



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 19 294 T2 2008.01.03**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 381 470 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 19 294.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/13186**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 734 049.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/085525**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.04.2002**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **31.10.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.01.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **04.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B04B 7/08 (2006.01)**

B04B 1/00 (2006.01)

B04B 1/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

286745 P 25.04.2001 US

131102 24.04.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

Phase Inc., Kamuela, Hawaii, US

(72) Erfinder:

**KIRKER, Curtis, Kamuela, HI 96743, US; FULLER,
Berkeley F., Kamuela, HI 96743, US**

(74) Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(54) Bezeichnung: **ZENTRIFUGE**

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 DER ERFINDUNG

[0001] Diese Offenbarung bezieht sich im Allgemeinen auf das Gebiet von Zentrifugalabscheidern und im Spezielleren auf eine Zentrifuge mit austauschbaren innenliegenden Bauteilen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Über die vergangenen letzten Jahre nahm die Nachfrage nach der effizienten Beseitigung von Verunreinigungsstoffen aus Wasserversorgungen immer mehr zu. Wegen der verhältnismäßig geringen Größe vieler Verunreinigungsstoffe mit niedriger Dichte gelang es nicht, sie durch herkömmliche Aufbereitungsverfahren zu beseitigen, auch nicht durch Flüssigkeitsabscheidung.

[0003] Flüssigkeitsabscheidung kann jeden Prozess umfassen, der Stoffe aus einem Flüssigkeitsstrom auffängt und entfernt, was typischerweise zu einer geklärten Flüssigkeit mit weniger Verunreinigungsstoffen und einem dichteren Strom führt, der beseitigte Kontaminanten enthält. Eine weitere Bearbeitung des dichteren Stroms in einem Verdickungsprozess kann zusätzliche Flüssigkeit entfernen, um ein dickes, pumpbares Breigemisch zurückzulassen, das neun bis in etwa zwölf Gewichtsprozent Feststoffe enthält. Unter bestimmten Bedingungen kann ein Entwässerungsprozess noch mehr Wasser aus dem Breigemisch eliminieren. Der Entwässerungsprozess kann ein agglomerierbares aber immer noch feuchtes Gemisch aus ungefähr zwölf bis dreißig Gewichtsprozent Feststoffen erbringen. In einem extremen Entwässerungsprozess kann das sich ergebende Gemisch bis zu vierzig Gewichtsprozent Feststoffe umfassen. Bei der Bearbeitung einer geklärten Flüssigkeit kann ein zugeordneter Klärungsprozess suspendierte Festpartikel entfernen, wodurch eine noch wesentlich mehr geklärte Flüssigkeit zurückbleibt.

[0004] Eine Art eines technischen Flüssigkeitsabscheidungsverfahrens kann einen Membranfiltrationsprozess umfassen. Typischerweise entfernt ein Membranfiltrationsprozess Partikel aus einer Flüssigkeit, indem diese in einem Filter mit einer spezifischen Größe, der sich für eine bestimmte Anwendung eignet, zurückgehalten werden. Einige Beispiele für Membranfiltrationsprozesse umfassen Mikrofiltration, Ultrafiltration und Nanofiltration. Für unlösliche Partikel kann Mikrofiltration eingesetzt werden, um diese Partikel aus einer Flüssigkeit abzufangen und zu entfernen. Ultrafiltration kann einen Reinigungsprozess definieren, der als PrimärreinigungsfILTER dient, um ein gewünschtes Feststoffprodukt mit einer bestimmten Größe zu isolieren. Ein Nanofiltrationsprozess kann in einem abschließenden Reini-

gungsprozess eingesetzt werden, um Kontaminanten zu entfernen, die so klein sind wie mikroskopische Bakterienkapseln.

[0005] Ein anderes Beispiel für ein technisches Flüssigkeitsabscheidungsverfahren kann Zentrifugalabscheidung umfassen. Bei der Zentrifugalabscheidung kann eine Zentrifuge die Zentrifugalkraft nutzen, damit dichterer Verunreinigungsstoff aus einem flüssigen Medium abgeschieden wird, um eine geklärte Flüssigkeit zu hinterlassen. Indem eine Zentrifugalkraft erzeugt wird, die um mehrere Male höher ist als die Schwerkraft, trennen sich dichtere Kontaminanten vom flüssigen Medium. Um eine Zentrifugalkraft in der Zentrifuge zu erzeugen, wird das flüssige Medium oftmals in einer Kammer untergebracht, die sich entlang einer Symmetrieachse dreht, wodurch die Zentrifugalkraft in einer radialen Richtung von der Symmetrieachse weg erzeugt wird. Dichtere Kontaminanten, die im flüssigen Medium suspendiert sind, werden dann gegen eine Außenwand der sich drehenden Kammer gedrängt und können durch Öffnungen in der Kammer zu einem außen befindlichen Auffangbecken durchtreten. Die zurückbleibende geklärte Flüssigkeit, die weniger dicht ist, bleibt nahe der Achse und kann typischerweise über einen Klärflüssigkeitsauslass aus der Kammer entfernt werden.

[0006] Ein Verfahren zur Regelung/Steuerung eines Zentrifugalabscheidungsprozesses besteht darin, die in der Kammer herrschende Zentrifugalkraft zu verändern. Um die Zentrifugalkraft zu erhöhen, kann entweder der Durchmesser der Rotationskammer und/oder die Drehgeschwindigkeit der Kammer erhöht werden. Obwohl eine Erhöhung der Drehgeschwindigkeit einer Zentrifuge die Zentrifugalkraft erhöhen kann, um kleinere, weniger dichte Verunreinigungsstoffe zu eliminieren, können jedoch durch die zusätzliche Zentrifugalkraft auch Probleme aufgeworfen werden. Einige der Probleme, die mit einer Erhöhung der Zentrifugalkraft in einer Kammer zusammenhängen, umfassen Berstdruck, Auswuchtung und Abrieb. Weil im Allgemeinen dichtere Kontaminanten gegen die Außenwand oder -wände der Rotationskammer gedrängt werden, können Berstdruckgrenzen von Materialien, die zur Ausbildung der Außenwand oder -wände verwendet werden, zu einem kritischen Konstruktionselement der Kammer werden. Eine dynamische Auswuchtung der Rotationskammer kann auch zu einem Problem werden, wenn die Wanddicke erhöht wird, um eine höhere Berstdruckauslegung bereitzustellen und/oder wenn die Drehgeschwindigkeiten angehoben werden. Wenn die Zentrifugalkraft erhöht wird, kann auch die Geschwindigkeit der dichteren Kontaminanten zunehmen, was bewirkt, dass sich Feststoffteilchen mit hohen Geschwindigkeiten fortbewegen. Die hohe Geschwindigkeit der dichteren Partikel kann den Feststoffteilchen eine abrasive Eigenschaft verleihen, wenn diese mit den Wänden der Kammer in Berüh-

rung kommen, was gegebenenfalls zu einer Abtragung der Kammerwände führen kann.

[0007] Wenn dichtere Kontaminanten aus einem flüssigen Medium extrahiert werden, können sich die in der Wand ausgebildeten Öffnungen, die es ermöglichen, dass die dichteren Verunreinigungsstoffe aus der Rotationskammer ausgetrieben werden, mit Schwebeteilchen oder Feststoffen zusetzen. Trotz hoher Zentrifugalkraft können die Schwebeteilchen die Öffnungen verstopfen und hinter diesem "Verstopfungspunkt" eine Ansammlung relativ fester Stoffe entstehen lassen. Sobald eine Öffnung verstopft ist, muss die Zentrifuge angehalten und die Verstopfung behoben werden, damit die Zentrifuge wieder in Betrieb gesetzt werden kann. Ein anderes Problem kann aufgrund der erhöhten Drehung der Kammer bestehen. Wenn sich die Kammer um eine Mittelachse dreht, kann die Trägheit oder das Moment des in Drehung befindlichen flüssigen Mediums ein inneres Verwirbelungsmuster entstehen lassen, das als Zyklonverwirbelung bekannt ist. Weil diese Verwirbelung oftmals eine Aufrührbewegung in den dazugehörigen Kammern hervorruft, kann es wünschenswert sein, diesen Zyklonverwirbelungseffekt durch Beschränken der Drehgeschwindigkeiten zu verhindern.

[0008] Ein Verfahren zum Aufbau einer äußeren Auffangwand einer Zentrifuge in konzentrischen Schichten ist in der US6033564 (Kirker et al.) offenbart. Ein Verfahren zum Abscheiden von Flüssigkeit und zum Entfernen der schweren Partikel aus entweder Flüssigkeit oder Gas in einer Zentrifugenvorrichtung ist auch in der WO 00/02663 (Kirker et al.) offenbart. Die DE 1632324 (Telle) offenbart darüber hinaus eine Trichterzentrifuge.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Erfindungsgemäß wird eine Zentrifuge zur Entfernung dichteren Stoffs aus einem flüssigen Medium bereitgestellt, die Folgendes umfasst: eine Flüssigkeitsscheidewand, die in eine nicht drehende Hülse eingesetzt ist, um einen Einschließungsbereich dazwischen zu bilden; wobei der Einschließungsbereich betriebsbereit ist, um einen Teil des flüssigen Mediums aufzunehmen, das eine größere Konzentration des dichteren Stoffs aufweist; wobei die Flüssigkeitsscheidewand eine Innenfläche, einen Mittelabschnitt und eine Außenfläche umfasst; wobei die Flüssigkeitsscheidewand allgemein parallel zu einer Drehachse ausgerichtet und betriebsbereit ist, um sich um die Drehachse zu drehen; wobei die Flüssigkeitsscheidewand eine Aufnahme umfasst, die teilweise durch eine jeweilige an der Innenfläche ausgebildete Geometrie und eine im Mittelabschnitt ausgebildete Form gebildet ist, um einen leeren Raum zwischen der Innen- und Außenwandfläche zu bilden; wobei die Aufnahme betriebsbereit ist, um zur

Abscheidung des dichteren Stoffs vom flüssigen Medium beizutragen; wobei sich mindestens ein Strömungsweg durch die Flüssigkeitsscheidewand ausgehend vom leeren Raum zur Außenfläche erstreckt; und der Strömungsweg betriebsbereit ist, um den dichteren Stoff zum Einschließungsbereich zu transportieren, gekennzeichnet durch einen Vorsprung, der einen Teil der jeweiligen Form bildet und sich in den dazugehörigen leeren Raum der Aufnahme erstreckt, oder an der Innenwand des Strömungswegs ausgebildet ist, wobei der Vorsprung betriebsbereit ist, um eine ungeordnete Verwirbelung im leeren Raum zu erzeugen, um die Entstehung einer Zyklonverwirbelströmung zu verhindern, und/oder betriebsbereit ist, um die Entstehung einer Verstopfung in dem mindestens einen Strömungsweg zu unterbrechen.

