



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 36 648 T2** 2007.09.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 375 006 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B04B 5/04** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 36 648.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 020 152.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **07.05.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.01.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.09.2007**

(30) Unionspriorität:

853374 08.05.1997 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Gambro Inc., Lakewood, Col., US

(72) Erfinder:

Hlavinka, Dennis, Arvada, CO 80007, US

(74) Vertreter:

Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Trennung von Flüssigkeitsbestandteilen**

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**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Trennen von Komponenten eines Fluids. Die Erfindung besitzt besondere Vorteile in Verbindung mit dem Trennen von Blutkomponenten.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Auf vielen verschiedenen Gebieten müssen Flüssigkeiten, die Partikelsubstanzen transportieren, gefiltert oder verarbeitet werden, um entweder eine gereinigte Flüssigkeit oder ein gereinigtes Partikelendprodukt zu erhalten. Ein Filter ist in seinem weitesten Sinne eine Vorrichtung, die geeignet ist, Partikel aus einer Substanz zu beseitigen oder von dieser zu trennen. Somit ist der Begriff "Filter", wie er hier verwendet wird, nicht auf ein Material aus einem porösen Medium begrenzt, sondern umfasst viele verschiedene Typen von Prozessen, in denen Partikel entweder voneinander oder von einer Flüssigkeit getrennt werden.

[0003] Auf dem medizinischen Gebiet ist es oft notwendig, Blut zu filtern. Das Gesamtblut besteht aus verschiedenen flüssigen Komponenten und Partikelkomponenten. Manchmal werden die Partikelkomponenten als "gebildete Elemente" bezeichnet. Der flüssige Anteil von Blut ist weitgehend aus Plasma gebildet, während die Partikelkomponenten rote Blutzellen (Erythrozyten), weiße Blutzellen (einschließlich Leukozyten) und Blutplättchen (Thrombozyten) umfassen. Obwohl diese Bestandteile ähnliche Dichten besitzen, ist die Beziehung ihrer mittleren Dichten in der Reihenfolge abnehmender Dichte wie folgt: rote Blutzellen, weiße Blutzellen, Blutplättchen und Plasma. Außerdem stehen die Partikelbestandteile entsprechend der Größe in der Reihenfolge abnehmender Größe wie folgt im Zusammenhang: weiße Blutzellen, rote Blutzellen und Blutplättchen. Die gebräuchlichsten Reinigungsvorrichtungen stützen sich auf Dichte- und Größenunterschiede oder Oberflächenchemieeigenschaften, um die Blutkomponenten zu trennen und/oder zu filtern.

[0004] Zahlreiche therapeutische Behandlungen erfordern das Beseitigen von Gruppen von Partikeln aus dem Gesamtblut, bevor entweder flüssige Komponenten oder Partikelkomponenten in einen Patienten infundiert werden können. Beispielsweise erfordern Krebspatienten häufig Blutplättchentransfusionen, nachdem sie eine ablative Therapie, eine chemische Therapie oder eine Strahlentherapie erfahren haben. Bei dieser Prozedur wird das gesamte gespendete Blut verarbeitet, um Blutplättchen zu ent-

nehmen, wobei diese Blutplättchen dann in den Patienten infundiert werden. Wenn jedoch ein Patient eine übermäßige Anzahl fremder weißer Blutzellen als Kontamination bei einer Blutplättchentransfusion empfängt, kann der Körper des Patienten die Blutplättchentransfusion abstoßen, was zu einer Unmenge ernster Gesundheitsrisiken führt.

[0005] Typischerweise werden gespendete Blutplättchen mittels einer Zentrifuge von anderen Blutkomponenten getrennt oder gesammelt. Die Zentrifuge dreht einen Blutbehälter, um Komponenten in dem Behälter mittels Zentrifugalkraft zu trennen. Bei Gebrauch tritt Blut in den Behälter ein, während er sich mit einer sehr schnellen Geschwindigkeit dreht, wobei die Zentrifugalkraft die Blutkomponenten schichtet, so dass Partikelkomponenten getrennt entfernt werden können. Zentrifugen sind beim Trennen von Blutplättchen von dem Gesamtblut wirksam, jedoch sind sie im Allgemeinen ungeeignet, sämtliche weiße Blutzellen von den Blutplättchen zu trennen. Historisch gesehen sind Blutseparations- und Blutzentrifugationsvorrichtungen typischerweise ungeeignet, beständig (99 % der Zeit) ein Blutplättchenprodukt zu erzeugen, das den "Leukopoor"-Standard von weniger als 5×10^6 weißen Blutzellen bei wenigstens 3×10^{11} gesammelten Blutplättchen erfüllt.

[0006] Da typische Zentrifugen-Blutplättchensammelungsprozesse nicht geeignet sind, beständig und zufriedenstellend weiße Blutzellen von Blutplättchen zu trennen, sind weitere Prozesse hinzugefügt worden, um die Ergebnisse zu verbessern. Bei einer Prozedur werden nach dem Zentrifugieren Blutplättchen durch ein Filter aus einem gewebten oder nicht gewebten Medium, das eine modifizierte Oberfläche besitzen kann, geleitet, um weiße Blutzellen zu entfernen. Jedoch bringt die Verwendung des porösen Filters seine eigene Reihe von Problemen mit sich. Herkömmliche poröse Filter können unwirksam sein, da sie permanent etwa 5-20 % der Blutplättchen beseitigen oder einfangen können. Diese herkömmlichen Filter können außerdem die "Blutplättchen-Lebensfähigkeit" verringern, was bedeutet, dass ein Prozentsatz der Blutplättchen, sobald diese durch ein Filter geleitet worden sind, aufhören, korrekt zu funktionieren, und teilweise oder vollständig aktiviert sein können. Außerdem können poröse Filter die Freisetzung von Bradykinin bewirken, was bei einem Patienten zu hypotonen Episoden führen kann. Poröse Filter sind außerdem teuer und erfordern häufig zusätzliche, zeitaufwändige manuelle Arbeit, um einen Filtrationsprozess durchzuführen.

[0007] Obwohl poröse Filter beim Entfernen einer wesentlichen Anzahl von weißen Blutzellen wirksam sind, besitzen sie Nachteile. Beispielsweise muss nach dem Zentrifugieren und vor dem porösen Filtrieren eine Zeitspanne verstreichen, um aktivierten Blutplättchen Zeit zu geben, in einen deaktivierten

Zustand überzugehen. Andernfalls neigen die aktivierten Blutplättchen dazu, das Filter zu verstopfen. Daher ist die Verwendung poröser Filter bei Online-Prozessen nicht durchführbar.

[0008] Ein weiterer Trennprozess ist als zentrifugale Elutriation bekannt. Dieser Prozess trennt in einem flüssigen Medium gelöste Zellen ohne Verwendung eines Membranfilters. In einer gebräuchlichen Form der Elutriation wird eine Zellschicht in einen Strom flüssigen Elutriationspuffers eingeführt. Diese Flüssigkeit, die die in Suspension befindliche Zellschicht transportiert, wird dann in eine trichterförmige Kammer eingeleitet, die in einer sehr schnell drehenden Zentrifuge angeordnet ist. Wenn zusätzliche Flüssigpufferlösung durch die Kammer strömt, zieht die Flüssigkeit Zellen kleiner Größe, die sich langsamer absetzen, zu einer Elutriationsgrenze innerhalb der Kammer mit sich, während größere und sich schneller absetzende Zellen zu einem Bereich der Kammer wandern, der die größte Zentrifugalkraft aufweist.

[0009] Wenn die Zentrifugalkraft und die durch die Fluidströmung erzeugte Kraft ausgeglichen sind, wird die Fluidströmung verstärkt, um sich langsamer absetzende Zellen aus einer Austrittsöffnung in der Kammer zu drängen, während sich schneller absetzende Zellen in der Kammer zurückgehalten werden. Wenn die Fluidströmung durch die Kammer erhöht wird, können fortschreitend größere, sich schneller absetzende Zellen aus der Kammer entfernt werden.

[0010] In dieser Weise trennt die zentrifugale Elutriation Partikel mit verschiedenen Sedimentations- oder Absetzgeschwindigkeiten. Das Stokessche Reibungsgesetz beschreibt die Sedimentationsgeschwindigkeit (SV) eines sphärischen Partikels wie folgt:

$$SV = \frac{2}{9} \frac{r^2 (\rho_p - \rho_m) g}{\eta},$$

wobei r der Radius des Partikels ist, ρ_p die Dichte des Partikels ist, ρ_m die Dichte des flüssigen Mediums ist, η die Viskosität des Mediums ist und g die Gravitations- oder Zentrifugalbeschleunigung ist. Weil in der Stokesschen Formel der Radius eines Partikels, jedoch nicht die Dichte des Partikels, in die zweite Potenz angehoben ist, beeinflusst die Größe einer Zelle anders als ihre Dichte stark ihre Sedimentationsrate. Dies erklärt, warum während der zentrifugalen Elutriation größere Partikel in der Kammer verbleiben, während kleinere Partikel freigesetzt werden, wenn die Partikel ähnliche Dichten besitzen.

[0011] Wie in dem US-Patent Nr. 3.825.175 an Satory beschrieben ist, besitzt die zentrifugale Elutriation mehrere Einschränkungen. Bei den meisten dieser Prozesse müssen Partikel in einzelnen, diskontinuierlichen Schichten oder Chargen in einen Fluid-

mediumstrom eingeführt werden, um eine ausreichende Partikeltrennung zu ermöglichen. Somit erlauben manche Elutriationsprozesse nur eine Trennung in Partikelschichten und erfordern ein zusätzliches Fluidmedium, um Partikel zu transportieren. Außerdem müssen Strömungskräfte genau mit der Zentrifugalkraft abgeglichen werden, um eine saubere Partikelentmischung zu ermöglichen.

[0012] Ferner tritt ein Coriolis-Turbulenzeffekt ein, wenn Partikel von einem hohen zentrifugalen Feld zu einem tieferen zentrifugalen Feld in eine Elutriationskammer strömen. Das Fluid und Partikel kollidieren turbulent mit einer Innenwand der Kammer, die der Drehrichtung der Zentrifuge zugewandt ist. Dieses Phänomen vermischt Partikel in der Kammer und reduziert den Wirkungsgrad des Trennprozesses. Ferner strömen Coriolis-Turbulenzabzweige längs der Innenwand vom Einlass direkt zum Auslass. Somit umgehen Partikel das Elutriationsfeld und kontaminieren das Endprodukt.

[0013] Partikelvermischung durch Partikeldichteinversion ist ein zusätzliches Problem, dem in manchen früheren Elutriationsprozessen begegnet wird. Fluid, das in der Elutriationskammer strömt, besitzt eine abnehmende Geschwindigkeit, wenn es in der zentrifugalen Richtung von einer Eintrittsöffnung zu einem Abschnitt der Kammer mit einem erweiterten Querschnitt strömt. Weil Partikel dazu neigen, sich innerhalb einer strömenden Flüssigkeit in Bereichen niedrigerer Strömungsgeschwindigkeit anstatt in Bereichen höherer Strömungsgeschwindigkeit zu konzentrieren, konzentrieren sich die Partikel in der Nähe des Bereichs der Kammer mit einem erweiterten Querschnitt. Da die Strömungsgeschwindigkeit in der Nähe der Eintrittsöffnung am größten ist, ist dementsprechend die Partikelkonzentration in diesem Bereich reduziert. Dichteinversion von Partikeln findet statt, wenn die Zentrifugalkraft die Partikel von der hohen Partikelkonzentration an dem Abschnitt erweiterten Querschnitts zu der Eintrittsöffnung drängt. Diese Partikelumgruppierung reduziert den Wirkungsgrad der Partikeltrennung durch Elutriation.

[0014] Aus diesen und anderen Gründen besteht ein Bedarf, die Partikeltrennung zu verbessern.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0015] Die vorliegende Erfindung ist auf eine Vorrichtung und ein Verfahren gerichtet, die eine oder mehrere der Einschränkungen und einen oder mehrere der Nachteile des Standes der Technik beseitigen. Um diese und weitere Vorteile zu erzielen und in Entsprechung mit dem Zweck der Erfindung, wie sie hier dargestellt und weitgehend beschrieben wird, umfasst die Erfindung eine Zentrifugentrennvorrichtung nach Anspruch 1.

[0016] In einem weiteren Aspekt umfasst die Erfindung ein Verfahren zum Trennen von Komponenten eines Fluids nach Anspruch 7.

[0017] In einem wichtigen Aspekt ist das getrennte Fluid Blut, während die Partikel und/oder Komponenten des getrennten Fluids Blutpartikel und/oder Blutkomponenten sind. Außerdem ist das Anfangsfluid Blut.

[0018] In einem zusätzlichen Aspekt umfasst die Erfindung die Kombination aus einem einstufigen Trenngefäß und der Fluidkammer.

