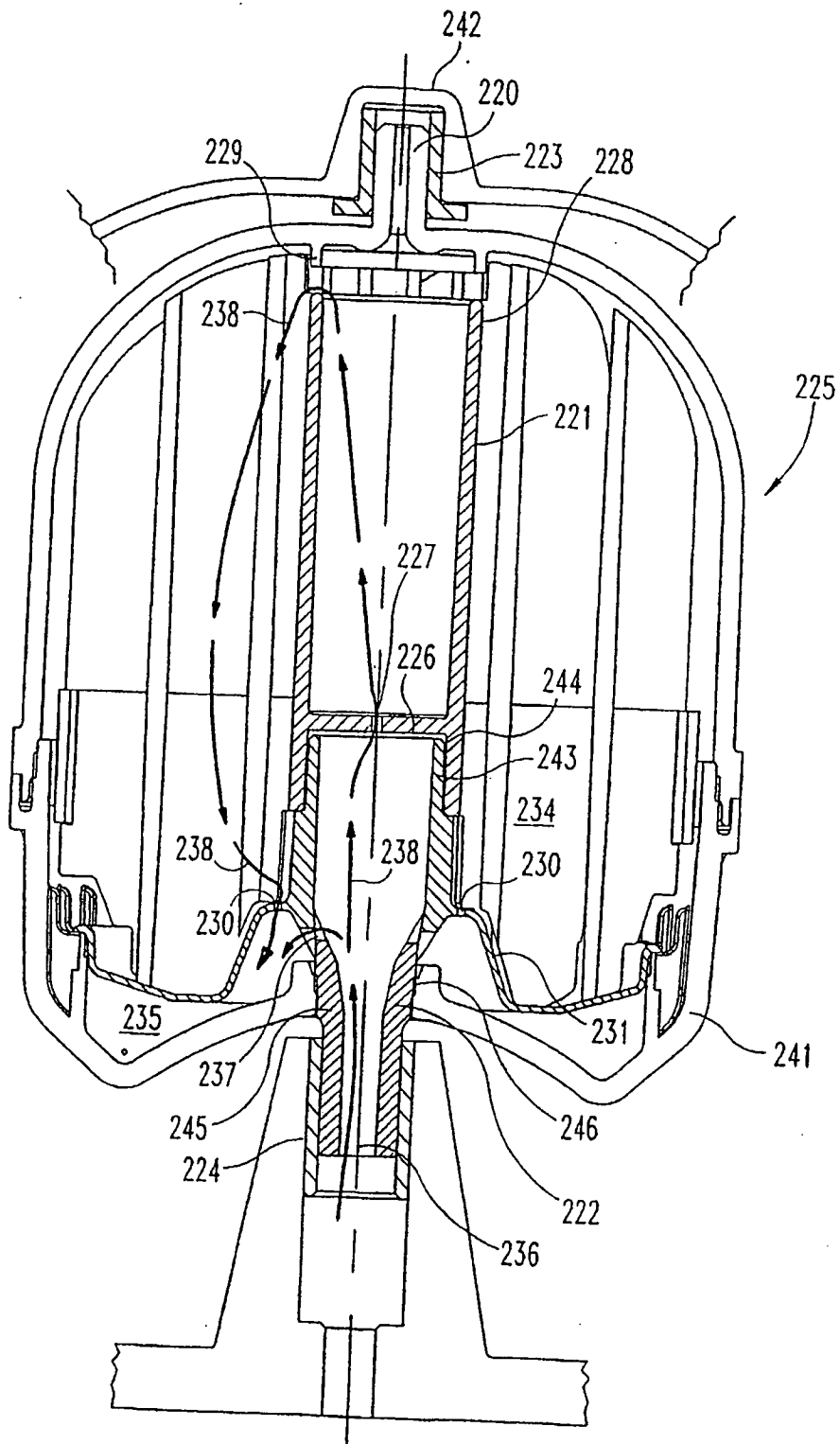
**Fig. 17**