[0010] In Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Erfindung wurden die mit einer Zentrifuge zusammenhängenden Nachteile und Probleme wesentlich reduziert oder abgeschafft. In einer Ausführungsform kann eine Zentrifuge zur Entfernung dichterer Partikel oder anderer dichterer Verunreinigungsstoffe aus einem flüssigen Medium eine Scheidewand umfassen, die in eine nicht drehende Hülse eingesetzt ist, um dazwischen einen Einschließungsbereich für die dichteren Partikel oder andere dichtere Verunreinigungsstoffe zu bilden. Die Scheidewand kann eine Innenfläche, einen Mittelabschnitt und eine Außenfläche umfassen. Die Scheidewand kann allgemein parallel mit einer Drehachse ausgerichtet sein und sich um die Drehachse drehen. In Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Erfindung kann eine Aufnahme oder können mehrere Aufnahmen in der Scheidewand ausgebildet sein. Jede Aufnahme kann eine jeweilige, an der Innenfläche ausgebildete Geometrie und eine jeweilige, im Mittelabschnitt ausgebildete Form umfassen, um zur Abscheidung der dichteren Teilchen und anderer dichter Kontaminanten beizutragen. Die Scheidewand kann auch eine Öffnung umfassen, die sich durch die Scheidewand ausgehend von der Innenfläche zur Außenfläche erstreckt. Diese Öffnung kann die dichteren Teilchen und andere Kontaminanten zum Einschließungsbereich transportieren.

[0011] In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Abscheiden dichterer Partikel aus einem flüssigen Medium unter Verwendung einer Zentrifuge bereitgestellt. Die Zentrifuge kann die Bereitstellung eines Zentrifugenkerns umfassen, der in einer nicht drehenden Hülse angeordnet ist. Der Zentrifugenkern kann eine Scheidewand mit einer Innenfläche, einem Mittelabschnitt und einer Außenfläche umfassen. Eine oder mehrere Aufnahme/n kann/können auf der Innenfläche der Scheidewand ausgebildet sein. Jede Aufnahme kann zur Abscheidung der dichteren Partikel aus einem flüssigen Medium beitragen. Das Verfahren kann umfassen, den Zentrifugenkern aus mehreren allgemein

zylindrischen Scheiben herzustellen. Alternativ kann der Zentrifugenkern aus mehreren allgemein längsverlaufenden Keilen gebildet sein. Das Verfahren kann umfassen, die allgemein zylindrischen Scheiben oder die allgemein längsverlaufenden Keile entlang einer Drehachse auszurichten. Der Zentrifugenkern kann sich um diese Achse drehen, wodurch eine Zentrifugalkraft bewirkt wird, die auf die dichteren Partikel übertragen werden soll, um sie aus dem flüssigen Medium abzuscheiden.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Verfahren zur Entfernung dichter Partikel aus einem flüssigen Medium umfassen, eine Zentrifuge mit einem Zentrifugenkern herzustellen, der in einer äußeren, nicht drehenden Auffanghülse angeordnet ist. Der Zentrifugenkern kann eine Scheidewand umfassen, die mindestens eine Aufnahme mit einer Öffnung und einem sich durch sie erstreckenden Strömungsweg aufweist. Indem der Zentrifugenkern um die Drehachse in Drehung versetzt wird, kann eine Zentrifugalkraft erzeugt werden. Die dichteren Partikel können durch eine Öffnung in der Aufnahme und durch den Strömungsweg zur äußeren, nicht drehenden Auffanghülse entfernt werden. Das Verfahren kann umfassen, eine Zyklonwirbelströmung in der Aufnahme zu erzeugen. Die Zyklonwirbelströmung kann zur Vorbeugung dagegen beitragen, dass die dichteren Partikel die Öffnung verstopfen.

[0013] Ein technischer Vorteil der vorliegenden Erfindung kann die Vorbeugung gegen Verstopfen von Öffnungen in einer Flüssigkeitsscheidewand umfassen. In manchen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann ein verstopfungsverhindernder Vorsprung in die Öffnung eingesetzt sein, um eine Verstopfung durch die dichteren Partikel zu verhindern. Der verstopfungsverhindernde Vorsprung kann in der Innenfläche einer Düse ausgebildet sein, um eine Wirbelströmung aus der Düse heraus zu erzeugen. Die Wirbelströmung kann ein Zusetzen verhindern, wenn die dichteten Partikel aus der Düse austreten.

[0014] Ein anderer technischer Vorteil der vorliegenden Erfindung umfasst, jegliche Zyklonwirbelströmung zu unterbrechen, die in einem leeren Bereich einer Aufnahme entsteht. Einen verwirbelungsverhindernden Vorsprung in eine Aufnahme einzusetzen, kann eine Entstehung einer Zyklonwirbelströmung im leeren Bereich der Aufnahme verhindern. Diese Wirbelströmung zu verhindern kann die Abscheidung der dichteren Partikel aus dem flüssigen Medium steigern.

[0015] Ein weiterer technischer Vorteil der vorliegenden Erfindung kann umfassen, die Abscheidungsgeschwindigkeit der im flüssigen Medium enthaltenen dichteren Partikel zu verändern. Die Ausbil-

dung steil oder sanft abfallender Wände auf einer Innenseite der Aufnahmewände kann eine Reibungskraft schaffen, wenn sich die dichteren Teilchen zur Öffnung hin bewegen. Diese Reibungskraft kann je nach dem Winkel oder Gefälle der Aufnahmewände variieren. Indem der Winkel oder das Gefälle wie etwa durch Hinzufügen einer steil abfallenden Wand erhöht wird, können sich die dichteren Partikel schneller zur Öffnung hin bewegen. Dies kann die durch die Zentrifugalkraft hervorgerufenen Abscheidungswirkungen mindern, da weniger dichte Flüssigkeit zusammen mit der dichteren Flüssigkeit aus der Öffnung heraustransportiert werden kann. Das Vorsehen einer sanft abfallenden Wand auf der Innenseite der Aufnahme lässt die Reibungskräfte die Geschwindigkeit der Teilchen verlangsamen, was eine zusätzliche Beseitigung von Flüssigkeiten wie etwa Wasser aus den Partikeln ermöglicht, wenn sie sich langsamer entlang der Wände der Aufnahme zur Öffnung hin bewegen.

[0016] Alle oder einige dieser technischen Vorteile können in verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung vorkommen. Andere technische Vorteile werden für den Fachmann auf dem Gebiet aus den folgenden Figuren, Beschreibungen und Ansprüchen ohne weiteres hervorgehen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] Ein vollständigeres Verständnis der vorliegenden Erfindung und deren Vorteile lässt sich durch Bezugnahme auf die folgende Beschreibung in Zusammenschau mit den beigefügten Zeichnungen erlangen, in denen gleiche Bezugszahlen gleiche Merkmale bezeichnen:

[0018] [Fig. 1](#) stellt eine Schemazeichnung dar, die eine isometrische Ansicht mit in unterbrochenen Linien dargestellten Abschnitten einer Zentrifuge zeigt, welche die Lehren der vorliegenden Erfindung verkörpert;

[0019] [Fig. 2](#) stellt eine Schemazeichnung im Schnitt entlang der Linien 2-2 von [Fig. 1](#) dar;

[0020] [Fig. 3A](#) stellt eine perspektivische Ansicht einer Flüssigkeitsscheidewand dar, die zum Teil durch eine Aufnahmescheibe gebildet ist, welche die Lehren der vorliegenden Erfindung verkörpert;

[0021] [Fig. 3B](#) stellt eine perspektivische Ansicht einer Flüssigkeitsscheidewand dar, die zum Teil durch einen Aufnahmekeil gebildet ist, der die Lehren der vorliegenden Erfindung verkörpert;

[0022] [Fig. 4](#) stellt eine perspektivische Ansicht der Flüssigkeitsscheidewand mit beispielhaften Ausführungsformen von Aufnahmen dar, welche die Lehren der vorliegenden Erfindung verkörpern;

[0023] die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) stellen eine perspektivische bzw. eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Aufnahme mit gerade abfallenden Seitenwänden nach den Lehren der vorliegenden Erfindung dar;

[0024] die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) stellen eine perspektivische bzw. eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Aufnahme mit zusammengesetzt gekrümmten Seitenwänden nach den Lehren der vorliegenden Erfindung dar;

[0025] die [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) stellen eine perspektivische bzw. eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Aufnahme mit einer sanft und einer steil abfallenden Seitenwand nach den Lehren der vorliegenden Erfindung dar;

[0026] die [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) stellen zwei perspektivische Ansichten beispielhafter Ausführungsformen einer Öffnung dar, die in einer Aufnahme an der Innenwand des Zentrifugalabscheiders nach den Lehren der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist;

[0027] die [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) stellen eine perspektivische bzw. eine Querschnittsansicht einer Aufnahme mit einer beispielhaften Ausführungsform eines verwirbelungsverhindernden Vorsprungs dar, der an der Innenfläche der Aufnahme nach den Lehren der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist; und

[0028] die [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10C](#) stellen beispielhafte Ausführungsformen verschiedener verwirbelungsverhindernder Vorsprünge dar, die in einer Aufnahme nach den Lehren der vorliegenden Erfindung ausgebildet sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0029] Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung und ihre Vorteile lassen sich am besten durch Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 10C](#) verstehen, worin gleiche Zahlen zur Bezeichnung gleicher oder entsprechender Teile verwendet werden.