[0019] Selbstverständlich sind sowohl die vorhergehende Beschreibung als auch die folgende genaue Beschreibung beispielhaft und dazu gedacht, eine nähere Erläuterung der Erfindung, wie sie beansprucht ist, zu liefern.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0020] Die begleitende Zeichnung ist enthalten, um ein näheres Verständnis der Erfindung zu verschaffen, und in dieser Patentbeschreibung aufgenommen, um einen Teil von dieser zu bilden. Die Zeichnung zeigt Ausführungsformen der Erfindung und dient zusammen mit der Beschreibung dazu, die Prinzipien der Erfindung zu erläutern. In der Zeichnung ist bzw. zeigt:

[0021] [Fig. 1](#) eine perspektivische Teilansicht einer Zentrifugenvorrichtung, die eine Fluidkammer umfasst, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0022] [Fig. 2](#) eine Teilansicht in einem Querschnitt eines Abschnitts eines Trenngefäßes und der an dem Rotor von [Fig. 1](#) angebrachten Fluidkammer während einer Trennprozedur;

[0023] [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform des Trenngefäßes und der Fluidkammer zur Verwendung in der Vorrichtung von [Fig. 1](#);

[0024] [Fig. 4](#) eine Teilansicht in einem Querschnitt von Einlass- und Auslassabschnitten des Trenngefäßes und der Fluidkammer von [Fig. 3](#) an einem Rotor;

[0025] [Fig. 5](#) eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform des Trenngefäßes und der Fluidkammer zur Verwendung in der Vorrichtung von [Fig. 1](#);

[0026] [Fig. 6](#) Einlass- und Auslassabschnitte einer ersten alternativen Ausführungsform des Trenngefäßes von [Fig. 5](#);

[0027] [Fig. 7](#) eine Draufsicht eines Abschnitts eines Zentrifugenrotors in einer Ausführungsform der Erfindung zur Verwendung mit Trenngefäßen nach den

[Fig. 6](#) und [Fig. 9](#);

[0028] [Fig. 8a](#) ein längs der Linie 8-8 in [Fig. 7](#) aufgenommene Querschnittsansicht, die das Trenngefäß von [Fig. 6](#) und eine alternative Ausführungsform einer Rückhalteeinrichtung für den Rotor von [Fig. 1](#) zeigt;

[0029] [Fig. 8b](#) eine zu [Fig. 8a](#) ähnliche Querschnittsansicht, die das Trenngefäß von [Fig. 9](#) und eine weitere alternative Ausführungsform der Rückhalteeinrichtung für den Rotor von [Fig. 1](#) zeigt;

[0030] [Fig. 9](#) eine zu [Fig. 6](#) ähnliche Ansicht einer zweiten alternativen Ausführungsform des Trenngefäßes von [Fig. 5](#);

[0031] [Fig. 10](#) eine zu [Fig. 6](#) ähnliche Ansicht einer dritten alternativen Ausführungsform des Trenngefäßes von [Fig. 5](#);

[0032] [Fig. 11](#) eine längs der Linie 11-11 in [Fig. 10](#) aufgenommene Querschnittsansicht;

[0033] [Fig. 12](#) eine zu [Fig. 6](#) ähnliche Ansicht einer vierten alternativen Ausführungsform des Trenngefäßes von [Fig. 5](#);

[0034] [Fig. 13](#) eine längs der Linie 13-13 in [Fig. 12](#) aufgenommene Querschnittsansicht.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0035] Nun wird ausführlich auf die vorliegenden bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung, die in der begleitenden Zeichnung gezeigt sind, Bezug genommen. Wo immer es möglich ist, werden in der Zeichnung und der Beschreibung die gleichen Bezugszeichen verwendet, um die gleichen oder ähnlichen Teile zu bezeichnen, wobei zum Bezeichnen ähnlicher Teile die gleichen Bezugszeichen mit alphabetischen Suffixen verwendet werden.

[0036] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfassen vorzugsweise eine von Cobe[®] Laboratories, Colorado, hergestellte einstufige Blutkomponentenzentrifuge COBE[®] SPECTRA[™]. Die Zentrifuge COBE[®] SPECTRA[™] enthält eine dichtungslose Ein-Omega/Zwei-Omega-Schlauch- bzw. -Rohrverbindung, wie sie in dem US-Patent Nr. 4.425.112 an Ito offenbart ist. Die Zentrifuge COBE[®] SPECTRA[™] verwendet außerdem einen einstufigen Blutkomponententrennkanaal, wie er im Wesentlichen in dem US-Patent Nr. 4.094.461 an Kellogg u. a. und dem US-Patent Nr. 4.647.279 an Mulzet u. a. offenbart ist. Die Ausführungsformen der Erfindung werden lediglich zur Besprechung der Erfindung in Kombination mit der Zentrifuge COBE[®] SPECTRA[™] be-

schrieben, was in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung auszulegen ist.

[0037] Wie ein Fachmann auf dem Gebiet erkennen wird, kann die vorliegende Erfindung bei einer Vielzahl von Zentrifugenvorrichtungen, die gewöhnlich zum Trennen von Blut in seine Komponenten verwendet werden, vorteilhaft verwendet werden. Insbesondere kann die vorliegende Erfindung mit jeder Zentrifugenvorrichtung verwendet werden, die eine Komponentensammelleitung wie etwa eine Blutplättchensammelleitung oder eine Leitung für an Blutplättchen reiches Plasma einsetzt, unabhängig davon, ob die Vorrichtung einen Einstufenkanal oder eine dichtungslose Ein-Omega/Zwei-Omega-Schlauch- bzw. -Rohrverbindung einsetzt.

[0038] Die vorliegende Erfindung, wie sie hier dargestellt und in [Fig. 1](#) gezeigt ist, umfasst eine Zentrifugenvorrichtung **10** mit einem Zentrifugenrotor **12**, der mit einem Motor **14** gekoppelt ist, um so den Zentrifugenrotor **12** um seine Drehachse A-A zu drehen. Der Rotor **12** besitzt eine Rückhalteeinrichtung **16**, die einen Durchgang oder eine ringförmige Nut **18** aufweist, die eine offene obere Oberfläche besitzt, die geeignet ist, ein Trenngefäß **28**, **28a** oder **28b**, das in den [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) bzw. [Fig. 5](#) gezeigt ist, aufzunehmen. Die Nut **18** umgibt vollständig die Drehachse A-A des Rotors und ist durch eine Innenwand **20** und eine Außenwand **22**, die voneinander beabstandet sind, um dazwischen die Nut **18** zu definieren, begrenzt. Obwohl die Nut **18** in [Fig. 1](#) so gezeigt ist, dass sie die Drehachse A-A vollständig umgibt, umgibt die Nut nur teilweise die Achse A-A, wenn das Trenngefäß nicht allgemein ringförmig ist. Im Vergleich zu früheren Entwürfen der Blutkomponentenzentrifuge COBE® SPECTRA™ ist die Außenwand **22** vorzugsweise in einem kleineren Abstand zur Drehachse A-A angeordnet, um das Volumen des Trenngefäßes **28**, **28a**, **28b** zu reduzieren und die Strömungsgeschwindigkeit in dem Gefäß **28**, **28a**, **28b** zu erhöhen.

[0039] Vorzugsweise besitzt ein wesentlicher Abschnitt der Nut **18** einen konstanten Krümmungsradius um die Drehachse A-A und ist in einem größtmöglichen radialen Abstand an dem Rotor **12** positioniert. Wie weiter unten beschrieben wird, stellt diese Form sicher, dass Substanzen, die in dem Trenngefäß **28**, **28a**, **28b** getrennt werden, relativ konstante Zentrifugalkräfte erfahren, wenn sie sich von einem Einlassabschnitt zu einem Auslassabschnitt des Trenngefäßes **28**, **28a**, **28b** bewegen.

[0040] Der Motor **14** ist mit dem Rotor **12** direkt oder indirekt über eine mit dem Rotor **12** verbundene Welle **24** gekoppelt. Alternativ kann die Welle **24** über ein Zahnrad- oder Übersetzungsgetriebe (nicht gezeigt) mit dem Motor **14** gekoppelt sein.

[0041] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist an einer oberen Oberfläche des Rotors **12** eine Haltevorrichtung **26** vorgesehen. Die Haltevorrichtung **26** hält eine Fluidkammer **30** abnehmbar an dem Rotor **12**, derart, dass ein Auslass **32** der Fluidkammer **30** näher zur Drehachse A-A positioniert ist als ein Einlass **34** der Fluidkammer **30**. Die Haltevorrichtung **26** orientiert die Fluidkammer **30** an dem Rotor **12** vorzugsweise so, dass eine Längsachse der Fluidkammer **30** in einer Ebene liegt, die quer zur Drehachse A-A des Rotors verläuft. Alternativ kann die Haltevorrichtung **26** so beschaffen sein, dass sie die Fluidkammer **30** an dem Rotor **12** so hält, dass der Fluidkammerauslass **32** der Drehachse A-A zugewandt ist. Obwohl die Haltevorrichtung **26** die Fluidkammer **30** an einer oberen Oberfläche des Rotors **12** hält, kann die Fluidkammer **30** auch an anderen Orten wie etwa unterhalb der oberen Oberfläche des Rotors **12** an dem Rotor **12** befestigt sein.

[0042] [Fig. 2](#) zeigt schematisch einen Abschnitt des Trenngefäßes **28** und der an dem Rotor **12** angebrachten Fluidkammer **30**. [Fig. 2](#) zeigt außerdem ein Einströmröhr bzw. Einströmschlauch **36** zum Befördern eines zu trennenden Fluids wie etwa des Gesamtblutes in das Trenngefäß **28**, erste, zweite und dritte Sammelleitungen **38**, **40**, **42** zum Entfernen getrennter Substanzen aus dem Trenngefäß **28** und eine Grenzflächensteuerleitung **44** zum Einstellen des Niveaus einer Grenzfläche zwischen getrennten Substanzen in dem Gefäß **28**. Vorzugsweise bildet das Trenngefäß **28** das, was als Einstufen-Komponententrennbereich bekannt ist, anstatt mehrere solcher Stufen zu bilden. Mit anderen Worten, jede der in dem Gefäß **28** getrennten Komponenten wird nur in einem Bereich des Gefäßes **28** gesammelt und entfernt. Außerdem weist das Trenngefäß **28** einen im Wesentlichen konstanten Radius auf, mit Ausnahme in dem Auslassabschnitt **50**, wo die Außenwand des Auslassabschnitts vorzugsweise weiter weg von der Drehachse A-A positioniert ist, um ein Positionieren der Anschlüsse **56**, **58**, **60** und **61** in verschiedenen radialen Abständen zu ermöglichen und um ein Sammelbecken mit größerer Tiefe für die roten Blutzellen mit einer hohen Dichte zu schaffen.

[0043] Obwohl die Anschlüsse **56a**, **58a** und **60a** sowie die Leitungen **38a**, **40a** und **42a** hier als "Sammelanschlüsse" und "Sammelleitungen" bezeichnet werden, können die durch diese Anschlüsse und Leitungen entfernten Substanzen entweder gesammelt oder in einen Spender zurück gedrückt werden.

[0044] Das Trenngefäß **28** besitzt einen im Allgemeinen ringförmigen Strömungsweg **46** und weist einen Einlassabschnitt **48** und einen Auslassabschnitt **50** auf. Eine Wand **52** verhindert, dass Substanzen direkt zwischen den Einlass- und Auslassabschnitten **48** und **50** hindurchgehen, ohne zuerst (z. B. entgegen dem Uhrzeigersinn, wie in [Fig. 2](#) durch Pfeile an-

gedeutet ist) um den im Allgemeinen ringförmigen Strömungsweg **46** zu strömen.

[0045] Obwohl [Fig. 2](#) den Einlassabschnitt **48** mit einem weiten radialen Querschnitt zeigt, kann die Außenwand des Einlassabschnitts **48** in einem kleineren Abstand zur Innenwand des Einlassabschnitts **48** angeordnet und/oder konisch zulaufend sein. Ein Einlassanschluss **54** des Einströmröhrs **36** ermöglicht den Fluss einer zu trennenden Substanz wie etwa des Gesamtblutes in den Einlassabschnitt **48** des Trenngefäßes **28**. Während einer Trennprozedur folgen Substanzen, die in den Einlassabschnitt **48** gelangen, dem Strömungsweg **46** und bilden in Reaktion auf die Drehung des Rotors **12** Schichten entsprechend den Unterschieden in der Dichte. Vorzugsweise ist der Strömungsweg **46** zwischen den Einlass- und Auslassabschnitten **48** und **50** gekrümmt und besitzt einen im Wesentlichen konstanten Radius. Außerdem ist der Strömungsweg **46** im maximalen Abstand von der Achse A-A platziert. Diese Form stellt sicher, dass Komponenten, die den Strömungsweg **46** passieren, einem relativ konstanten Gravitationsfeld begegnen, und garantiert ein größtmögliches Gravitationsfeld für den Rotor **12**.