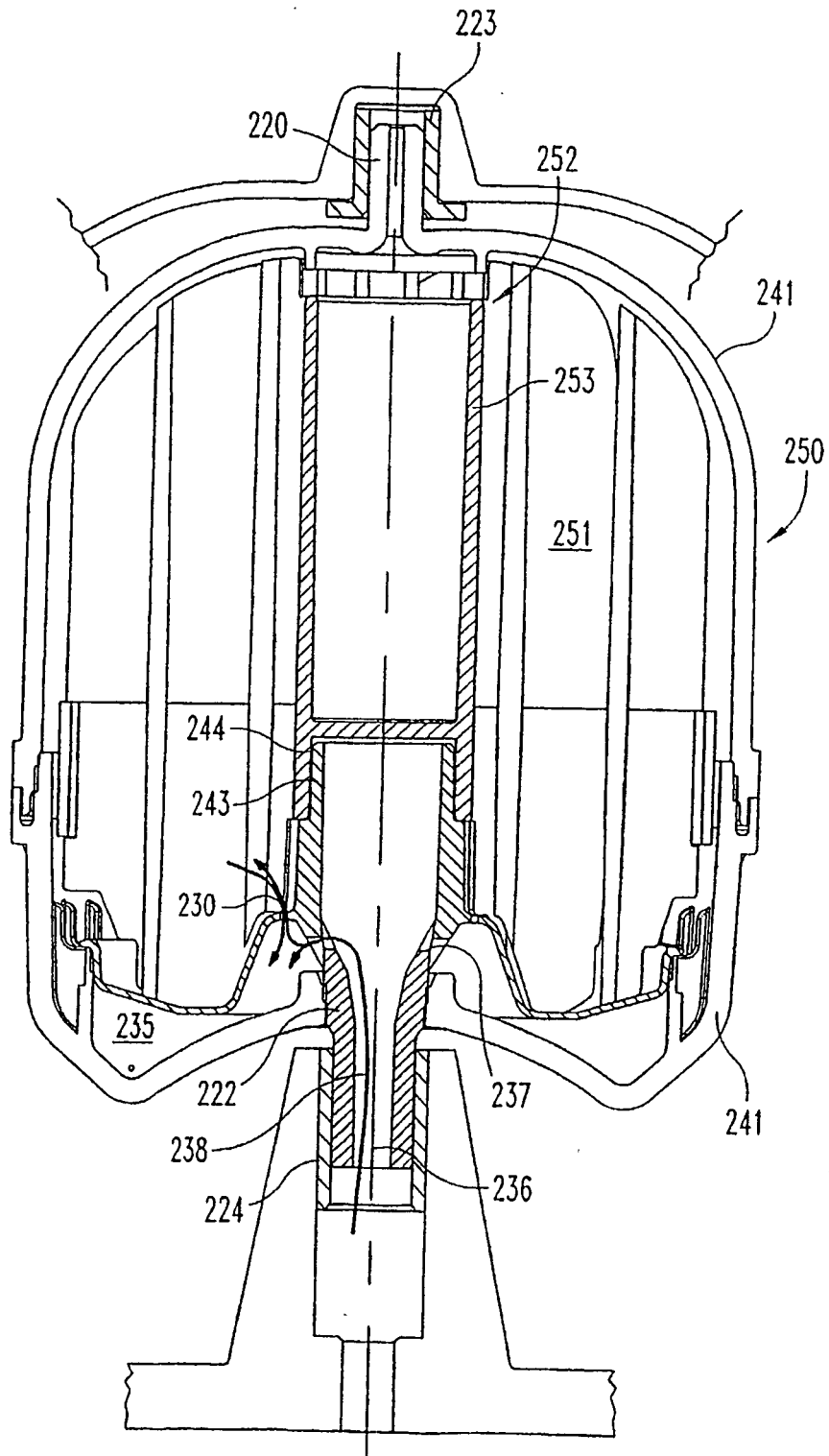
**Fig. 18**



**Fig. 19**



**Fig. 20**



**Fig. 21**