[0030] [Fig. 1](#) stellt eine Schemazeichnung dar, die eine isometrische Ansicht mit in unterbrochenen Linien dargestellten Abschnitten einer Zentrifuge **10** zeigt. Die Zentrifuge **10** kann einen Zentrifugenkern **20** umfassen, der in einer nicht drehenden Außenhülse **12** angeordnet ist. Der Zentrifugenkern **20** kann einen Einlass **14** für flüssiges Medium, einen Auslass **16** für geklärte Flüssigkeit und eine Flüssigkeitsscheidewand **26** umfassen. Die Flüssigkeitsscheidewand **26** kann zwischen einer ersten Gehäuseabdeckung **22** und einer zweiten Gehäuseabdeckung **24** eingeschlossen sein.

[0031] Die nicht drehende Außenhülse **12** kann einen Ansammlungs- oder Einschließungsbereich **18** zwischen dem Zentrifugenkern **20** und der nicht drehenden Außenhülse **12** bilden. Der Ansammlungs- oder Einschließungsbereich **18** kann dichtere Partikel oder andere Verunreinigungsstoffe ansammeln, die aus dem flüssigen Medium abgeschieden wurden und durch Öffnungen **28** hindurchgetreten sind. Wenn sich dichtere Partikel im Ansammlungs- oder Einschließungsbereich **18** ansammeln, können die hochdichten Partikel zwischen dem Zentrifugenkern **20** und der nicht drehenden Außenhülse **12** von der Zentrifuge **10** weg strömen.

[0032] Der Einlass **14** für flüssiges Medium kann an der oberen Gehäuseabdeckung **22** angebracht sein, um eine in die Zentrifuge **10** führende Öffnung für das flüssige Medium bereitzustellen. Obwohl der Einlass **14** für flüssiges Medium als an der ersten Gehäuseabdeckung **22** angebracht gezeigt ist, kann er sich auch an irgendeiner anderen Stelle am Zentrifugenkern **20** befinden.

[0033] Der Auslass **16** für geklärte Flüssigkeit kann in der zweiten Gehäuseabdeckung **24** ausgebildet sein. Der Auslass **16** für geklärte Flüssigkeit kann zum Ausleiten der geklärten Flüssigkeit verwendet werden, nachdem die dichteren Partikel durch die Öffnungen **28** in der Flüssigkeitsscheidewand **26** entfernt wurden.

[0034] Die Flüssigkeitsscheidewand **26** kann zwischen der ersten Gehäuseabdeckung **22** und der zweiten Gehäuseabdeckung **24** angeordnet sein. Die erste Gehäuseabdeckung **22** und die zweite Gehäuseabdeckung **24** können dazu verwendet werden, die Endstücke des Zentrifugenkerns **20** mit der dazwischen angeordneten Flüssigkeitsscheidewand **26** zu bilden. Die Flüssigkeitsscheidewand **26** kann aus verschiedenen Abschnitten bestehen und umfasst verschiedene Aufnahmen mit jeweiligen Geometrien und Formen. Diese verschiedenen Abschnitte können mehrere horizontale Schichten von Aufnahmen umfassen, die libereinandergestapelt werden können, um die Flüssigkeitsscheidewand **26** zu bilden. Alternativ kann die Flüssigkeitsscheidewand **26** aus verschiedenen vertikalen Abschnitten von Aufnahmen bestehen, die zusammengesetzt werden, um die Flüssigkeitsscheidewand **26** zu bilden. Bei einigen Ausführungsformen kann die erste Gehäuseabdeckung **22** und die zweite Gehäuseabdeckung **24** mit (nicht ausdrücklich gezeigten) Langschrauben durch Schraubenöffnungen **27**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, befestigt werden, um die verschiedenen Abschnitte und Bestandteile der Flüssigkeitsscheidewand **26** zusammenzuhalten.

[0035] Der Zentrifugenkern **20** kann so ausgelegt sein, dass der sich in der nicht drehenden Hülse **12** dreht. Diese Drehung kann eine Zentrifugalkraft erzeugen, um die dichteren Partikel aus einem flüssi-

gen Medium abzuscheiden. In manchen Ausführungsformen kann eine Antriebswelle **17** den Zentrifugenkern **20** drehen, um eine Zentrifugalkraft zu erzeugen. Die Drehung der Antriebswelle **17** kann eine Zentrifugalkraft im Zentrifugenkern **20** je nach dessen Geschwindigkeit und Durchmesser im Bereich von ungefähr fünfhundert bis ungefähr achttausend Schwerkrafteinheiten entstehen lassen. Indem eine hohe Zentrifugalkraft von etwa achttausend Schwerkrafteinheiten im Zentrifugenkern **20** bereitgestellt wird, können bis zu ca. 0,5 µm kleine dichtere Partikel aus dem flüssigen Medium abgeschieden werden. In manchen Ausführungsformen verleiht die Zentrifuge **10** dem flüssigen Medium eine Zentrifugalkraft zur Beseitigung von Feststoffteilchen im Größenbereich von ca. 3 mm bis ca. 0,5 µm.

[0036] Wenn die Zentrifugalkraft auf die Flüssigkeit einwirkt, werden die verschiedenen Dichten im flüssigen Medium getrennt, wobei die schwereren, dichteren Partikel zur nicht drehenden Außenhülse **12** hin gedrängt werden. Wenn sich diese dichteren Partikel der Öffnung **28** in der Flüssigkeitsscheidewand **26** nähern, befindet sich die Zentrifugalkraft aufgrund des Abstands von einer Drehachse auf ihrem Höhepunkt. Die durch die Öffnung **28** austretenden Teilchen können sich an der nicht drehenden Außenhülse **12** anordnen. Die übrige Flüssigkeit, oder die geklärte Flüssigkeit, die im innersten Teil der Flüssigkeitsscheidewand **26** enthalten ist, kann über den Zentrifugenkern **20** in den Auslass **16** für geklärte Flüssigkeit fließen. Je nach der Extraktionsrate der Partikel kann mehr flüssiges Medium im Zentrifugenkern **20** Platz finden. Typischerweise kann die Strömungsrate des flüssigen Mediums in den Zentrifugenkern **20** im Bereich von ca. 1.900 Liter pro Minute liegen. In manchen Ausführungsformen beträgt die Strömungsrate des flüssigen Mediums ca. 230 bis 470 Liter pro Minute.

[0037] Die Flüssigkeitsscheidewand **26**, die zwischen der ersten Gehäuseabdeckung **22** und der zweiten Gehäuseabdeckung **24** eingeschlossen ist, kann eine Aufnahme **30** umfassen, die an der Flüssigkeitsscheidewand **26** ausgebildet ist. Die Aufnahme **30** kann eine spezielle Geometrie und eine spezielle Form umfassen, die zur Öffnung **28** führt. Je nach der jeweiligen Geometrie und Form der Aufnahme **30** können die Zentrifugalkräfte in der Aufnahme **30** die Abscheidungswirkungen der dichteren Partikel aus dem flüssigen Medium verändern.

[0038] **Fig. 2** stellt eine Querschnittsansicht der Zentrifuge **10** dar. Der Zentrifugenkern **20** kann aus einer Innenfläche **38**, einer mittleren Schicht **39** und einer Außenfläche **40** bestehen, die um eine Drehachse **36** angeordnet sind. Der Zentrifugenkern **20** kann mindestens eine Aufnahme **30** mit mindestens einer Öffnung **28** umfassen.

[0039] Die Innenfläche **38** kann in Kontakt mit einem flüssigen Medium stehen und eine Geometrie annehmen, um die Aufnahme **30** zu bilden. Weil die Innenfläche **38** durch das flüssige Medium abgetragen werden kann, kann sie aus austauschbaren Einsätzen bestehen. Typischerweise kann die Innenfläche **38** dünnen rostfreien Stahl, Keramik, Kunststoff, Urethan oder irgendein anderes Material und/oder irgendeine andere Beschichtung umfassen, das/die sich dazu eignet, eine innenliegende Verschleißschicht bereitzustellen. In einer Ausführungsform umfasst die Innenfläche **38** eine austauschbare Urethanauskleidung, die über die mittlere Schicht **39** gesetzt ist. In manchen Ausführungsformen kann die mittlere Schicht **39** Schraubenöffnungen **27** umfassen, um (nicht ausdrücklich gezeigte) Langschrauben aufzunehmen, welche Segmente der Flüssigkeitsscheidewand **26** in einer festen Position halten können.

[0040] Die mittlere Schicht **39** kann dem Zentrifugenkern Stütze und Struktur verleihen und kann eine in der Aufnahme **30** hergestellte Form umfassen, um das flüssige Medium einzuschließen. Die Form der Aufnahme **30** kann einen leeren Bereich **32** schaffen, der unter einer Zentrifugalkraft zur Abscheidung der dichteren Partikel aus dem flüssigen Medium beiträgt. Typischerweise kann die mittlere Schicht **39** aus Urethan, einem Füllstoff, einem Polymer, oder irgendeinem anderen geeigneten Material bestehen, um eine Form für die Innenfläche **38** bereitzustellen.

[0041] Die Außenfläche **40** kann angrenzend an die nicht drehende Außenhülse **12** ausgebildet sein und kann eine Öffnung **28** umfassen. Typischerweise kann die Außenfläche **40** eine äußere Festigkeitsschicht aus gewickelten oder geflochtenen Kohlenstoff- oder Graphitfasern umfassen, mit einem Harz, einem Metall, einem Polymer mit Kohlenstofffüllstoff, einem Polymer mit Glasfüllstoff, einem hochfesten Verbundkunststoff oder irgendeinem anderen geeigneten Material, das dazu verwendet wird, eine hohe Berstfestigkeit bereitzustellen.

[0042] Die Öffnung **28** kann einen Weg für die dichteren, mit etwas flüssigem Medium gemischten Partikel zum Ansammlungsbereich **18** bereitstellen, die aus der Aufnahme **30** entfernt werden sollen. Typischerweise kann die Öffnung eine in der Aufnahme **30** ausgebildete Düse, eine Einsatzvorrichtung oder irgendeine andere geeignete Verbindung zur Bereitstellung eines Wegs für die dichteren Partikel umfassen, damit diese sich aus der Aufnahme **30** heraus und zum Ansammlungsbereich **18** bewegen können.