[0046] Die getrennten Substanzen strömen in den Auslassabschnitt **50**, wo sie über erste, zweite und dritte Sammelanschlüsse **56**, **58** und **60** der ersten, zweiten und dritten Sammelleitungen **38**, **40** und **42** entfernt werden. Getrennte Substanzen werden außerdem durch einen Grenzflächensteueranschluss **61** der Grenzflächensteuerleitung **44** entfernt. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, sind die ersten, zweiten und dritten Anschlüsse **56**, **58** und **60** an unterschiedlichen radialen Orten an dem Rotor **12** positioniert, um Substanzen mit unterschiedlichen Dichten zu entfernen. Der zweite Sammelanschluss **58** ist weiter von der Drehachse A-A entfernt als der erste und der dritte Anschluss **56** und **60**, um die in dem Trenngefäß **28** getrennten Substanzen mit der höchsten Dichte wie etwa rote Blutzellen zu entfernen. Der dritte Anschluss **60** ist näher an der Drehachse A-A angeordnet als der erste und der zweite Anschluss **56** und **58**, um die in dem Trenngefäß **28** getrennten Substanzen mit der niedrigsten Dichte wie etwa Plasma zu entfernen.

[0047] Der Auslassabschnitt **50** weist eine Barriere **62** auf, um die Strömung von Substanzen mittlerer Dichte wie etwa Blutplättchen und einen Teil der weißen Blutzellen im Wesentlichen zu blockieren. Vorzugsweise erstreckt sich die Barriere **62** vollständig durch den Auslassabschnitt **50** in einer im Allgemeinen zur Drehachse A-A parallelen Richtung. Der erste Sammelanschluss **56** ist unmittelbar stromaufseitig von der Barriere **62**, stromabseitig von dem Einlassabschnitt **48**, positioniert, um die durch die Barriere **62** blockierten Substanzen mittlerer Dichte zu sammeln.

[0048] Radial innere und äußere Kanten der Barriere **62** sind von radial inneren und äußeren Wänden des Trenngefäßes **28** beabstandet, um einen ersten Durchlass **64** für Substanzen niedrigerer Dichte wie etwa Plasma an einer radial inneren Position in dem Auslassabschnitt **50** und einen zweiten Durchlass **66** für Substanzen höherer Dichte wie etwa rote Blutzellen an einer radial äußeren Position in dem Auslassabschnitt **50** zu bilden. Der zweite und der dritte Sammelanschluss **58** und **60** sind stromabseitig von der Barriere **62** positioniert, um die entsprechenden Substanzen niedrigerer und hoher Dichte, die durch den ersten und den zweiten Durchlass **64** und **66** gehen, zu sammeln.

[0049] Der Grenzflächenanschluss **61** ist ebenfalls stromabseitig von der Barriere **62** positioniert. Während einer Trennprozedur entfernt der Grenzflächenanschluss **61** die Substanzen mit der höchsten Dichte oder mit der niedrigsten Dichte in dem Auslassabschnitt **50**, um dadurch die radiale Position der Grenzfläche zwischen den Substanzen mittlerer Dichte und anderen Substanzen in dem Auslassabschnitt **50** zu steuern. Alternativ kann die zweite Sammelleitung **40** mit der Grenzflächensteuerleitung **44** strömungsverbunden sein, so dass Substanzen, die durch die zweite Sammelleitung **40** und die Grenzflächensteuerleitung **44** strömen, kombiniert und gemeinsam durch einen Abschnitt der Grenzflächensteuerleitung **44** entfernt werden. Obwohl der zweite und der dritte Sammelanschluss **58** und **60** und der Grenzflächensteueranschluss **61** stromabseitig von der Barriere **62** gezeigt sind, können sich eines oder mehrere dieser Elemente stromaufseitig von der Barriere **62** befinden. Außerdem könnte die Reihenfolge der Sammelanschlüsse **56**, **58**, **60** und des Steueranschlusses **61** entlang der Länge des Auslassabschnitts **50** verändert sein. Weitere Details, die die Struktur und die Funktionsweise des Trenngefäßes **28** betreffen, sind in dem US-Patent Nr. 4.09.461 an Kellogg u. a. und dem US-Patent Nr. 4.647.279 an Mulzet u. a. beschrieben.

[0050] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, erstreckt sich ein Steg **68** von der Innenwand **20** der Nut **18** zu der Außenwand **22** der Nut **18**. Wenn das Trenngefäß **28** in die Nut **18** geladen ist, verformt der Steg **68** halbstarres oder flexibles Material in dem Auslassabschnitt **50** des Trenngefäßes **28**, um eine Einfangsperr **70** an der radial inneren Wand des Trenngefäßes **28** stromaufseitig von dem ersten Sammelanschluss **56** zu bilden. Die Einfangsperr **70** erstreckt sich von der Drehachse A-A weg, um einen Teil von Substanzen niedrigerer Dichte wie etwa Anfangsfluid und/oder Plasma längs eines radial inneren Abschnitts des Trenngefäßes **28**, der sich stromaufseitig von der Einfangsperr **70** befindet, einzufangen.

[0051] Wenn das Trenngefäß **28** zum Trennen von

Gesamtblut in Blutkomponenten verwendet wird, fängt die Einfangsperrre **70** Anfangsfluid und/oder Plasma ein, wobei diese eingefangenen Substanzen ein sehr dünnes und sich schnell vorwärts bewegendes Bett roter Blutzellen in dem Trenngefäß **28** bilden. Dies reduziert die zum Auslösen einer Trennprozedur erforderliche Menge an Gesamtblut. Die eingefangenen Substanzen tragen außerdem dazu bei, Blutplättchen zu dem Auslassabschnitt **50** und dem ersten Sammelanschluss **56** zu befördern, indem sie Plasmaströmungsgeschwindigkeiten in nächster Nähe der Schicht aus roten Blutzellen in dem Trenngefäß **28** erhöhen, um Blutplättchen zum Auslassabschnitt **50** zu schleppen.

[0052] Obwohl der Steg **68** vorzugsweise das Trenngefäß **28** verformt, um die Einfangsperrre **70** zu bilden, könnte die Einfangsperrre **70** auf andere Weise gebildet sein. Beispielsweise könnte die Einfangsperrre **70** eine dauerhafte Struktur sein, die sich von einer radial inneren Wand des Trenngefäßes **28** erstreckt. Außerdem könnte die Einfangsperrre **70** näher an der Barriere **62** positioniert sein und ein kleines, hindurchführendes Loch besitzen, um den Durchgang von Luft in einen radial inneren Bereich des Auslassabschnitts **50** zuzulassen.

[0053] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist die erste Sammelleitung **38** zwischen dem ersten Sammelanschluss **56** und dem Fluidkammereinlass **34** angeschlossen, um die Substanzen mittlerer Dichte in die Fluidkammer **30** zu leiten. Vorzugsweise ist die Fluidkammer **30** so nahe wie möglich an dem ersten Sammelanschluss **56** positioniert, so dass jegliche rote Blutzellen, die in die Fluidkammer **30** eindringen, in ein starkes Gravitationsfeld platziert und verdichtet werden. Wie weiter unten beschrieben wird, werden Partikel und/oder Komponenten, die zuerst in dem Trenngefäß **28** getrennt worden sind, in der Fluidkammer **30** weiter getrennt. Diese weitere Trennung findet statt, indem ein Elutriationsfeld in der Fluidkammer **30** gebildet wird oder ein gesättigtes, fluidisiertes Bett von Partikeln wie etwa Blutplättchen in der Fluidkammer **30** gebildet wird.

[0054] Die Fluidkammer **30** ist vorzugsweise ähnlich oder gleich zu einer der Fluidkammern, die in dem oben erwähnten US-Patent Nr. 5.674.173 offenbart sind, konstruiert. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, sind der Einlass **34** und der Auslass **32** der Fluidkammer **30** entlang der Längsachse der Fluidkammer **30** angeordnet. Zwischen dem Einlass **34** und dem Auslass **32** erstreckt sich eine Wand der Fluidkammer **30**, um dadurch den Einlass **34**, den Auslass **32** und einen Innenraum der Fluidkammer **30** zu definieren.

[0055] Die Fluidkammer **30** weist zwei kegelstumpfförmige Abschnitte auf, die an einer maximalen Querschnittsfläche der Fluidkammer **30** zusammengefügt sind. Der Innenraum der Fluidkammer **30** verjüngt

sich (nimmt im Querschnitt ab) von der maximalen Querschnittsfläche in entgegengesetzten Richtungen zum Einlass **34** und zum Auslass **32**. Obwohl die Fluidkammer **30** mit zwei Abschnitten gezeigt ist, die eine innere Form eines abgeschnittenen Kegels besitzen, kann der Innenraum jedes Abschnitts paraboloid sein oder irgendeine andere Form mit einer Hauptquerschnittsfläche, die größer als die Einlass- oder Auslassfläche ist, besitzen.

[0056] Das Volumen der Fluidkammer **30** sollte wenigstens so groß sein, dass die Bildung eines gesättigten, fluidisierten Partikelbettes (weiter unten beschrieben) für einen bestimmten Bereich von Strömungsgeschwindigkeiten, Partikelgrößen und Drehzahlen des Zentrifugenrotors **12** ermöglicht wird. Die Fluidkammer **30** kann aus einem einheitlichen Teil aus Kunststoff oder aus einzelnen Teilen, die zusammengefügt sind, um getrennte Abschnitte der Fluidkammer **30** zu bilden, konstruiert sein. Die Fluidkammer **30** kann aus einem transparenten oder durchsichtigen Copolyester-Kunststoff wie etwa PETG gebildet sein, um das Betrachten der Inhalte in dem Kammerinnenraum mittels eines optionalen Stroboskops (nicht gezeigt) während einer Trennprozedur zu ermöglichen.

[0057] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist an einer inneren Oberfläche der Fluidkammer **30** an einer Position der maximalen Querschnittsfläche eine Nut **72** gebildet. Die Nut **72** ist durch eine obere und eine untere Wandfläche, die im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse der Fluidkammer **30** orientiert sind, und eine innere Oberfläche der Fluidkammer **30**, die der Längsachse zugewandt ist, definiert. Vorzugsweise ist die Nut **72** ringförmig, jedoch kann die Nut **72** auch teilweise die Längsachse der Fluidkammer **30** umgeben.

[0058] Die Nut **72** unterstützt das Zerstreuen der Coriolis-Turbulenz innerhalb der Fluidkammer **30**, wie nachstehend beschrieben wird. Plötzliche Zunahmen des Flüssigkeitsdurchflusses während einer Partikeltrennprozedur können die Fähigkeit des gesättigten, fluidisierten Partikelbettes, einen Partikeldurchgang zu blockieren, begrenzen. Flüssigkeit, die in die Fluidkammer **30** strömt, erfährt einen Coriolis-Turbulenzeffekt. Diese turbulente Strömung reduziert den Filtrationswirkungsgrad des gesättigten, fluidisierten Partikelbettes, weil Flüssigkeit und Partikel anstatt in das Bett selbst zwischen dem Partikelbett und einer inneren Wandfläche der Fluidkammer **30** hindurch gehen können. Die Fluidkammer **30**, die die Nut **72** aufweist, wirkt durch Kanalisieren der Coriolis-Turbulenzströmung in einer Umfangsrichtung, teilweise um die Achse der Fluidkammer **30**, diesen Effekten entgegen. Daher verbessert die Nut **72** die Partikelblockierungsfähigkeit des gesättigten Bettes, insbesondere dann, wenn Flüssigkeitsdurchflüsse zunehmen.

[0059] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, erstreckt sich eine Umfangsrippe **74** von einem oberen Abschnitt der Nut **72** zu einem unteren Abschnitt der Nut **72**, um einen Eingang in die Nut **72** zu definieren. Die Rippe **74** dient dazu, Fluid in der Nut **72** zu führen.

[0060] An einer inneren Oberfläche der Fluidkammer **30** zwischen dem maximalen Querschnitt der Kammer **30** und dem Einlass **34** sind mehrere Stufen **76** gebildet. Obwohl sechs Stufen **76** gezeigt sind, kann irgendeine Anzahl von Stufen in der Fluidkammer **30** vorgesehen sein.

[0061] Jede Stufe **76** besitzt eine Grundfläche, die im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse der Fluidkammer **30** orientiert ist, sowie eine Seitenfläche, die orthogonal zur Grundfläche orientiert ist. Obwohl [Fig. 2](#) eine Ecke zeigt, wo sich die Seitenfläche und die Grundfläche schneiden, kann eine konkave Nut diese Ecke ersetzen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist jede Stufe **76** ringförmig und umgibt die Achse der Kammer **30** vollständig, um einen zylinderförmigen Bereich zu begrenzen. Alternativ können die Stufen **76** teilweise die Achse der Kammer **30** umgeben.

[0062] Das Hinzufügen der Stufen **76** zu der Fluidkammer **30** verbessert ebenfalls die Partikelblockierungseigenschaften eines in der Fluidkammer **30** gebildeten gesättigten, fluidisierten Partikelbettes, insbesondere während Zunahmen des Fluiddurchflusses. Die Stufen **76** verschaffen diese Verbesserung durch Schaffen von Bewegungsenergie ablenkenden und umlenkenden Oberflächen, die die Coriolis-Turbulenz in der Fluidkammer **30** reduzieren. Wenn eine Coriolis-Turbulenz auftritt, bewegen sich die Flüssigkeit und Partikel des Strahls längs einer inneren Oberfläche der Fluidkammer **30**, die der Richtung der Zentrifugendrehung zugewandt ist. Daher kann der Strahl Partikel zwischen der Fluidkammer-Innenfläche und entweder einem gesättigten, fluidisierten Partikelbett oder einem Elutriationsfeld, das in der Fluidkammer **30** positioniert ist, transportieren. Somit können Partikel, die sich in dem Strahl bewegen, die Fluidkammer **36** verlassen, ohne getrennt zu werden.

[0063] Die Stufen **76** lenken oder verändern die Bewegungsenergie der Coriolis-Strahlströmung von Flüssigkeit und Partikeln im Allgemeinen in einer Umfangsrichtung um die Achse der Fluidkammer **30**. Somit muss eine wesentliche Anzahl von Partikeln, die ursprünglich in dem Strahl strömen, in das gesättigte, fluidisierte Partikelbett oder das Elutriationsfeld eindringen, um getrennt zu werden.

[0064] Die Nut **72** und die Stufen **76** sind vorgesehen, um sowohl Zunahmen des Fluiddurchflusses zu erleichtern als auch die statische Leistung der Fluidkammer **30** zu verbessern. Während der Blutkomponententrennung reduzieren die Nut **72** und die Stufen

76 stark die Anzahl von weißen Blutzellen, die andernfalls ein in der Fluidkammer **30** gebildetes gesättigtes, fluidisiertes Blutplättchenbett umgehen würden.

[0065] Wie in [Fig. 2](#) schematisch gezeigt ist, sind mehrere Pumpen **78**, **80**, **82**, **84**, **86** vorgesehen, um Substanzen dem Trenngefäß **28** und der Fluidkammer **30** hinzuzufügen oder daraus zu entfernen. Eine Einströmpumpe **78** ist mit der Einströmleitung **36** gekoppelt, um eine zu trennende Substanz wie etwa Gesamtblut dem Einlassabschnitt **48** zuzuführen. Eine erste Sammelpumpe **80** ist mit einem Ausströmschlauch bzw. Ausströmröhr **88** gekoppelt, der mit dem Fluidkammerauslass **32** verbunden ist. Die erste Sammelpumpe **80** saugt Fluid und Partikel aus dem Fluidkammerauslass **32** und bewirkt, dass Fluid und Partikel über den Fluidkammereinlass **34** in die Fluidkammer **30** eintreten.

[0066] Die zweite und die dritte Sammelpumpe **82** und **84** sind mit der zweiten bzw. der dritten Sammelleitung **40** und **42** gekoppelt, um Substanzen durch den zweiten und den dritten Sammelanschluss **58** und **60** zu entfernen. Ähnlich ist die Grenzflächensteuereinheit **86** mit der Grenzflächensteuerleitung **44** gekoppelt, um Substanzen über den Grenzflächensteueranschluss **61** zu entfernen. Vorzugsweise sind die zweite Sammelleitung **40** und die Grenzflächensteuerleitung **44** miteinander strömungsverbunden und ist entweder nur die zweite Sammelpumpe **82** oder nur die Grenzflächensteuereinheit **86** vorgesehen. Mit anderen Worten, vorzugsweise sind nur vier der fünf Pumpen **78**, **80**, **82**, **84** und **86** vorgesehen.

[0067] Die Pumpen **78-86** sind vorzugsweise peristaltische Pumpen oder Kreiselpumpen, die so konfiguriert sind, dass sie eine starke Beschädigung von Blutkomponenten vermeiden. Jedoch kann irgendeine Pump- oder Saugvorrichtung vorgesehen sein. In einer alternativen Ausführungsform (nicht gezeigt) kann die erste Sammelpumpe **80** mit dem Fluidkammereinlass **34** fluidisch verbunden sein, um Substanzen direkt in und durch die Fluidkammer **30** zu bewegen. Die Pumpen **78-86** können an irgendeinem zweckmäßigen Ort angebracht sein.

[0068] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, umfasst die Vorrichtung **10** ferner eine Steuereinheit **89**, die mit dem Motor **14** verbunden ist, um die Drehzahl des Rotors **12** zu steuern. Außerdem ist die Steuereinheit **89** vorzugsweise mit den Pumpen **78-86** verbunden, um den Durchfluss von Substanzen, die zu und aus dem Trenngefäß **28** und der Fluidkammer **30** strömen, zu steuern. Die Steuereinheit **89** hält ein gesättigtes, fluidisiertes Bett aus ersten Partikeln in der Fluidkammer **30** aufrecht, um zu bewirken, dass zweite Partikel in der Fluidkammer **30** zurückgehalten werden. Die Steuereinheit **89** kann einen Computer umfas-

sen, der programmierte Befehle enthält, die durch einen ROM oder RAM bereitgestellt werden, wie an sich bekannt ist.

[0069] Die Steuereinheit **89** kann die Drehzahl des Zentrifugenrotors **12** verändern, indem sie die Frequenz, den Strom oder die Spannung der auf den Motor **14** angewandten Elektrizität reguliert. Alternativ kann die Drehzahl verändert werden, indem die Anordnung eines Getriebes (nicht gezeigt), etwa durch Wechseln der Übersetzung, um eine rotatorische Kopplung zwischen dem Motor **14** und dem Rotor **12** zu verändern, verstellt wird. Die Steuereinheit **89** kann eine Eingabe von einem Drehzahldetektor (nicht gezeigt) empfangen, um die Drehzahl des Rotors **12** ständig zu überwachen.

[0070] Die Steuereinheit **89** kann außerdem eine oder mehrere der Pumpen **78-86** regulieren, um die Durchflüsse für Substanzen, die dem Trenngefäß **28** und der Fluidkammer **30** zugeführt oder aus diesen entfernt werden, zu verändern. Beispielsweise kann die Steuereinheit **89** die den Pumpen **78-86** bereitgestellte Elektrizität verändern. Alternativ kann die Steuereinheit **89** durch Regulieren von Ventilregulierungsstrukturen (nicht gezeigt), die in den Leitungen **36, 38, 40, 42** und/oder **89** positioniert sind, den Durchfluss zu und von dem Trenngefäß **28** und der Fluidkammer **40** verändern. Die Steuereinheit **89** kann eine Eingabe von einem Strömungsdetektor (nicht gezeigt), der in der ersten Sammelleitung **38** positioniert ist, empfangen, um den Durchfluss von Substanzen, die in die Fluidkammer **30** eintreten, zu überwachen. Obwohl in der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform eine einzige Steuereinheit **89** mit mehreren Funktionsweisen schematisch dargestellt ist, kann die Steuerstruktur der Erfindung irgendeine Anzahl einzelner Steuereinheiten, wovon jede eine einzige Funktion oder mehrere Funktionen ausübt, umfassen. Die Steuereinheit **89** kann Durchflüsse auf viele andere Arten steuern, wie an sich bekannt ist.

[0071] [Fig. 3](#) zeigt eine Ausführungsform eines Schlauch- bzw. Rohrleitungssatzes **90a** zur Verwendung in der Vorrichtung **10**, während [Fig. 4](#) eine Querschnittsansicht eines Abschnitts des in einer Nut **18a** an einem Rotor **12a** angebrachten Schlauchsatzes **90a** zeigt. Der Schlauchsatz **90a** umfasst ein Trenngefäß **28a**, die Fluidkammer **30**, ein Einströmröhr **36a** zum Befördern eines zu trennenden Fluids wie etwa von Gesamtblut in das Trenngefäß **28a**, erste, zweite und dritte Sammelleitungen **38a, 40a, 42a** zum Entfernen getrennter Substanzen aus dem Trenngefäß **28a** und eine Grenzflächensteuerleitung **44a** zum Einstellen des Niveaus einer Grenzfläche zwischen getrennten Substanzen in dem Gefäß **28a**. Wenn das Trenngefäß **28a** an dem Rotor **12a** angebracht ist, führen die Leitungen **36a, 42a, 44a** und **48** vorzugsweise durch Schlitze (nicht gezeigt), die an dem Rotor **12a** ausgebildet sind.

[0072] Vorzugsweise ist das Trenngefäß **28a** wie der in dem oben erwähnten US-Patent Nr. 4,647.279 an Mulzet u. a. offenbarte Zentrifugenseparator konstruiert. Das Trenngefäß **28a** weist einen im Allgemeinen ringförmigen Kanal **92a** auf, der aus einem halbstarren oder flexiblen Material gebildet ist und einen Strömungsweg **46a** besitzt ([Fig. 4](#)). Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, sind gegenüberliegende Enden des Kanals **92a** mit einer relativ starren Verbindungsstruktur **94** verbunden, die einen Einlassabschnitt **48a** und einen Auslassabschnitt **50a** für das Trenngefäß **28a** umfassen, die durch eine Wand **52a** getrennt sind. Ein Einlassanschluss **54a** des Einströmröhrs **36a** steht mit dem Einlassabschnitt **48a** in Fluidverbindung und lässt den Fluss einer zu trennenden Substanz wie etwa Blut in das Trenngefäß **28a** zu. Während einer Trennprozedur strömen Substanzen, die über den Einlassanschluss **54a** in das Gefäß **28a** eindringen, über den Strömungsweg **46a** um den Kanal **92a** (entgegen dem Uhrzeigersinn in [Fig. 4](#)) und bilden in Reaktion auf die Drehung des Rotors **12a** Schichten entsprechend der Unterschiede in der Dichte.

[0073] Die getrennten Substanzen strömen in den Auslassabschnitt **50a**, wo sie durch erste, zweite und dritte Sammelanschlüsse **56a, 58a, 60a** von entsprechenden Sammelleitungen **38a, 40a** und **42** und einen Grenzflächensteueranschluss **61a** der Grenzflächensteuerleitung **44a** entfernt werden. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, sind die ersten, zweiten und dritten Anschlüsse **56a, 58a** und **60a** an unterschiedlichen radialen Orten an dem Rotor **12a** positioniert, um Substanzen mit verschiedenen Dichten zu entfernen. Der zweite Sammelanschluss **58a** ist von der Drehachse A-A weiter entfernt als der erste und der dritte Sammelanschluss **56a** und **60a**, um in dem Trenngefäß **28a** getrennte Substanzen mit der höchsten Dichte wie etwa rote Blutzellen zu entfernen. Der dritte Anschluss **60a** ist näher an der Drehachse A-A angeordnet als der erste und der zweite Anschluss **56a** und **58a**, um die in dem Trenngefäß **28a** getrennten Substanzen mit der niedrigsten Dichte wie etwa Plasma zu entfernen.

[0074] Der Auslassabschnitt **50a** weist eine Barriere **62a** auf, um die Strömung von Substanzen mittlerer Dichte wie etwa Blutplättchen und einen Teil der weißen Blutzellen im Wesentlichen zu blockieren. In der in [Fig. 4](#) gezeigten Ausführungsform ist die Barriere **62a** eine Aufsaugsperr, die sich in einer zur Drehachse A-A im Allgemeinen parallelen Richtung quer durch den Einlassabschnitt erstreckt. Der erste Sammelanschluss **56a** ist unmittelbar stromabseitig von der Aufsaugsperr **62a**, stromabseitig von dem Einlassabschnitt **48a**, positioniert, um die durch die Aufsaugsperr **62a** blockierten Substanzen mittlerer Dichte zu sammeln.

[0075] Radial innere und äußere Kanten der Auf-

saugsperre **62a** sind von radial inneren und äußeren Wänden des Trenngefäßes **28a** beabstandet, um einen ersten Durchlass **64a** für Substanzen niedrigerer Dichte wie etwa Plasma an einer radial inneren Position in dem Auslassabschnitt **50a** und einen zweiten Durchlass **66a** für Substanzen höherer Dichte wie etwa rote Blutzellen an einer radial äußeren Position in dem Auslassabschnitt **50a** zu bilden. Der zweite und der dritte Sammelanschluss **58** und **60** sind stromaufseitig von der Aufsaugsperre **62a** positioniert, um die entsprechenden Substanzen niedrigerer und höherer Dichte, die durch den ersten und den zweiten Durchlass **64a** und **66a** gehen, zu sammeln.