[0043] Weil der Zentrifugenkern **20** an der Drehachse **36** zentriert sein kann, kann die Drehung des Zentrifugenkerns **20** eine Zentrifugalkraft erzeugen, wobei die Kraft von der Drehachse **36** weg gerichtet ist. Wenn das flüssige Medium in den Zentrifugenkern **20**

eintritt, werden die im flüssigen Medium befindlichen schweren Partikel in einer radialen Richtung nach außen getrieben, die von der Drehachse **36** zur Aufnahme **30** verläuft. Die durch die Drehung des Zentrifugenkerns **20** erzeugte Zentrifugalkraft kann zunehmen, wenn sich die Partikel von der Drehachse **36** weiter weg bewegen. Die zunehmende Kraft kann die dichteren Partikel durch die Öffnung **28** nach außen drängen, so dass sie sich in dem Ansammlungsbe- reich **18** anordnen, der zwischen der nicht drehende Außenhülse **12** und dem Zentrifugenkern **20** ausgebildet ist. Die Öffnung **28** kann einen Teil der Aufnahme **30** bilden, was dafür sorgt, dass schwere Sedimentpartikel und etwas flüssiges Medium durch die Aufnahme **30** ausgehend von der Innenfläche **38** der Flüssigkeitsscheidewand **26** zur nicht drehenden Außenhülse **12** durchtreten können.

[0044] [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) stellen eine perspektivische Ansicht einer Flüssigkeitsscheidewand **26** mit einer austauschbaren Aufnahme **30** dar. In manchen Ausführungsformen kann die Flüssigkeitsscheidewand **26** die Aufnahme **30** auf modulare Weise eingebaut haben. Jeder Bestandteil der Flüssigkeitsscheidewand **26** kann stückweise zusammengesetzt werden, um eine fertige Wandeinheit zu bilden.

[0045] Die Aufnahme **30** kann in jedem Aufnahmebestandteil mindestens eine Öffnung **28** umfassen, jedoch kann die Anzahl der Öffnungen je nach der Auslegung der Aufnahme **30** variieren. Die Aufnahme **30** kann einen austauschbaren Einsatz bilden, der dazu verwendet werden kann, die Flüssigkeitsscheidewand **26** auf modulare Weise zusammenzusetzen. In manchen Ausführungsformen kann die Flüssigkeitsscheidewand **26** aus austauschbaren Einsätzen hergestellt werden, die einen Stapel von Aufnahmescheiben **35** umfassen. Die Aufnahmescheiben **35** können eine kreisförmige Formation von Aufnahmen **30** umfassen, die so angeordnet sind, dass sie zwischen der ersten Gehäuseabdeckung **22** und der zweiten Gehäuseabdeckung **24** eingesetzt sind. Alternativ kann die Flüssigkeitsscheidewand **26** mit einem Aufnahmekeil **34** von Aufnahmen **30** hergestellt werden. Ein einzelner Aufnahmekeil **34** kann mindestens eine Aufnahme **30** umfassen, die so gesetzt ist, dass sie einen Abschnitt der Flüssigkeitsscheidewand **26** bildet. Indem ein Aufnahmekeil **34** in einer Anordnung auf Art eines "Kuchens" neben andere Aufnahmekeile **34** gesetzt wird, kann die Flüssigkeitsscheidewand **26** in Modulen hergestellt und durch den ersten Gehäuseabschnitt **22** und den zweiten Gehäuseabschnitt **24** umschlossen werden. Der Aufnahmekeil **34** und die Aufnahmescheibe **35** können durch Modellguss, Maschinenpressen oder irgendwelche andere geeignete Mittel zur Herstellung der jeweiligen Aufnahmeformen hergestellt werden.

[0046] [Fig. 4](#) stellt eine perspektivische Ansicht einer Flüssigkeitsscheidewand **26** dar, die beispielhaf-

te Ausführungsformen von Aufnahmen **30a**, **30b**, **30c** und **30d** umfasst. Je nach einer bestimmten Abscheidungsanwendung kann die Aufnahme **30** verschiedenartige auf der Flüssigkeitsscheidewand **26** ausgebildete Geometrien umfassen und kann darüber hinaus verschiedenartige in der mittleren Schicht **39** ausgebildete Formen umfassen. In manchen Ausführungsformen können die Aufnahmen **30a**, **30b**, **30c** und **30d** wabenartig entlang der Innenfläche **38** der Flüssigkeitsscheidewand **26** ausgebildet sein, um die dichteren Partikel aus dem flüssigen Medium abzuscheiden.

[0047] Je nach der Anwendung der Flüssigkeitsabscheidung kann die gewählte Geometrie eine vierseitige Aufnahme **30a**, eine dreieckige Aufnahme **30b**, eine sechseckige Aufnahme **30c** oder eine achteckige Aufnahme **30d** umfassen. Andere Geometrien der Aufnahme **30**, die an der Innenfläche **38** ausgebildet wird, können eine Dreiecks-, Quadrat-, Rechtecks-, Trapez-, Rauten-, Rhombus-, Fünfecks-, Sechsecks-, Achtecks-, Kreis-, Oval-, mehrwandige Form oder irgendeine andere Geometrie umfassen, die sich dazu eignet, eine Aufnahme **30** auf der Innenfläche **38** herzustellen.

[0048] Zusätzlich zur Ausbildung einer speziellen Geometrie kann die Aufnahme **30** verschiedenartige Formen umfassen. Die Form der in der mittleren Schicht **39** ausgebildeten Aufnahme **30** kann eine Pyramiden-, Dreiecks-, Fünfecks-, Sechsecks-, Achtecks-, Trapez- oder irgendeine andere mehrwandige Form umfassen, die so wirkt, dass ein leerer Bereich in der Flüssigkeitsscheidewand **26** bereitgestellt wird. Die Formen der Aufnahme **30** können darüber hinaus so festgelegt werden, dass sie gekrümmte Wände, zusammengesetzte gekrümmte Wände, steil abfallende Wände, sanft abfallende Wände, gerade Wände, flache Wände, asymmetrisch geformte Wände, unregelmäßig geformte Wände, irgendeine Kombination von diesen oder irgendeine andere Wandform umfassen, die sich eignet, um eine Aufnahme **30** in der mittleren Schicht **39** auszubilden.

[0049] In manchen Ausführungsformen kann die Aufnahme **30** eine an der Innenwand der Flüssigkeitsscheidewand **26** ausgebildete Geometrie mit zusammenlaufend abfallenden Wänden umfassen, die von der Innenfläche der Flüssigkeitsscheidewand **26** zu einer mittleren Öffnung **28** im äußeren Abschnitt der Flüssigkeitsscheidewand **26** führen. In manchen Ausführungsformen kann die Aufnahme **30** mit mehreren Aufnahmen **30** ausgebildet sein, die wabenartig angeordnet sind. In einer anderen Ausführungsform kann die Aufnahme **30** so eingerichtet sein, dass sie einen Bereich von achtzig Prozent oder mehr der Gesamtfläche der Flüssigkeitsscheidewand **26** ausmacht. Je nach der Anwendung, die eine Zentrifugalabscheidung erforderlich macht, kann die Flüssigkeitsscheidewand **26** Kombinationen unter-

schiedlich geformter Aufnahmen **30** umfassen, die an der Innenfläche **38** ausgebildet sind. In weiteren Ausführungsformen kann die Aufnahme **30** eine Kombination unterschiedlicher Geometrien und Formen umfassen, um die Flüssigkeitsscheidewand **26** zu bilden.

[0050] Die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) stellen eine perspektivische und eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Aufnahme **30** dar, die gerade abfallende Seitenwände **44** hat. Die gerade abfallenden Seitenwände **44** können verschiedene Neigungsgrade an der Innenwand der Aufnahme **30** umfassen. In manchen Ausführungsformen können die verschiedenen Neigungen einen Neigungswinkel **29** umfassen. Der Neigungswinkel **29** kann ausgehend von einer zu einer Achse der Öffnung **28** senkrechten Ebene zu einer Neigung an der Innenwand gemessen werden. Vorzugsweise umfasst der Neigungswinkel **29** für gerade abfallende Seitenwände **44** Wandneigungen, die durch Winkel gebildet sind, die zwischen zwanzig und sechzig Grad betragen.

[0051] Wenn das flüssige Medium in den Zentrifugenkern **20** eintritt, kann die Zentrifugalkraft, die auf das flüssige Medium übertragen wird, die dichteren Partikel abscheiden, indem diese zur Öffnung **28** in der Flüssigkeitsscheidewand **26** gedrängt werden. Die dichteren Partikel können am Aufnahmeeingang **42** in die Aufnahme **30** eintreten. Die Aufnahme **30** kann eine gerade abfallende Seitenwand **44** umfassen, um eine Zentrifugalkraft zu erzeugen, die entlang der Neigung der Seitenwand, wenn sie zur Öffnung **28** führt, gleichmäßig ist. Die auf die dichteren Partikel wirkende Zentrifugalkraft lässt eine Abscheidung mit einer gleichmäßigen Rate zu, wenn die dichteren Partikel zur Öffnung **28** hin beschleunigt werden.

[0052] Indem der Neigungswinkel **29** erhöht wird, um eine steiler abfallende Wand zu schaffen, können sich die dichteren Partikel schneller mit der Zentrifugalkraft zur Öffnung **28** hin bewegen. Wenn hingegen der Neigungswinkel **29** an der Aufnahme **30** verkleinert wird, können die Reibungskräfte zwischen den dichteren Partikeln an der gerade abfallenden Seitenwand **44** zunehmen, wenn sich diese zur Öffnung **28** hin bewegen. Die zunehmende Reibungskraft kann durch die Zunahme der Zentrifugalkraft bewirkt werden, wenn sich die dichteren Partikel weiter von der Drehachse **36** weg bewegen.

[0053] Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) stellen eine perspektivische und eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Aufnahme **30** mit einer zusammengesetzten gekrümmten Seitenwand **46** dar. Die zusammengesetzte gekrümmte Seitenwand **46** kann ausgehend vom Aufnahmeeingang **42** zur Öffnung **28** variierende Winkel umfassen. In man-

chen Ausführungsformen kann die zusammengesetzte gekrümmte Seitenwand **46** einen Neigungswinkel **29** umfassen. Der Neigungswinkel **29** kann auf dem Weg vom Aufnahmeeingang **42** nach unten zur Öffnung **28** variieren. Die verschiedenen Grade des Neigungswinkels **29** können einen Bereich von weniger als oder gleich neunzig Grad nahe an der Öffnung **28** bis zu einem Winkel von ungefähr siebenunddreißig Grad nahe dem Aufnahmeeingang **42** umfassen. Diese variierenden Grade entlang der Wand können eine Reibungskraft erzeugen, die am Aufnahmeeingang **42** höher ist als nahe der Öffnung **28**.

[0054] Je nach dem Neigungswinkel **29**, den die zusammengesetzte gekrümmte Seitenwand **46** bildet, können die dichteren Partikel aus dem flüssigen Medium auf hohe Wandreibungskräfte stoßen, was zu einer langsameren Abscheidungsrate aus dem flüssigen Medium führt. Wenn sich diese dichteren Partikel entlang der Aufnahme **30** nach unten zur Öffnung **28** bewegen, können die Wandreibungskräfte aufgrund einer Zunahme des Neigungswinkels **29** an der zusammengesetzten gekrümmten Seitenwand **46** abnehmen. Diese Zunahme kann zu einer Minderung der Reibungskraft führen, die auf die dichteren Partikel übertragen wird, wenn sie sich die Aufnahme **30** hinab zur Öffnung **28** bewegen. Zusätzlich zur Minderung der Reibungskraft kann die Zentrifugalkraft zunehmen, die auf die dichteren Partikel übertragen wird, wenn der Abstand von der Drehachse **36** größer wird. Die Zentrifugalkraft kann in Kombination mit dem zunehmend steileren Winkel der zusammengesetzten gekrümmten Seitenwand **46** eine Beschleunigung der dichteren Partikel bewirken. Wie die Partikel nahe der Öffnung **28** können die dichteren Partikel im Vergleich zu der nach außen wirkenden Zentrifugalkraft eine minimale Wandreibung haben. Wenn die Partikel in die Öffnung **28** der Aufnahme **30** eintreten, kann die Reibungskraft im Vergleich zu der Zentrifugalkraft unbedeutend sein, was bewirkt, dass die dichteren Partikel am Ausgang der Öffnung **28** dicht gepackt werden. Diese Verdichtung der dichteren Partikel nahe am Ausgang der Öffnung **28** kann für eine zusätzliche Klärung des flüssigen Mediums sorgen, und zwar weil die Verdichtung unter hohem Druck erfolgt. Da die extrahierte geklärte Flüssigkeit weniger dicht ist, kann die Flüssigkeit zur Mitte des Zentrifugenkerns **20** in die Nähe der Drehachse **36** gedrängt werden. Die dichteren Partikel können jedoch durch die Öffnung **28** ausgetrieben werden, um sich im Ansammlungsbereich **18** abzusetzen.

[0055] Die [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) stellen eine perspektivische und eine Querschnittsansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Aufnahme **30** mit einer steil abfallenden Seitenwand **48** und einer sanft abfallenden Seitenwand **49** dar, die an der Innenfläche **38** der Flüssigkeitsscheidewand **26** ausgebildet sind. Wenn das flüssige Medium am Aufnahmeein-

gang **42** in die Aufnahme **30** eintritt, kann durch die Drehung des Zentrifugenkerns **20** um die Drehachse **36** eine Zyklonwirbelströmung **47** entstehen. Die Zyklonwirbelströmung **47** kann eine Wirbelbewegung innerhalb der Innenfläche **38** des leeren Bereichs **32** bilden, und zwar wegen der Trägheitswirkungen des flüssigen Mediums, das um die Drehachse **36** herum beschleunigt wird. Weil die Aufnahme **30** die beiden gekrümmten Wände umfassen kann, nämlich die steil abfallende Seitenwand **48** und die sanft abfallende Seitenwand **49**, kann jede Wand unterschiedlich von der Zyklonwirbelströmung **47** betroffen sein. In manchen Ausführungsformen bewirkt die Zyklonwirbelströmung **47**, dass die dichteren Partikel von der sanft abfallenden Seitenwand **49** zur Öffnung **28** hin weggespült werden. Alternativ können die dichteren Partikel, die entlang der steil abfallenden Seitenwand **48** zur Öffnung **28** hinabsinken, eine ausreichende Geschwindigkeit und Kraft haben, um die Auswirkungen der Zyklonwirbelströmung **47** zu überwinden.

[0056] Unterstützt durch die Zyklonwirbelströmung **47** kann die Aufnahme **30** diese verschiedenen Geschwindigkeiten der durch die Öffnung **28** austretenden dichteren Partikel begünstigen, wodurch unterschiedliche Strömungsdurchsätze geschaffen werden. Diese sich verändernden Strömungsdurchsätze können die Entstehung einer Verstopfung in der Öffnung **28** verhindern. Zusätzlich kann auch die Kraft der schnelleren Partikel dazu beitragen, jegliche Partikel loszureißen, die einen Stopfen in der Öffnung **28** zu bilden beginnen.

[0057] Die [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) stellen zwei perspektivische Ansichten einer beispielhaften Ausführungsform eines verstopfungsverhindernden Vorsprungs **50** dar, der an der in der Aufnahme **30** befindlichen Innenwand der Öffnung **28** ausgebildet ist. Indem der verstopfungsverhindernde Vorsprung **50** mit der Öffnung **28** kombiniert wird, kann durch Bereitstellen eines differenzierten Strömungsdurchsatzes durch die Öffnung **28** ein Schlussteinereffekt geschaffen werden, um die Möglichkeiten einer Verstopfung zu senken. Der Schlussteinereffekt kann die Wirkung beschreiben, welche der verstopfungsverhindernde Vorsprung **50** auf das flüssige Medium überträgt, wenn die dichteren Partikel durch die Öffnung **28** strömen. Die verstopfungsverhindernde Wirkung kann die Entstehung einer Verstopfung in der Öffnung **28** unterbrechen. Typischerweise schafft der verstopfungsverhindernde Vorsprung **50** einen sich verändernden Strömungsdurchsatz durch die Öffnung **28**, so dass die Beseitigung irgendeines kleinen Teils einer potentiellen Verstopfung, und zwar ein Schlusstein, zu einem Zerreißen oder Abbruch der potentiellen Verstopfung führt.

[0058] Der verstopfungsverhindernde Vorsprung **50** kann jede Gestaltung oder innenliegende Form sein, die in Kombination mit der Öffnung **28** eingesetzt

wird. Die ausgebildete innenliegende Form kann jede Form umfassen, die sich dazu eignet, den sich verändernden Strömungsdurchsatz durch die Öffnung **28** zu bewirken. In einer Ausführungsform umfasst der verstopfungsverhindernde Vorsprung **50** eine Auskehlung, die sich entlang der Öffnung **28** erstreckt. In einer alternativen Ausführungsform umfasst der verstopfungsverhindernde Vorsprung **50** eine Verdickung in der Öffnung **28**, um einen sich entlang der Öffnung **28** verändernden Strömungsdurchsatz zu schaffen.

[0059] Die [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) stellen eine perspektivische und eine Querschnittsansicht einer Aufnahme **30** dar, die eine beispielhafte Ausführungsform eines verwirbelungsverhindernden Vorsprungs **52** umfasst, der an der Innenfläche **38** ausgebildet ist. Die Zyklonwirbelströmung **47**, die durch die Drehung der Zentrifuge **10** hervorgerufen wird, kann mit dem Einsatz des verwirbelungsverhindernden Vorsprungs **52** unterbrochen werden. Der verwirbelungsverhindernde Vorsprung **52** kann sich in den leeren Bereich **32** der Aufnahme **30** erstrecken. Der verwirbelungsverhindernde Vorsprung **52** kann jede sich in den leeren Bereich **32** der Aufnahme **30** erstreckende Gestalt oder Auskrugung umfassen, die eine ungeordnete Verwirbelung **60** im flüssigen Medium schafft. Die ungeordnete Verwirbelung **60** kann jede Veränderung, Unterbrechung, Abwandlung, Minderung oder Beschleunigung des durch die Zyklonwirbelströmung **47** hervorgerufenen Strömungsmusters des flüssigen Mediums oder jedes andere Strömungsmuster im flüssigen Medium einschließen.

[0060] In einigen Ausführungsformen umfasst der verwirbelungsverhindernde Vorsprung **52** eine hakenartige Form, die sich in der Nähe des Aufnahmeingangs **42** befindet und sich in den leeren Bereich **32** erstreckt. Diese hakenartige Form kann eine mehrseitige, zugespitzte, konische oder irgendeine andere Form sein, die dazu geeignet ist, eine ungeordnete Verwirbelung **60** in der Aufnahme **30** zu schaffen. In manchen Ausführungsformen kann der verwirbelungsverhindernde Vorsprung **52** eine Unterbrechung der Zyklonwirbelströmung **47** hervorrufen, indem der Flüssigkeitsweg im leeren Bereich **32** unterbrochen wird. Diese Unterbrechung kann einen Rückfluss des Flüssigkeitsstroms entgegen der Zyklonverwirbelung **47** hervorrufen, womit die Zyklonströmung zerstreut wird. In anderen Ausführungsformen kann die Aufnahme **30** einen verwirbelungsverhindernden Vorsprung **52** oder mehrere verwirbelungsverhindernde Vorsprünge **52** an der Innenfläche **38** der Aufnahme **30** umfassen. Der verwirbelungsverhindernde Vorsprung **52** kann eine hakenartige Form, eine zugespitzte Form, eine quadratische Form, eine Kombination von Formen oder irgendeine andere Form haben, die geeignet ist, eine Unterbrechung einer Zyklonwirbelströmung **47** im leeren Bereich **32** zu bewirken.