[0076] Der Grenzflächenanschluss **61a** ist in etwa im gleichen radialen Abstand wie der erste Sammelanschluss **56a** positioniert. Während einer Trennprozedur entfernt der Grenzflächenanschluss **61a** entweder die getrennten Substanzen mit der höchsten Dichte oder die getrennten Substanzen mit der niedrigsten Dichte in dem Auslassabschnitt **50a**, um die radiale Position der Grenzfläche zwischen den Substanzen mittlerer Dichte oder anderen Substanzen in dem Auslassabschnitt **50a** zu steuern. Wie in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist, ist die zweite Sammelleitung **40a** vorzugsweise mit der Grenzflächensteuerleitung **44a** verbunden, so dass Substanzen, die durch die zweite Sammelleitung **40a** und die Grenzflächensteuerleitung **44a** strömen, gemeinsam durch einen Abschnitt der Grenzflächensteuerleitung **44a** hindurch entfernt werden.

[0077] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, erstreckt sich ein Steg **68a** von der Innenwand **20a** der Nut **18a** zu der Außenwand **22a** der Nut **18a**. Wenn das Trenngefäß **28a** in die Nut **18a** geladen ist, verformt der Steg **68a** das halbstarre oder flexible Material des Trenngefäßes **28a**, um eine Einfangsperr **70a** an der radial inneren Wand des Trenngefäßes **28a** zwischen dem ersten Sammelanschluss **56a** und dem Einlassabschnitt des Trenngefäßes **48a** zu bilden. Die Einfangsperr **70a** erstreckt sich von der Drehachse A-A weg, um einen Teil von Substanzen niedrigerer Dichte wie etwa Anfangsfluid und/oder Plasma längs eines radial inneren Abschnitts des Trenngefäßes **28a** einzufangen. Die Einfangsperr **70a** funktioniert ähnlich wie die Einfangsperr **70** von [Fig. 2](#) und könnte eine in dem Gefäß **28a** gebildete dauerhafte Struktur sein.

[0078] [Fig. 5](#) zeigt eine zweite Ausführungsform eines Schlauch- bzw. Rohrleitungssatzes **90b** zur Verwendung in der Vorrichtung **10**. Der Schlauchsatz **90b** umfasst ein Trenngefäß **28b** mit einem im Allgemeinen ringförmigen Kanal **92b**, der einen Einlassabschnitt und einen Auslassabschnitt aufweist, die anstatt in einer separaten Verbindungsstruktur direkt in dem Kanal **92b** selbst ausgebildet sind. In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Kanal **92b** eine Innenwand **96** und eine Außenwand **98** auf, die durch

Wärmeversiegelung, beispielsweise an oberen und unteren Kanten, zusammengefügt sind, um dazwischen einen Strömungsdurchlass zu bilden. Wie ersichtlich ist, kann der Kanal **92b** auch aus einem einzigen stranggepressten Teil oder aus einer einzigen Schicht, die durch Wärmeversiegelung beispielsweise längs einer einzigen Kante zusammengefügt ist, konstruiert sein. Vorzugsweise sind die Innen- und Außenwände **96** und **98** beide vollständig aus halbstarrem oder flexiblem Kunststoff gebildet, so dass der Kanal durch den Einfangssteg **68** in der Nut **18** verformt werden kann. Alternativ können die Innenwand **96** und die Außenwand **98** nur in dem Auslassabschnitt ein flexibles oder halbstarres Material aufweisen.

[0079] [Fig. 6](#) zeigt eine Ausführungsform eines Einlassabschnitts **48c** und eines Auslassabschnitts **50c** für den Schlauchsatz **90b** von [Fig. 5](#). Ein erster dicht geschlossener Abschnitt **52c**, der sich von oberen Kanten der Innen- und Außenwände **96** und **98** erstreckt, verhindert, dass Fluid in ein Segment zwischen die Innen- und Außenwände **96** und **98** strömt, und definiert die Einlass- und Auslassabschnitte **48c** und **50c**. In dem Auslassabschnitt **50c** sind Auslassanschlüsse **56c**, **58c** und **60c** und ein Grenzflächensteueranschluss **61c** gebildet. In dem Einlassabschnitt **48c** ist ein Einlassanschluss **54c** gebildet. Wie in [Fig. 6](#) gezeigt ist, sind ein zweiter und ein dritter dicht geschlossener Abschnitt **100** und **102** von oberen und unteren Kanten der Innen- und Außenwände **96** und **98** und voneinander beabstandet. Der zweite und der dritte dicht geschlossene Abschnitt **100** und **102** verhindern, dass Fluid in die dicht geschlossenen Abschnitte **100** und **102** strömt, und bilden einen ersten Durchlass **64c** zwischen einer Oberseite des Auslassabschnitts **48c** und dem zweiten dicht geschlossenen Abschnitt **100**, einen zweiten Durchlass **66c** zwischen dem zweiten und dem dritten dicht geschlossenen Abschnitt **100** und **102** und einen dritten Durchlass **108** zwischen dem zweiten dicht geschlossenen Abschnitt **100** und der Unterseite des Auslassabschnitts **50c**.

[0080] [Fig. 7](#) zeigt einen Abschnitt einer Nut **18b** an einem Zentrifugenrotor **12b** zur Verwendung mit dem in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigten Schlauchsatz **90b**. [Fig. 8b](#) zeigt eine Querschnittsansicht des Auslassabschnitts **50c**, wenn dieser Schlauchsatz **90b** in der Nut **18b** angebracht ist. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, erstreckt sich ein erster äußerer Steg **109** von einem oberen Abschnitt der Außenwand **22b** der Nut **18b** zur Innenwand **20b** der Nut **18b**. Ein zweiter äußerer Steg **110** (in [Fig. 7](#) unter dem Steg **109** verborgen) erstreckt sich von einem unteren Abschnitt der Außenwand **22b** der Nut **18b** zur Innenwand **20b** der Nut **18b**. Ein innerer Steg **112** erstreckt sich von einem Mittelabschnitt der Innenwand **20** zur Außenwand **22b**, derart, dass der innere Steg **112** von dem ersten und dem zweiten äußeren Steg **108** und **110**

beabstandet ist und sich zwischen diesen befindet. Alternativ kann die Nut **18b** für den Schlauchsatz aus den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) ein Paar Innenwandstege und einen einzigen Außenwandsteg aufweisen.

[0081] Wie in [Fig. 8a](#) gezeigt ist, verformen der erste und der zweite äußere Steg **109** und **110** und der innere Steg **112** den Auslassabschnitt **50c**, um ein Sperrenpaar an der Außenwand **98**, eine Sperre an der Innenwand **96** und eine Barriere **62c** in dem Auslassabschnitt **50c**, zu bilden. Wie in dieser Figur gezeigt ist, wirken der erste und der zweite äußere Steg **109** und **110** und der innere Steg **112** zusammen, um den Auslassabschnitt **50c** zu verformen, und platzieren den ersten und den dritten Durchlass **64c** und **108** näher zur Drehachse A-A als den zweiten Durchlass **66c**. Während einer Trennprozedur blockiert die Barriere **62c** im Wesentlichen den Durchgang von Substanzen mittlerer Dichte in dem Auslassabschnitt **50c**, während Substanzen niedrigerer Dichte durch den ersten und den dritten Durchlass **64c** und **108** strömen und Substanzen höherer Dichte durch den zweiten Durchlass **66c** strömen. Diese Substanzen mittlerer Dichte werden dann über den ersten Sammelanschluss **56c** ([Fig. 6](#)), der zwischen dem Einlassabschnitt **48c** und dem zweiten und dem dritten dicht geschlossenen Abschnitt **100** und **102** positioniert ist, aus dem Auslassabschnitt **50c** entfernt.

[0082] Obwohl die [Fig. 7](#) und [Fig. 8a](#) zum Zweck der Veranschaulichung Enden der äußeren Stege **109** und **110** zeigen, die in der radialen Richtung von dem Ende des inneren Stegs **112** beabstandet sind, überlappen sich diese Enden vorzugsweise in der radialen Richtung. Mit anderen Worten, ein Endabschnitt des äußeren Stegs **109** befindet sich direkt über einem Endabschnitt des inneren Stegs **112**, während sich ein Endabschnitt des inneren Stegs **112** direkt über einem Endabschnitt des äußeren Stegs **110** befindet.

[0083] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt ist, umfasst der Auslassabschnitt **50c** vorzugsweise einen vierten dicht geschlossenen Abschnitt und einen fünften dicht geschlossenen Abschnitt **116** längs einer Unterseite des Auslassabschnitts **50c**. Der vierte und der fünfte dicht geschlossene Abschnitt **114** und **116** sind vorzugsweise stromaufseitig von dem ersten Sammelanschluss **56a** und stromabseitig von dem Einlassabschnitt **48c** angeordnet, um dazwischen einen eingeschränkten Durchlass **118** zu definieren. Der eingeschränkte Strömungsdurchlass **118** führt Substanzen in dem Auslassabschnitt **50c** zu dem ersten Sammelanschluss **56c** und der Barriere **62c** und verkleinert die Wahrscheinlichkeit einer Bildung von Taschen mit niedrigem Durchfluss in dem Auslassabschnitt **50c**.

[0084] Die dicht geschlossenen Abschnitte **52c**, **100**, **102**, **114** und **116** sind vorzugsweise wärmeversiegelt, wobei die Innen- und Außenwände **96** und **98**

des Trenngefäßes **28b** miteinander verschweißt sind. Fachleute erkennen, dass andere Typen von Verschlüssen oder Verschweißungen wie etwa Klebeverbindungen ebenso verwendet werden können. Außerdem können die dicht geschlossenen Abschnitte **52c**, **100**, **102**, **114** und **116** durch dauerhafte Strukturen gebildet sein, die zwischen die erste und die zweite Wand platziert sind, um eine Strömung zu blockieren oder zu verändern.

[0085] [Fig. 9](#) zeigt eine alternative Ausführungsform eines Einlassabschnitts **48d** und eines Auslassabschnitts **50d** für das Trenngefäß **28b** von [Fig. 5](#). Wie in dieser Figur gezeigt ist, umfasst der Auslassabschnitt **50d** zwischen der Oberseite und der Unterseite des Auslassabschnitts **50d** einen zweiten dicht geschlossenen Abschnitt **100d**. Die Oberseite des Auslassabschnitts **50d** und der zweite dicht geschlossene Abschnitt **100d** definieren einen ersten Durchlass **64d** in dem Auslassabschnitt **50d**, während die Unterseite des Auslassabschnitts **50d** und der zweite dicht geschlossene Abschnitt **100d** einen zweiten Durchlass **66d** in dem Auslassabschnitt **50d** definieren. Optional kann der Auslassabschnitt **50d** auch einen eingeschränkten Durchlass (nicht gezeigt) aufweisen, der zu dem in [Fig. 6](#) gezeigten eingeschränkten Durchlass **118** ähnlich ist.

[0086] [Fig. 8b](#) zeigt eine Querschnittsansicht des Auslassabschnitts **50d**, wenn der Schlauchsatz aus den [Fig. 5](#) und [Fig. 9](#) an einem Rotor **12d** mit einer Nut **18d** angebracht ist. Ein äußerer Steg **120** erstreckt sich von einem oberen Abschnitt der Außenwand **22d** der Nut **18d** zu einer Innenwand **20d** der Nut **18d**, während sich ein innerer Steg **122** von einem unteren Abschnitt der Innenwand **20d** der Nut **18d** zu der Außenwand **22d** der Nut **18d** erstreckt. Optional kann die Nut für den Schlauchsatz aus den [Fig. 5](#) und [8](#) einen äußeren Steg, der sich von einem unteren Abschnitt der Außenwand erstreckt, und einen inneren Steg, der sich von einem oberen Abschnitt der Innenwand **20d** erstreckt, aufweisen.

[0087] Wie in [Fig. 8b](#) gezeigt ist, verformen der äußere und der innere Steg **120** und **122** den Auslassabschnitt **50d**, um gegenüberliegende, sich zugewandte Sperren und eine Barriere **62d** in dem Auslassabschnitt **50d** zu bilden. Wie in dieser Figur gezeigt ist, platzieren der äußere und der innere Steg **120** und **122** den dritten Durchlass **64d** näher zur Drehachse A-A als den zweiten Durchlass **66d**. Während einer Trennprozedur blockiert die Barriere **62d** im Wesentlichen den Durchgang von Substanzen mittlerer Dichte in dem Auslassabschnitt **50d**, während Substanzen niedrigerer Dichte durch den ersten Durchlass **64d** strömen und Substanzen höherer Dichte durch den zweiten Durchlass **66d** strömen. Diese Substanzen mittlerer Dichte werden dann über den ersten Sammelanschluss **56d** ([Fig. 9](#)), der in dem Trenngefäß positioniert ist, aus dem Auslassab-

schnitt **50d** entfernt.