[0061] Die [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10C](#) stellen beispielhafte Ausführungsformen verschiedener verwirbelungsverhindernder Vorsprünge **52** dar, die in einer Aufnahme **30** ausgebildet sind. Ein hakenartiger Vorsprung **52a** kann einen langen, in den leeren Bereich **32** der Aufnahme **30** führenden fingerartigen Vorsprung umfassen, um eine Zyklonwirbelströmung **47** zu unterbrechen. Quadratische Vorsprünge **52b** und ein zugespitzter Vorsprung **52c** können auch verwendet werden, um eine ungeordnete Verwirbelung **60** im leeren Bereich **32** zu erzeugen. Eine Unterbrechung der Zyklonwirbelströmung **47** kann für eine stärkere Abscheidung dichter Partikel aus dem flüssigen Medium sorgen.

Patentansprüche

1. Zentrifuge (**10**) zur Entfernung dichten Stoffs aus einem flüssigen Medium, Folgendes umfassend: eine Flüssigkeitsscheidewand (**26**), die in eine nicht drehende Hülse (**12**) eingesetzt ist, um einen Einschließungsbereich (**18**) dazwischen zu bilden; wobei der Einschließungsbereich (**18**) betriebsbereit ist, um einen Teil des flüssigen Mediums aufzunehmen, das eine größere Konzentration des dichteren Stoffs aufweist; wobei die Flüssigkeitsscheidewand (**26**) eine Innenfläche (**38**), einen Mittelabschnitt (**39**) und eine Außenfläche (**40**) umfasst; wobei die Flüssigkeitsscheidewand (**26**) allgemein parallel zu einer Drehachse (**36**) ausgerichtet und betriebsbereit ist, um sich um die Drehachse (**36**) zu drehen; wobei die Flüssigkeitsscheidewand (**26**) eine Aufnahme (**30**) umfasst, die teilweise durch eine jeweilige an der Innenfläche (**38**) ausgebildete Geometrie und eine im Mittelabschnitt (**39**) ausgebildete Form gebildet ist, um einen leeren Raum (**32**) zwischen der Innen- und Außenwandfläche (**38**, **40**) zu bilden; wobei die Aufnahme (**30**) betriebsbereit ist, um zur Abscheidung des dichteren Stoffs vom flüssigen Medium beizutragen; wobei sich mindestens ein Strömungsweg (**28**) durch die Flüssigkeitsscheidewand (**26**) ausgehend vom leeren Raum (**32**) zur Außenfläche (**40**) erstreckt; und der Strömungsweg (**28**) betriebsbereit ist, um den dichteren Stoff zum Einschließungsbereich (**18**) zu transportieren, gekennzeichnet durch einen Vorsprung (**50**; **52**), der einen Teil der jeweiligen Form bildet und sich in den dazugehörigen leeren Raum (**32**) der Aufnahme (**30**) erstreckt, oder an der Innenwand des Strömungswegs (**28**) ausgebildet ist, wobei der Vorsprung (**50**; **52**) betriebsbereit ist, um eine ungeordnete Verwirbelung im leeren Raum (**32**) zu erzeugen, um die Entstehung einer Zyklonwirbelströmung zu verhindern, und/oder betriebsbereit ist, um die Entstehung einer Verstopfung in dem einen Strömungsweg zu unterbrechen.

2. Zentrifuge (**10**) nach Anspruch 1, wobei die

Flüssigkeitsscheidewand (**26**) darüber hinaus mehrere Aufnahmen (**30**) umfasst, die ein Wabenmuster auf der Innenfläche (**38**) bilden.

3. Zentrifuge (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, darüber hinaus die jeweilige Geometrie umfassend, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einem Dreieck, einem Quadrat, einem Rechteck, einem Trapez, einer Raute, einem Rhombus, einem Fünfeck, einer Sechseck, einem Achteck, einem Kreis, einem Oval und einer mehrwandigen Form besteht.

4. Zentrifuge (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, darüber hinaus die jeweilige Form umfassend, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer Pyramiden-, Dreiecks-, Fünfecks-, Sechsecks-, Achtecks-, Trapez- und mehrwandigen Form besteht.

5. Zentrifuge (**10**) nach Anspruch 4, darüber hinaus die mehrwandige Form umfassend, die aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus einer gekrümmten Wand, einer zusammengesetzten gekrümmten Wand, einer steil abfallenden Wand, einer sanft abfallenden Wand, einer geraden Wand, einer flachen Wand, einer asymmetrisch geformten Wand, einer unregelmäßig geformten Wand und irgendeiner Kombination davon besteht.

6. Zentrifuge (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Aufnahme (**30**) eine Wandneigung im Bereich von ca. zwanzig bis ca. neunzig Grad aufweist.

7. Zentrifuge (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, darüber hinaus mehrere Aufnahmen (**30**) umfassend, die ca. achtzig Prozent oder mehr der Gesamtoberflächenbereiche der Scheidewand bilden.

8. Zentrifuge (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkeitsscheidewand (**26**) umfasst: eine modulare Flüssigkeitsscheidewand (**26**), die zumindest zum Teil durch eine allgemein zylindrische Scheibe (**35**) gebildet ist; wobei jede der zumindest einen allgemein zylindrischen Scheiben (**35**) jeweils mehrere Aufnahmen (**30**) umfasst.

9. Zentrifuge (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkeitsscheidewand (**26**) umfasst: eine modulare Flüssigkeitsscheidewand (**26**), die zumindest zum Teil durch einen allgemein längsverlaufenden Keil (**34**) gebildet ist; wobei der zumindest einen allgemein längsverlaufenden Keil (**34**) jeweils mehrere Aufnahmen (**30**) umfasst.

10. Verfahren zum Abscheiden eines dichteren

Stoffs aus einem flüssigen Medium unter Verwendung einer Zentrifuge (**10**) nach jedem vorhergehenden Anspruch.

11. Verfahren nach Anspruch 10, darüber hinaus umfassend, die Zentrifuge (**10**) für einen Strömungsdurchsatz von ca. 110 bis ca. 1.900 Litern pro Minute auszulegen.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, darüber hinaus umfassend, die Zentrifuge (**10**) zur Beseitigung des ca. 0,5 µm großen dichteren Stoffs auszulegen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

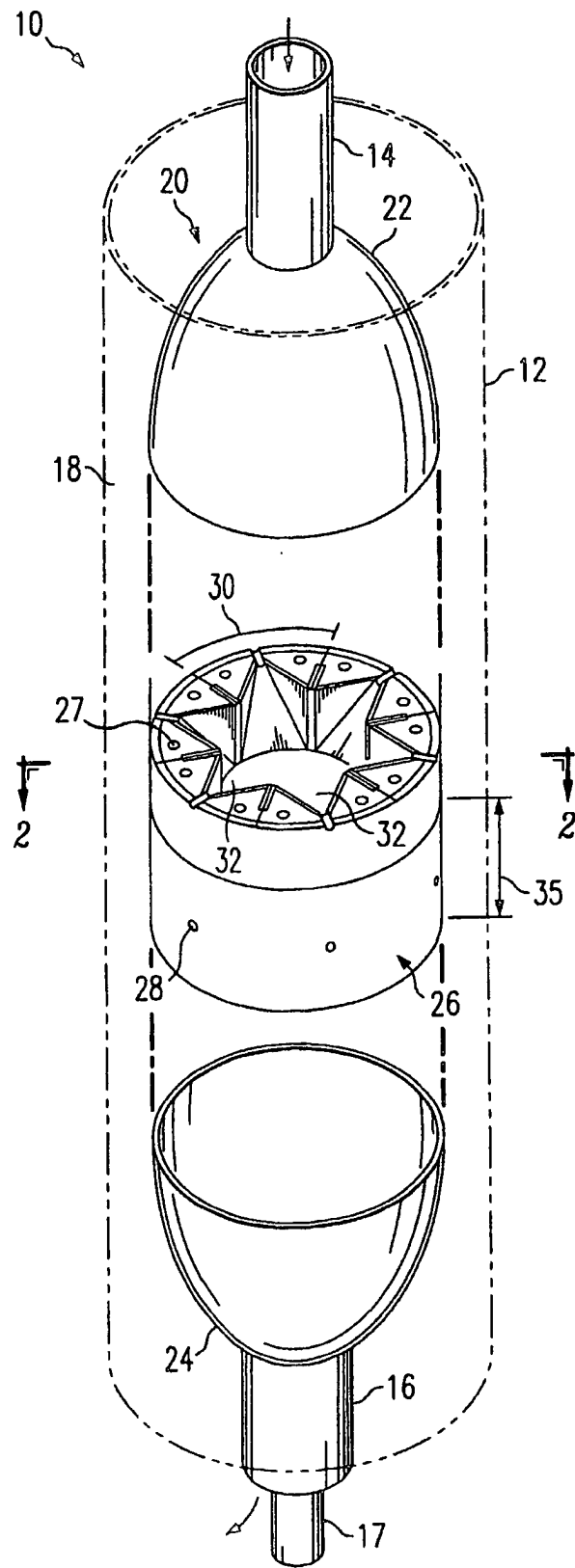
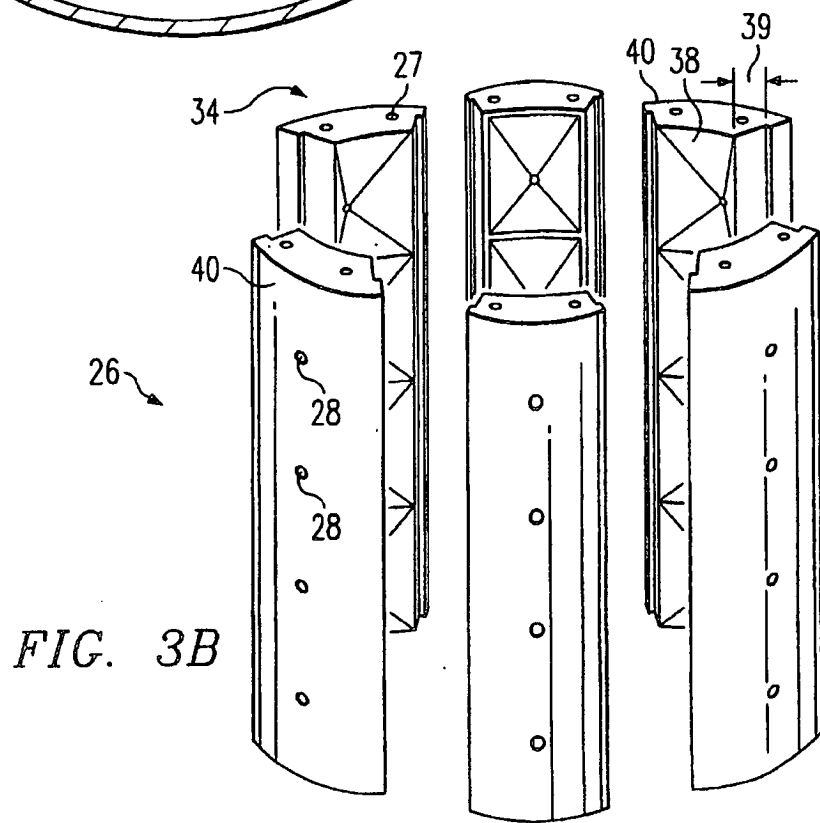
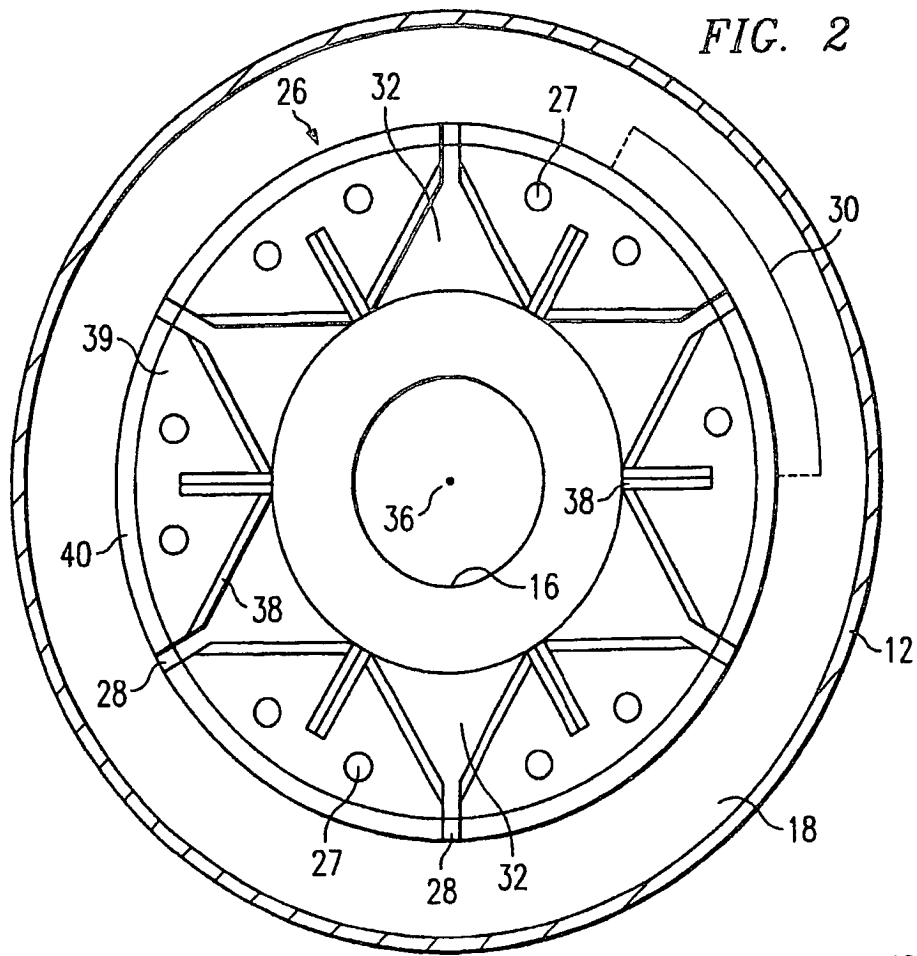


FIG. 1



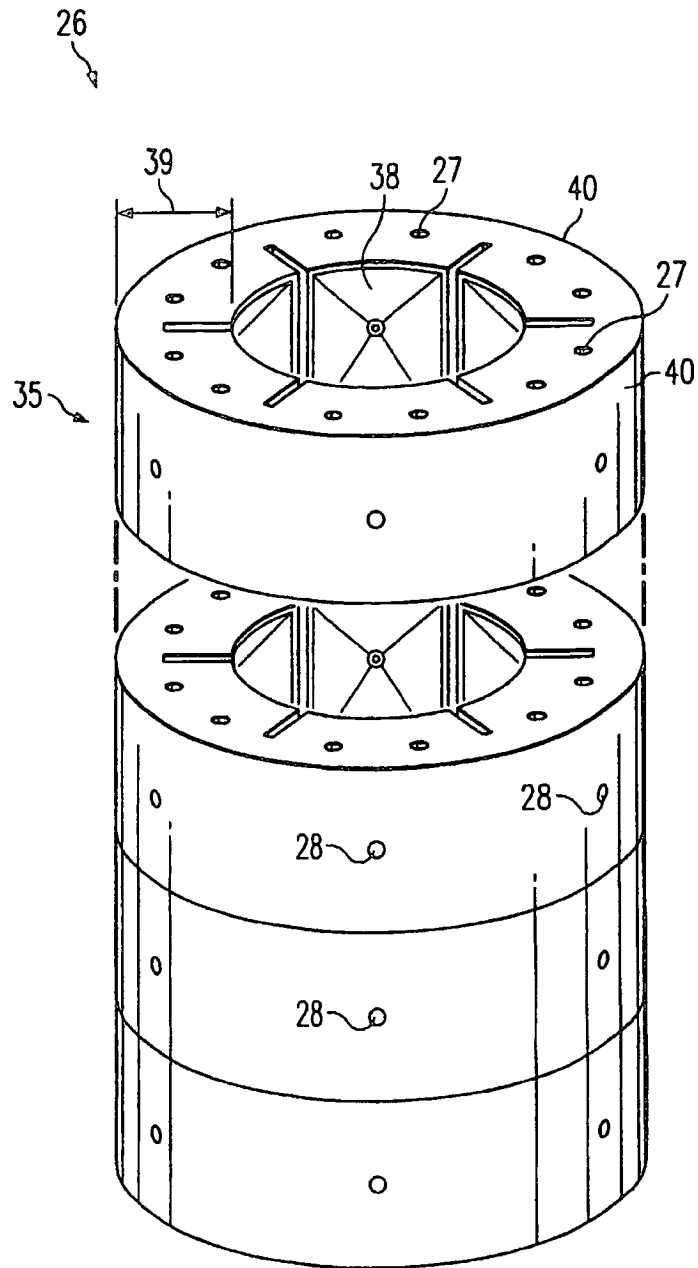
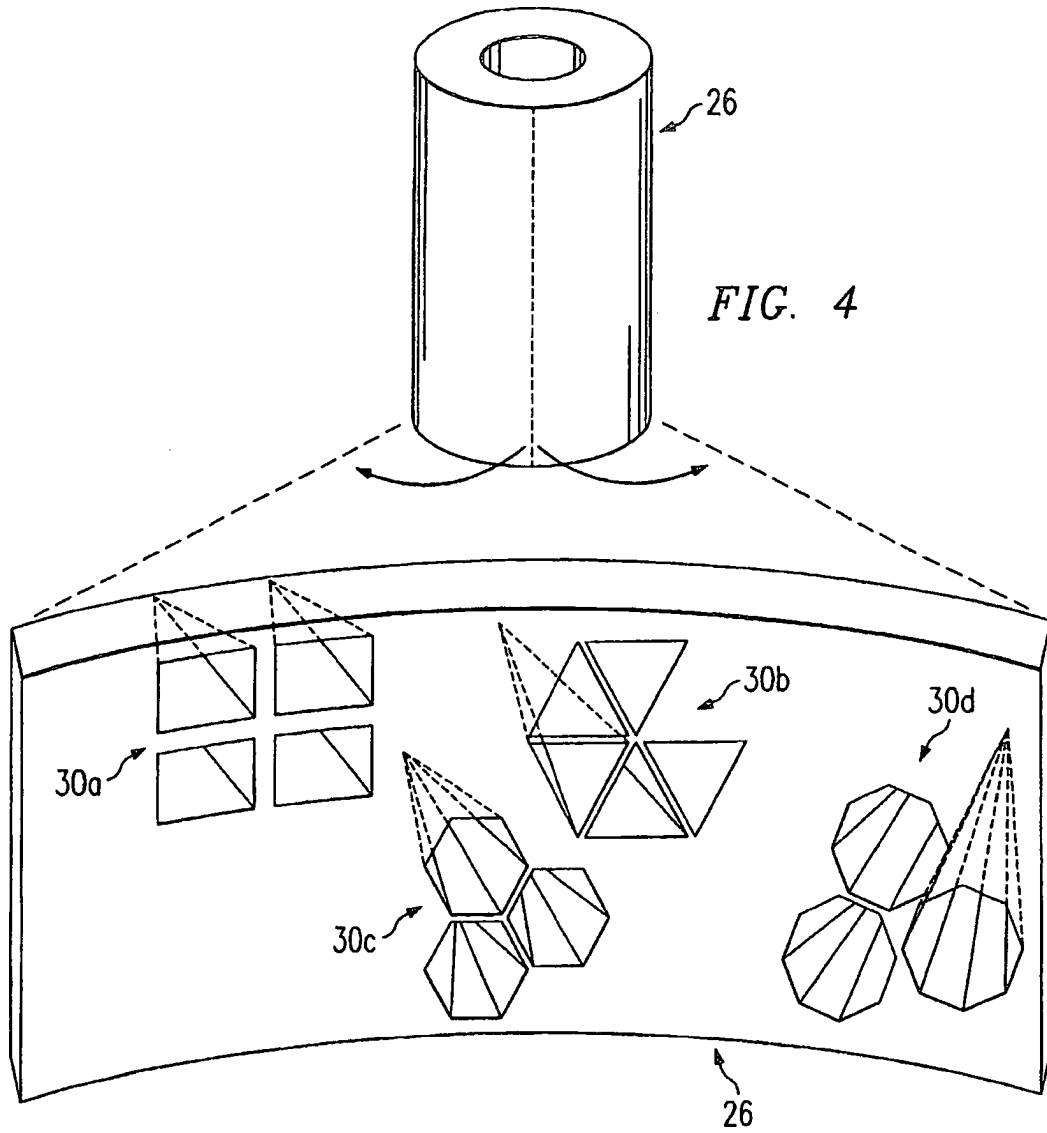