[0088] Obwohl [Fig. 8B](#) zum Zweck der Veranschaulichung ein Ende des äußeren Stegs **120** zeigt, das von dem Ende des inneren Stegs **122** beabstandet ist, überlappen sich diese Enden vorzugsweise in der radialen Richtung. Mit anderen Worten, ein Endabschnitt des äußeren Stegs **120** befindet sich direkt über einem Endabschnitt des inneren Stegs **122**.

[0089] [Fig. 10](#) zeigt eine weitere Ausführungsform eines Auslassabschnitts **50e** des Schlauchsatzes von [Fig. 5](#) zur Verwendung mit einem Rotor, an dem die inneren und äußeren Stege **109**, **110**, **112**, **120** und **122**, die in den [Fig. 7](#), [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) gezeigt sind, fehlen. Der Auslassabschnitt **50e** von [Fig. 10](#) umfasst dicht geschlossene Abschnitte **52e**, **100e**, **102e**, **114e** und **116e**, die zu den dicht geschlossenen Abschnitten von [Fig. 6](#) ähnlich sind. Sowohl durch die Innenwand **96** als auch durch die Außenwand **98** erstreckt sich an dem zweiten und dem dritten Verschluss **100e** und **102e** ein langgestrecktes Element **124** wie etwa ein Passstift. Ein erster Abschnitt des langgestreckten Elements **124** bildet eine erste Unterstüztung **126**, die längs der Außenwand **98** in der Nähe des ersten Durchlasses **64e** positioniert ist. Ein zweiter Abschnitt des langgestreckten Elements **124** bildet eine zweite Unterstüztung **128**, die längs der Innenwand **96** in der Nähe des zweiten Durchlasses **66e** positioniert ist. Ein dritter Abschnitt des langgestreckten Elements **124** bildet eine dritte Unterstüztung **130**, die längs der Außenwand **98** in der Nähe des dritten Durchlasses **108e** positioniert ist.

[0090] [Fig. 11](#) ist eine Querschnittsansicht, die zeigt, wie das langgestreckte Element **124** mit den dicht geschlossenen Abschnitten **100e** und **120e** zusammenwirkt, um eine Barriere **62e** in dem Auslassabschnitt **50e** zu bilden. Die erste und die dritte Unterstüztung **126** und **130** funktionieren wie der erste und der zweite äußere Steg **109** und **110** von [Fig. 8a](#), während die zweite Unterstüztung **128** wie der innere Steg **112** von [Fig. 8a](#) funktioniert. Wenn der Schlauchsatz aus den [Fig. 5](#), [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) an dem Rotor **12** angebracht ist, sind die erste und die dritte Unterstüztung **126** und **130** zwischen der Außenwand **22** der Nut **18** und der Außenwand **98** positioniert, während die zweite Unterstüztung **128** zwischen der Innenwand **96** und der Innenwand **20** der Nut **18** positioniert ist. Dies platziert den ersten und den dritten Durchlass **64e** und **108e** näher zur Drehachse A-A als den zweiten Durchlass **66e** und bildet ein Sperrenpaar an der Außenwand **98**, eine Sperre an der Innenwand **96** und eine Barriere **62e** in dem Auslassabschnitt **50e**.

[0091] Obwohl die erste Unterstüztung **126** und die dritte Unterstüztung **130** an der Außenwand **98** positioniert sind und die zweite Unterstüztung **128** an der

Innenwand **96** positioniert ist, könnte diese Konfiguration so umgekehrt werden, dass die erste Unterstüztung **126** und die dritte Unterstüztung **130** an der Außenwand **98** positioniert sind und die zweite Unterstüztung **128** an der Innenwand **96** positioniert ist.

[0092] [Fig. 12](#) zeigt eine weitere Ausführungsform eines Auslassabschnitts **50f** des Schlauchsatzes von [Fig. 5](#) zur Verwendung mit einem Rotor, an dem die inneren und äußeren Stege **108**, **110**, **112**, **120** und **122**, die in den [Fig. 7](#), [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) gezeigt sind, fehlen. Der Auslassabschnitt **50f** von [Fig. 12](#) umfasst einen dicht geschlossenen Abschnitt **100f**, der zu dem dicht geschlossenen Abschnitt **100d** von [Fig. 9](#) ähnlich ist. Sowohl durch die Innenwand **96** als auch durch die Außenwand **98** erstreckt sich an dem dicht geschlossenen Abschnitt **100f** ein langgestrecktes Element **124f** wie etwa ein Passstift. Ein erster Abschnitt des langgestreckten Elements **124f** bildet eine erste Unterstüztung **126f** die längs der Außenwand **98** in der Nähe des ersten Durchlasses **64f** positioniert ist, während ein zweiter Abschnitt des langgestreckten Elements **124f** eine zweite Unterstüztung **128f**, die längs der Innenwand **96** in der Nähe des zweiten Durchlasses **66f** positioniert ist, bildet.

[0093] [Fig. 13](#) ist eine Querschnittsansicht, die zeigt, wie das langgestreckte Element **124f** mit dem dicht geschlossenen Abschnitt **100f** zusammenwirkt, um eine Barriere **62f** in dem Auslassabschnitt **50f** zu bilden. Die erste Unterstüztung **126f** funktioniert wie der äußere Steg **120** von [Fig. 8b](#), während die zweite Unterstüztung **128f** wie der innere Steg **122** von [Fig. 8b](#) funktioniert. Wenn der Schlauchsatz aus den [Fig. 5](#), [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) an dem Rotor **12** angebracht ist, ist die erste Unterstüztung **126f** zwischen der Außenwand **22** der Nut **18** und dem Abschnitt **50f** der Außenwand **98** positioniert, während die zweite Unterstüztung **128f** zwischen der Innenwand **96** und der Innenwand **20** der Nut **18** positioniert ist. Dies platziert den ersten Durchlass **64f** näher zur Drehachse A-A als den zweiten Durchlass **66f** und bildet ein Paar gegenüberliegender, sich zugewandter Sperren und eine Barriere **62f** in dem Auslassabschnitt **50f**.

[0094] Obwohl die erste Unterstüztung **126f** an der Außenwand **98** positioniert ist und die zweite Unterstüztung **128f** an der Innenwand **96** positioniert ist, könnte diese Konfiguration so umgekehrt werden, dass die erste Unterstüztung **126f** an der Außenwand **98** positioniert ist und die zweite Unterstüztung **128f** an der Innenwand **96** positioniert ist.

[0095] Bei den in den [Fig. 10-Fig. 13](#) gezeigten Ausführungsformen ist die Struktur vorzugsweise in der Nut **18** oder an dem langgestreckten Element **124**, **124f** vorgesehen, um das langgestreckte Element **124**, **124f** parallel zur Drehachse A-A zu orientieren.

[0096] Im Folgenden werden mit Bezug auf die [Fig. 1](#) und 14 Verfahren zum Trennen von Blutkomponenten oder Blutpartikeln besprochen. Obwohl die Erfindung in Verbindung mit Blutkomponenten-Trennprozessen beschrieben wird, ist die Erfindung in ihrem weitesten Sinne selbstverständlich nicht darauf begrenzt. Die Erfindung kann verwendet werden, um eine Vielzahl verschiedener Partikel und/oder Fluidkomponenten zu trennen. Außerdem ist die Erfindung sowohl auf Doppelnadel- als auch auf Einzelnadel-Blutreinigungs- oder -filtrationsanwendungen anwendbar. Die Erfindung kann beispielsweise mit dem SINGLE NEEDLE RECIRCULATION SYSTEM FOR HARVESTING BLOOD COMPONENTS des US-Patentes Nr. 5.437.624 praktiziert werden.

[0097] Vorzugsweise werden das Trenngefäß **28** und die Kammer **30** zuerst mit einem Fluidmedium niedriger Dichte wie etwa Luft, Salzlösung oder Plasma mit einer Dichte, die kleiner oder gleich der Dichte von flüssigem Plasma ist, vorbereitet. Alternativ ist das Anfangsfluid das Gesamtblut selbst. Dieses Anfangsfluid ermöglicht das Herstellen eines gesättigten, fluidisierten Bettes aus Blutplättchen innerhalb der Fluidkammer **30**. Wenn Salzlösung verwendet wird, pumpt die Pumpe **78** ([Fig. 2](#)) dieses Anfangsfluid durch die Einstromleitung **36** über den Einlassanschluss **54** in das Trenngefäß **28**. Die Salzlösung strömt von dem Einlassabschnitt **48** zu dem Auslassabschnitt **50** (entgegen dem Uhrzeigersinn in [Fig. 2](#)) und durch die Fluidkammer **30**, wenn die Steuereinheit **89** die Pumpe **80** aktiviert. Die Steuereinheit **89** löst außerdem den Betrieb des Motors **14** aus, um den Zentrifugenrotor **12**, das Trenngefäß **28** und die Fluidkammer **30** um die Drehachse A-A zu drehen. Während der Drehung wird durch eine dichtsichere Ein-Omega/Zwei-Omega-Schlauch- bzw. -Rohrverbindung, wie sie auf dem Fachgebiet bekannt ist und in dem oben erwähnten US-Patent Nr. 4.425.112 beschrieben ist, das Verdrehen von Leitungen **36**, **38**, **40**, **42** und **88** verhindert.

[0098] Wenn sich das Trenngefäß **28** dreht, wird ein Teil des Anfangsfluids (Blut oder Salzlösung) stromaufseitig von der Einfangsperrre **70** eingefangen und bildet eine Haube aus Anfangsfluid (Plasma oder Salzlösung) längs einer Innenwand des Trenngefäßes **28** stromaufseitig von der Einfangsperrre **70**. Sobald die Vorrichtung **10** vorbereitet ist und sich der Rotor **10** dreht, werden Gesamtblut oder Blutkomponenten durch den Einlassanschluss **54** in das Trenngefäß **28** eingeleitet. Wenn Gesamtblut verwendet wird, kann dieses dem Trenngefäß **28** zugefügt werden, indem es direkt von einem Spender durch die Einstromleitung **36** geleitet wird. Als Alternative kann das Blut aus einem Behälter wie etwa einem Blutbeutel zur Einstromleitung **36** geleitet werden.

[0099] Das Blut in dem Trenngefäß wird einer Zen-

trifugalkraft unterworfen, die das Trennen von Komponenten der Blutkomponenten bewirkt. Die Komponenten des Gesamtblutes bilden wie folgt Schichten in der Reihenfolge abnehmender Dichte: 1. rote Blutzellen, 2. weiße Blutzellen, 3. Blutplättchen und 4. Plasma. Die Steuereinheit **89** reguliert die Drehzahl des Zentrifugenrotors **12** so, dass sichergestellt wird, dass diese Partikelschichtenbildung stattfindet. Längs der Außenwand des Trenngefäßes **28** bildet sich eine Schicht aus roten Blutzellen, während sich längs der Innenwand des Trenngefäßes eine Schicht aus Plasma bildet. Zwischen diesen zwei Schichten bilden die Blutplättchen mittlerer Dichte und weiße Blutzellen eine Leukozytenmanschettenschicht. Diese Trennung findet statt, während die Komponenten von dem Einlassabschnitt **48** zu dem Auslassabschnitt **50** strömen. Vorzugsweise ist der Radius des Strömungswegs **46** zwischen dem Einlassabschnitt **48** und dem Auslassabschnitt **50** im Wesentlichen konstant, um auch dann, wenn Strömungsänderungen auftreten, ein stetiges Bett von roten Blutzellen in dem Auslassabschnitt aufrechtzuerhalten.

[0100] In dem Auslassabschnitt **50** strömen an Blutplättchen armes Plasma und einige weiße Blutzellen durch den ersten Durchlass **64** stromabseitig von der Barriere **62**, wo sie über den dritten Sammelanschluss **60** entfernt werden. Rote Blutzellen strömen durch den zweiten Durchlass **66** stromabseitig von der Barriere **62**, wo sie über den zweiten Sammelanschluss **58** entfernt werden. Nachdem die roten Blutzellen, die weißen Blutzellen und Plasma in dieser Weise entfernt sind, werden sie gesammelt und mit anderen Blutkomponenten rekombiniert oder weiter getrennt. Alternativ können diese entfernten Blutkomponenten wieder in einen Spender infundiert werden.