FIG. 3A



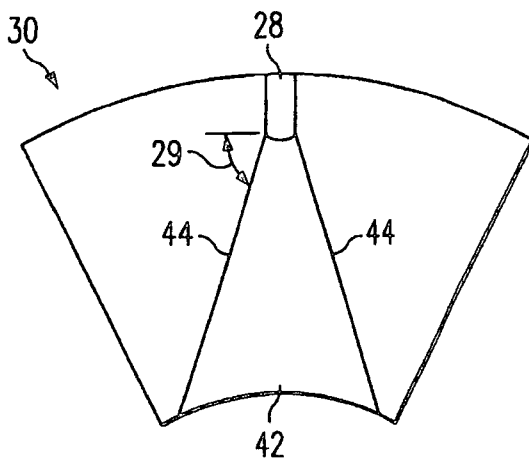


FIG. 5A

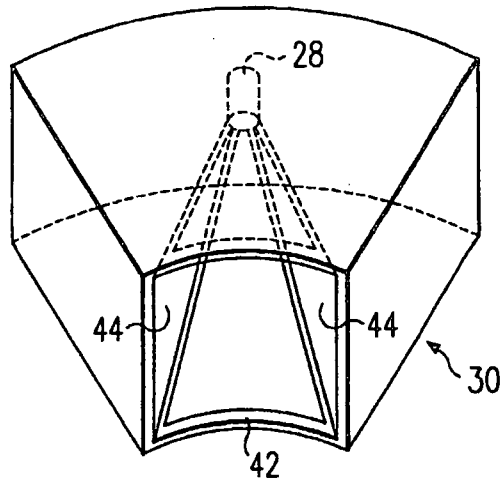


FIG. 5B

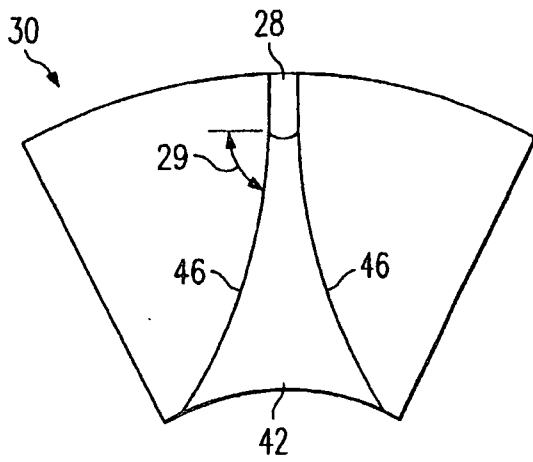


FIG. 6A

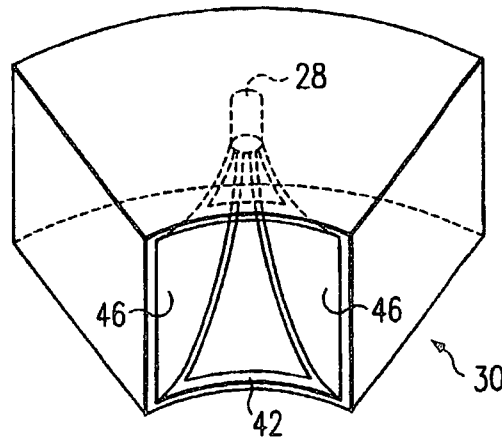


FIG. 6B

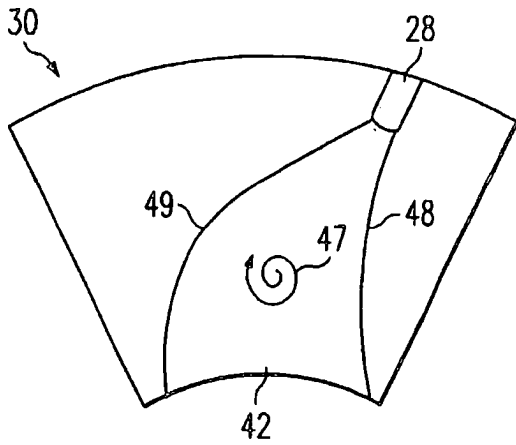


FIG. 7A

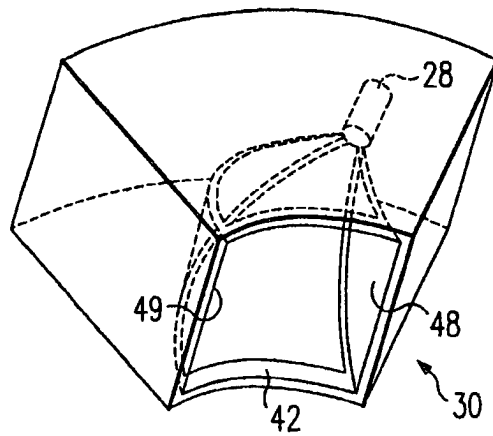


FIG. 7B

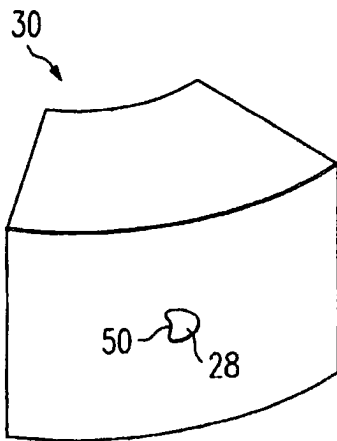


FIG. 8A

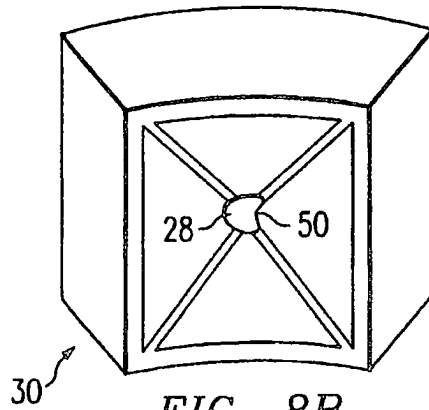


FIG. 8B

FIG. 9A

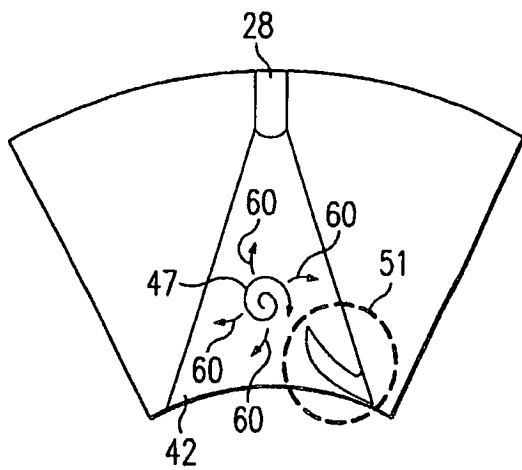
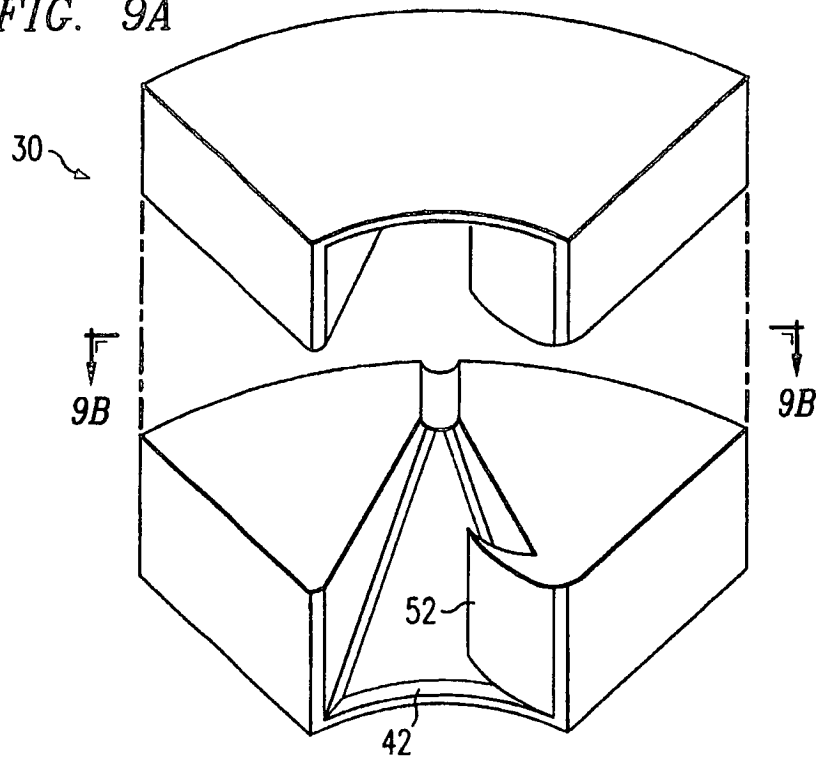


FIG. 9B

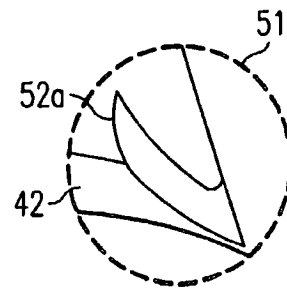


FIG. 10A

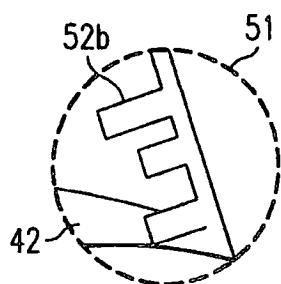


FIG. 10B

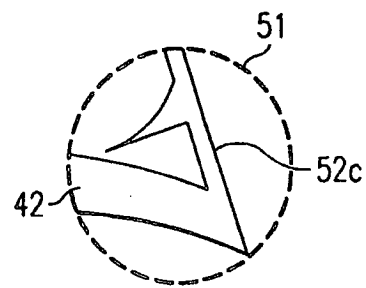


FIG. 10C