[0101] Ein wesentlicher Teil der Blutplättchen und ein Teil der roten Blutzellen sammeln sich stromabseitig von der Barriere **62** an. Die angesammelten Blutplättchen werden zusammen mit einem Teil der weißen Blutzellen und Plasma und möglicherweise mit einem Teil der roten Blutzellen über den ersten Sammelanschluss **56** entfernt. Diese Komponenten strömen in die Fluidkammer **30**, die mit dem Anfangsfluid befüllt ist, so dass sich ein gesättigtes, fluidisiertes Partikelbett bilden kann. Der längs der Innenwand des Trenngefäßes **28** stromaufseitig von der Einfangsperrre **70** eingefangene Teil oder Dom des Anfangsfluids (z. B. der Salzlösung) führt Blutplättchen so, dass sie zu der Barriere **62** und dem ersten Sammelanschluss **56** strömen. Das eingefangene Fluid reduziert das effektive Durchgangsvolumen und die effektive Durchgangsfläche in dem Trenngefäß **28**, wodurch die Menge an Blut, die in einem Trennprozess anfänglich erforderlich ist, um das System vorzubereiten, abnimmt. Das reduzierte Volumen und die reduzierte Fläche induzieren außerdem höhere Plasma- und Blutplättchengeschwindigkeiten in der

Nähe der geschichteten Lage aus roten Blutzellen, um insbesondere Blutplättchen zu der Barriere **62** und dem ersten Sammelanschluss **56** zu "schleppen". Die schnelle Beförderung von Blutplättchen erhöht den Sammlungswirkungsgrad.

[0102] Während einer Blutkomponenten-Trennprozedur kann das stromaufseitig von der Einfangsperrre **70** eingefangene Anfangsfluid eventuell durch andere Fluide wie etwa an Blutplättchen armes Plasma niedriger Dichte, das in dem Trenngefäß **28** strömt, ersetzt werden. Auch dann, wenn diese Ersetzung erfolgt, wird dennoch ein Dom oder Abschnitt eingefangenen Blutes stromaufseitig von der Einfangsperrre **70** aufrechterhalten.

[0103] Blutplättchen, weiße Blutzellen und ein Teil des Plasmas und roter Blutzellen, die sich angesammelt haben, werden über den ersten Sammelanschluss **56** entfernt und strömen in die Fluidkammer, damit die Blutplättchen ein gesättigtes, fluidisiertes Partikelbett bilden. Die Steuereinheit **89** hält die Drehzahl des Rotors innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbereichs, um die Bildung dieses gesättigten, fluidisierten Bettes zu fördern. Außerdem reguliert die Steuereinheit **89** die Pumpe **80** so, dass sie wenigstens das Plasma, die Blutplättchen und die weißen Blutzellen mit einem vorgegebenen Durchfluss durch die erste Sammelleitung **38** in den Einlass **34** der Fluidkammer **30** befördert. Diese strömenden Blutkomponenten verdrängen das Anfangsfluid aus der Fluidkammer **30**.

[0104] Wenn die Partikel aus Blutplättchen und weißen Blutzellen in die Fluidkammer **30** eindringen, werden sie zwei entgegengesetzten Kräften unterworfen. Plasma, das mit Hilfe der Pumpe **80** durch die Fluidkammer **30** strömt, führt eine erste viskose Reibungskraft ein, wenn Plasma, das durch die Fluidkammer **30** strömt, die Partikel zum Auslass **32** drängt. Eine zweite Zentrifugalkraft, die durch die Drehung des Rotors **12** und der Fluidkammer **30** erzeugt wird, wirkt so ein, dass sie die Partikel zu dem Einlass **34** drängt.

[0105] Die Steuereinheit **89** reguliert die Drehzahl des Rotors **12** und den Durchfluss der Pumpe **80** so, dass sich Blutplättchen und weiße Blutzellen in der Fluidkammer **30** sammeln. Wenn Plasma durch die Fluidkammer **30** strömt, nimmt die Strömungsgeschwindigkeit des Plasmas ab und erreicht ein Minimum, wenn sich der Plasmastrom der maximalen Querschnittsfläche der Fluidkammer **30** nähert. Da der sich drehende Zentrifugenrotor **12** ein ausreichendes Gravitationsfeld in der Fluidkammer **30** erzeugt, sammeln sich die Blutplättchen in der Nähe der maximalen Querschnittsfläche der Kammer **30** an, anstatt mit dem Plasma aus der Kammer **30** zu strömen. Die weißen Blutzellen sammeln sich etwa unterhalb der maximalen Querschnittsfläche der

Kammer **30** an. Jedoch strebt die Dichteinversion danach, diese Partikel während dieser anfänglichen Herstellung des gesättigten, fluidisierten Partikelbettes leicht zu vermischen.

[0106] Die größeren weißen Blutzellen sammeln sich gegenüber den kleineren Blutplättchenzellen wegen ihrer unterschiedlichen Absetzgeschwindigkeiten näher zum Einlass **34** an. Vorzugsweise werden die Drehzahl und der Durchfluss so gesteuert, dass während der Bildung des gesättigten, fluidisierten Partikelbettes sehr wenig Blutplättchen und weiße Blutzellen aus der Fluidkammer **30** strömen.

[0107] Die Blutplättchen und die weißen Blutzellen sammeln sich weiterhin in der Fluidkammer **30** an, während Plasma durch die Fluidkammer **30** strömt. Wenn die Konzentration von Blutplättchen zunimmt, verkleinern sich die Zwischenräume zwischen den Partikeln und nimmt die viskose Reibungskraft von dem Plasmastrom allmählich zu. Eventuell wird das Blutplättchenbett zu einem gesättigten, fluidisierten Partikelbett in der Fluidkammer **30**. Da das Bett nun mit Blutplättchen gesättigt ist, muss bei jedem neuen Blutplättchen, das in das gesättigte Bett in der Fluidkammer **30** eindringt, ein einzelnes Blutplättchen das Bett verlassen. Somit arbeitet das Bett in einem statischen Zustand, wobei die Blutplättchen das Bett mit einer Rate verlassen, die gleich der Rate zusätzlicher Blutplättchen, die in das Bett eindringen, nachdem sie durch den Einlass **34** geströmt sind, ist.

[0108] Das gesättigte Bett stellt sich unabhängig von der Konzentration von in die Fluidkammer **30** strömenden Partikeln selbst automatisch her. Plasma, das in die Fluidkammer **30** strömt, geht sowohl vor als auch nach dem Blutplättchensättigungspunkt durch das Blutplättchenbett.

[0109] Das gesättigte Bett aus Blutplättchen belegt ein in Abhängigkeit von dem Durchfluss und dem Zentrifugalfeld veränderliches Volumen in der Fluidkammer **30** in der Nähe der maximalen Querschnittsfläche der Kammer **30**. Die Anzahl von Blutplättchen in dem gesättigten Bett hängt von mehreren Faktoren wie etwa von dem Durchfluss in die Fluidkammer **30**, von dem Volumen der Fluidkammer **40** und von der Drehzahl ab. Wenn diese Variablen konstant bleiben, bleibt die Anzahl von Blutplättchen in dem gesättigten, fluidisierten Bett im Wesentlichen konstant. Wenn sich der Durchfluss von Blutkomponenten in die Fluidkammer **30** ändert, stellt sich das Bett selbst so ein, dass es sich entweder durch Freisetzen überschüssiger Blutplättchen oder durch Annahme zusätzlicher Blutplättchen, die in die Fluidkammer **30** strömen, selbst erhält. Wenn beispielsweise der Plasmadurchfluss in die Fluidkammer **30** zunimmt, spült dieser zusätzliche Plasmastrom überschüssige Blutplättchen aus dem nun übergesättigten Bett, wobei sich das Bett bei dem zunehmenden Durchfluss

wieder selbst in den gesättigten Zustand bringt. Infolge der Freisetzung von Bett-Blutplättchen ist daher die Konzentration von Blutplättchen in dem Bett niedriger.

[0110] Nach dem Bilden des gesättigten, fluidisierten Bettes aus Blutplättchen transportiert strömendes Plasma zusätzliche Blutplättchen in die Fluidkammer **30** und das Bett. Diese zusätzlichen Blutplättchen kommen zu dem Bett hinzu und erhöhen die viskose Reibung des Plasmastroms durch das Bett. An einem bestimmten Punkt ist die viskose Reibung so groß, dass veranlasst wird, dass Blutplättchen in der Nähe der maximalen Querschnittsfläche der Fluidkammer **30** das gesättigte Bett und die Fluidkammer **30** verlassen. Wenn die Drehzahl und der Durchfluss in die Fluidkammer **30** konstant bleiben, sind folglich die Anzahl und die Konzentration von Blutplättchen, die in das gesättigte, fluidisierte Bett strömen, im Wesentlichen gleich der Anzahl und der Konzentration von Blutplättchen, die aus dem Bett freigesetzt werden. Dies steht in scharfem Gegensatz zum Stand der Technik.

[0111] Obwohl das Bett mit Blutplättchen gesättigt ist, kann eine kleine Anzahl weißer Blutzellen das Blutplättchenbett durchsetzen. Diese weißen Blutzellen neigen jedoch dazu, infolge ihrer höheren Absetzgeschwindigkeit aus dem Blutplättchenbett in Richtung des Einlasses **34** zu "fallen" oder sich von diesem abzusetzen. Die meisten weißen Blutzellen sammeln sich in der Fluidkammer **30** zwischen dem gesättigten Blutplättchenbett und dem Einlass **34**.

[0112] Rote Blutzellen in der Fluidkammer **30** setzen sich ebenfalls in Richtung des Fluidkammereinlasses **34** ab, wobei ein Teil der roten Blutzellen vorzugsweise die Fluidkammer **30** durch den Einlass **34** verlässt, während Blutkomponenten über den Einlass **34** in die Kammer **30** eindringen. Mit anderen Worten, an dem Fluidkammereinlass **34** kann eine Zweirichtungsströmung in die Fluidkammer **30** und aus dieser heraus auftreten.

[0113] Die Steuereinheit **89** steuert vorzugsweise die Pumpe **80** so, dass die Anzahl von roten Blutzellen, die sich in der Fluidkammer **30** ansammeln, begrenzt wird. Beispielsweise kann die Steuereinheit **89** den Fluss der Pumpe **80** vorübergehend umkehren, um zu veranlassen, dass rote Blutzellen und andere dichte Substanzen aus dem Fluidkammerauslass **34** gespült werden. Außerdem kann die Steuereinheit **89** die Pumpe **80** so laufen lassen, dass eine Ansammlung von relativ dünnen Komponenten wie etwa weißen Blutzellen stromaufseitig von der Barriere **62** ermöglicht wird.

[0114] Das in der Fluidkammer **30** gebildete gesättigte, fluidisierte Bett aus Blutplättchenpartikeln dient als Filter oder Barriere für die in die Fluidkammer **30**

strömenden weißen Blutzellen. Wenn Blutkomponenten in die Fluidkammer **30** strömen, geht Plasma ungehindert durch das Bett. Jedoch schafft das gesättigte, fluidisierte Blutplättchenbett eine wesentliche Barriere für weiße Blutzellen, die in die Fluidkammer **30** eintreten, und hält diese weißen Blutzellen in der Fluidkammer **30**. Somit filtert das Bett weiße Blutzellen wirksam aus den Blutkomponenten, die ständig in die Fluidkammer **30** eindringen, während zugelassen wird, dass Plasma und Blutplättchen, die aus dem gesättigten Bett freigesetzt werden, die Kammer **30** verlassen. Diese Auffrischung und Freisetzung von Blutplättchen wird als Selbstselektierungsqualität des Bettes bezeichnet. Im Wesentlichen alle dieser gefilterten weißen Blutzellen sammeln sich zwischen dem gesättigten, fluidisierten Blutplättchenbett und dem Einlass **34** in der Fluidkammer **30** an.

[0115] Die Partikelseparation oder -filtration des gesättigten, fluidisierten Partikelbettes beseitigt mehrere Einschränkungen, die mit der Elutriation im Stand der Technik verbunden sind. Beispielsweise können in einer kontinuierlichen, stetigen bzw. statischen Weise und ohne losweise Verarbeitung Partikel getrennt oder gefiltert werden. Außerdem ist kein zusätzliches Elutriationsfiltermedium erforderlich. Ferner können nach dem Herstellen des gesättigten, fluidisierten Partikelbettes Durchflüsse über einen Bereich verändert werden, ohne die Größe der Partikel, die die Fluidkammer **30** verlassen, zu verändern. Anders als die Elutriation im Stand der Technik richtet die vorliegende Erfindung ein gesättigtes Partikelbett ein, das aus zahlenmäßig vorherrschenden Partikeln besteht. Dieses Bett lässt die vorherrschenden Partikel automatisch durch, während größere Partikel zurückgewiesen werden.

[0116] Die Vorrichtung und das Verfahren der Erfindung trennen im Wesentlichen sämtliche der weißen Blutzellen von den Blutplättchen und dem Plasma, die durch die Fluidkammer **30** strömen. Die Barriere für die weißen Blutzellen wird wenigstens teilweise aus dem Grund geschaffen, dass weiße Blutzellen eine Größe und eine Absetzgeschwindigkeit besitzen, die größer sind als jene der Blutplättchen, die das gesättigte, fluidisierte Partikelbett bilden. Daher werden Partikel ähnlicher Dichten entsprechend den verschiedenen Größen oder Absetzgeschwindigkeiten getrennt.

[0117] Weil die anfängliche Trennung an der Barriere **62** und dem gesättigten, fluidisierten Bett eine Mehrzahl der roten Blutzellen und einen Teil der weißen Blutzellen entfernen, besteht das Fluid, das aus der Fluidkammer **30** austritt, hauptsächlich aus Plasma und Blutplättchen. Anders als ein herkömmliches poröses Filter, wo herausgefilterte weiße Blutzellen in dem Filter zurückgehalten werden, ermöglicht die vorliegende Erfindung, dass ein wesentlicher Anteil von weißen Blutzellen wiedergewonnen und zu dem

Spender zurückgeführt wird.

[0118] Wenn die Blutkomponenten zu Anfang in dem Fluidgefäß **28** getrennt werden, kann eine wesentliche Anzahl von Blutplättchen leicht aktiviert werden. Das gesättigte, fluidisierte Blutplättchenbett ermöglicht, dass weiße Blutzellen aus dem Plasma und den Blutplättchen trotz dieser leichten Aktivierung herausgefiltert werden. Folglich erfordert die vorliegende Erfindung keine Warteperiode, um weiße Blutzellen herauszufiltern, nachdem Blutkomponenten eine anfängliche Trennung in einem Trenngefäß **28** erfahren haben. Dies steht im Gegensatz zu Verfahren, die herkömmliche Filter verwenden.

[0119] Nach der Trennung werden die Blutplättchen und Plasma, die die Fluidkammer **30** verlassen, in geeigneten Behältern gesammelt und für eine spätere Verwendung gelagert. Die roten Blutzellen und das Plasma, die aus dem Gefäß **28** entfernt worden sind, können für eine Reinfusion in einen Spender oder für die Lagerung kombiniert werden. Alternativ können diese Komponenten durch die Vorrichtung **10** weiter getrennt werden.

[0120] Mit dem Abschluss einer Trennprozedur werden Blutplättchen in dem gesättigten, fluidisierten Bett geerntet, um eine wesentliche Anzahl von Blutplättchen aus der Fluidkammer **30** wiederzugewinnen. Während der Betternte erhöht die Steuereinheit **89** den Durchfluss und/oder senkt die Drehzahl des Rotors **12**, um Blutplättchen aus dem Bett freizusetzen. Dies spült die meisten der Blutplättchen, die das gesättigte, fluidisierte Bett gebildet haben, aus der Fluidkammer **30**, um den Blutplättchenertrag wesentlich zu erhöhen. Das Ernten wird fortgesetzt, bis im Wesentlichen alle Blutplättchen entfernt worden sind, und zwar gerade solange, bis eine unannehmbar Anzahl weißer Blutzellen aus der Fluidkammer **30** zu strömen beginnt.

[0121] Die restlichen Inhalte der Fluidkammer **30**, die eine hohe Konzentration an weißen Blutzellen besitzen, können für eine spätere Verwendung separat gesammelt oder zur Rückführung an einen Spender mit den aus dem Gefäß **28** entfernten Blutkomponenten rekombiniert werden.

[0122] Obwohl die Vorrichtung und das Verfahren der Erfindung hinsichtlich des Entferns weißer Blutzellen und des Sammelns von Blutplättchen beschrieben worden ist, ist diese Beschreibung nicht als Einschränkung des Umfangs der Erfindung aufzufassen. Die Erfindung kann verwendet werden, um irgendwelche der Partikelkomponenten von Blut voneinander zu trennen. Beispielsweise kann das gesättigte, fluidisierte Bett aus roten Blutzellen gebildet sein, um den Fluss von weißen Blutzellen durch die Fluidkammer **22** zu verhindern, solange die roten Blutzellen nicht übermäßig zur Rouleau- oder Geld-

rollenbildung neigen (zusammenballen). Alternativ kann die Flüssigkeit zum Transportieren der Partikel Salzlösung oder ein anderes Substitut für Plasma sein. Außerdem kann die Erfindung praktiziert werden, um weiße Blutzellen oder andere Komponenten aus einer Knochenmarkernten-Sammlung oder einer im Anschluss an eine Geburt geernteten Nabelschnur-Zellensammlung zu entfernen. Ein weiterer Aspekt der Erfindung kann zum Sammeln von T-Zellen, Stammzellen oder Tumorzellen praktiziert werden. Ferner könnte die Erfindung durch Herausfiltern oder Heraustrennen von Partikeln aus Fluiden, die nicht mit Blut oder biologisch verwandten Substanzen zusammenhängen, praktiziert werden.

[0123] Fachleuten auf dem Gebiet wird offenbar werden, dass an der Struktur und der Methodik der vorliegenden Erfindung verschiedene Abänderungen und Abwandlungen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann die Fluidkammer der Erfindung in einem Trennprozess verwendet werden, der die Elutrierung oder ein anderes Partikeltrennmittel beinhaltet, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Die Erfindung in ihrem weitesten Sinne kann auch dazu verwendet werden, viele verschiedene Typen von Partikeln und/oder Komponenten voneinander zu trennen. Außerdem können die oben erwähnten Trenngefäße **28**, **28a** und **28b** im Wesentlichen bandförmig sein und den Einlassabschnitt und den Auslassabschnitt an getrennten Enden, die voneinander beabstandet sind, aufweisen, ohne dass der Einlassabschnitt direkt mit dem Auslassabschnitt verbunden ist, um im Allgemeinen die Form eines Rings zu bilden. Folglich ist die Erfindung nicht auf die in dieser Patentbeschreibung besprochenen Beispiele begrenzt. Stattdessen soll die Erfindung Abänderungen und Abwandlungen abdecken, vorausgesetzt, dass diese im Umfang der folgenden Ansprüche liegen.

Patentansprüche

1. Zentrifugentrennvorrichtung, die umfasst:
einen Zentrifugenrotor (**12**), der so konfiguriert ist, dass er durch einen Motor um eine Drehachse gedreht wird;
eine Rückhalteeinrichtung (**16**) an dem Zentrifugenrotor; und
ein Trenngefäß in der Rückhalteeinrichtung, wobei das Gefäß umfasst:
einen Einlassabschnitt (**48**), der einen Einlassanschluss (**54**) aufweist, um dem Gefäß ein Fluid zuzuführen, das in Komponenten getrennt werden soll, einen Auslassabschnitt (**50**) mit:
einer Barriere (**62**), um den Durchgang wenigstens einer der getrennten Komponenten des Fluids im Wesentlichen zu blockieren,
wenigstens einem Sammelanschluss (**56**, **58**, **60**) zwischen der Barriere und dem Einlassabschnitt des Gefäßes, um wenigstens die blockierte Komponente

des Fluids aus dem Gefäß zu entfernen, und einem ersten Durchlass (64) für eine Komponente des Fluids mit verhältnismäßig geringer Dichte und einen zweiten Durchlass (66) für eine Komponente des Fluids mit verhältnismäßig hoher Dichte, wobei sich die Barriere (62) zwischen dem ersten und dem zweiten Durchlass und der erste Durchlass (64) näher bei der Drehachse als der zweite Durchlass (66) befinden, und einen Strömungsweg (46), der sich zwischen dem Einlassabschnitt und dem Auslassabschnitt erstreckt, und gekennzeichnet durch eine Einfangsperr (70) zwischen dem Sammelanschluss (56, 58, 60) und dem Einlassanschluss (48), wobei sich die Einfangsperr von der Drehachse weg erstreckt, um einen Teil einer Substanz mit geringer Dichte längs eines inneren Abschnitts des Gefäßes einzufangen.

2. Zentrifugentrennvorrichtung nach Anspruch 1, bei der wenigstens ein Teil des Gefäßes aus einem halbstarren Material und/oder einem flexiblen Material gebildet ist und bei der die Rückhalteeinrichtung eine von der Drehachse beabstandete Innenwand und eine weiter als die Innenwand von der Drehachse beabstandete Außenwand aufweist, wobei die Innen- und die Außenwand zwischen sich eine Nut für die Aufnahme des Gefäßes definieren, wobei die Innenwand der Rückhalteeinrichtung einen Steg aufweist, der sich zu der Außenwand erstreckt, wobei der Steg das Gefäß verformt, um die Einfangsperr in dem Gefäß zu bilden.

3. Zentrifugentrennvorrichtung nach Anspruch 1, bei der wenigstens der Auslassabschnitt des Gefäßes aus einem halbstarren Material und/oder einem flexiblen Material gebildet ist und bei der die Rückhalteeinrichtung eine von der Drehachse beabstandete Innenwand und eine weiter als die Innenwand der Rückhalteeinrichtung von der Drehachse beabstandete Außenwand aufweist, wobei die Innen- und die Außenwand zwischen sich eine Nut definieren, die das Gefäß aufnimmt, wobei die Vorrichtung ferner umfasst: einen ersten Steg, der sich entweder von der Innenwand oder von der Außenwand erstreckt, und einen zweiten Steg, der sich von der jeweils anderen der Innenwand und der Außenwand erstreckt, wobei sich der erste und der zweite Steg einander kreuzen und der erste Steg sich über dem zweiten Steg befindet, wobei der erste und der zweite Steg das Gefäß verformen, um die Barriere zu bilden.

4. Zentrifugentrennvorrichtung nach Anspruch 1, bei der wenigstens der Auslassabschnitt des Gefäßes aus einem halbstarren Material und/oder einem flexiblen Material gebildet ist und bei der die Rückhalteeinrichtung eine von der Drehachse beabstandete Innenwand und eine weiter als die Innenwand der Rückhalteeinrichtung von der Drehachse beabstan-

dete Außenwand aufweist, wobei die Innen- und die Außenwand zwischen sich eine Nut definieren, um das Gefäß aufzunehmen, wobei die Vorrichtung ferner umfasst:

einen ersten Träger zwischen dem Gefäß und der Innenwand der Rückhalteeinrichtung und einen zweiten Träger zwischen dem Gefäß und der Außenwand der Rückhalteeinrichtung, wobei der erste und der zweite Träger das Gefäß verformen, um die Barriere zu bilden.

5. Zentrifugentrennvorrichtung nach Anspruch 1, bei der der Auslassabschnitt des Gefäßes eine erste Wand, die der Drehachse zugewandt ist, und eine zweite Wand, die von der Innenwand beabstandet ist, um dazwischen einen Strömungsweg zu definieren, umfasst, wobei der Auslassabschnitt wenigstens einen dicht geschlossenen Abschnitt aufweist, wobei die erste Wand und die zweite Wand dicht zusammengefügt sind, wobei sich der dicht geschlossene Abschnitt zwischen einer Oberkante und einer Unterkante des Gefäßes befindet, um den ersten und den zweiten Durchlass zu bilden.

6. Zentrifugentrennvorrichtung nach Anspruch 1, die ferner eine Fluidkammer an dem Rotor aufweist, um Komponenten des Fluids, die zunächst im Gefäß getrennt wurden, zu trennen, wobei die Fluidkammer einen Fluidkammereinlass, der mit dem Sammelanschluss in einer Fluidverbindung steht, einen Fluidkammerauslass und eine Fluidkammerwand, die sich zwischen dem Fluidkammereinlass und dem Fluidkammerauslass erstreckt und diese definiert, umfasst, wobei die Fluidkammerwand eine innere Oberfläche besitzt, die einen Innenraum definiert, der an einer Position zwischen dem Fluidkammereinlass und dem Fluidkammerauslass eine maximale Querschnittsfläche besitzt, wobei der Innenraum von der Position der maximalen Querschnittsfläche zu dem Fluidkammereinlass zusammenläuft und von der Position der maximalen Querschnittsfläche zu dem Fluidkammerauslass zusammenläuft.

7. Verfahren zum Trennen von Komponenten eines Fluids, das umfasst:

Einleiten eines Anfangsfluids in ein Gefäß, wobei das Gefäß einen Strömungsdurchlass mit einer Einfangsperr (70) und einer Barriere (62) definiert, wobei die Einfangsperr sich von der Drehachse weg erstreckt; Drehen des Gefäßes um die Drehachse, um einen Teil des Anfangsfluids stromaufseitig von der Einfangsperr einzufangen;

Schicken eines zu trennenden Fluids in das Gefäß; Zulassen, dass sich die Komponenten des Fluids in dem Gefäß entsprechend der Dichteunterschiede trennen;

Akkumulieren einer Komponente mit relativ mittlerer Dichte des Fluids stromaufseitig von der Barriere, während den Komponenten mit relativ höherer und relativ niedrigerer Dichte des Fluids erlaubt wird,

durch die Barriere hindurch zu strömen;
Leiten der Strömung der Komponente mit mittlerer Dichte zusammen mit dem eingefangenen Anfangsfluid zu der Barriere; und
Entfernen der akkumulierten Komponente mit mittlerer Dichte aus dem Gefäß.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das ferner das Ersetzen wenigstens eines Teils des eingefangenen Teils des Anfangsfluids durch eine Komponente mit relativ niedriger Dichte des getrennten Fluids umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, bei dem das Fluid des Durchlassschrittes Blutkomponenten umfasst.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

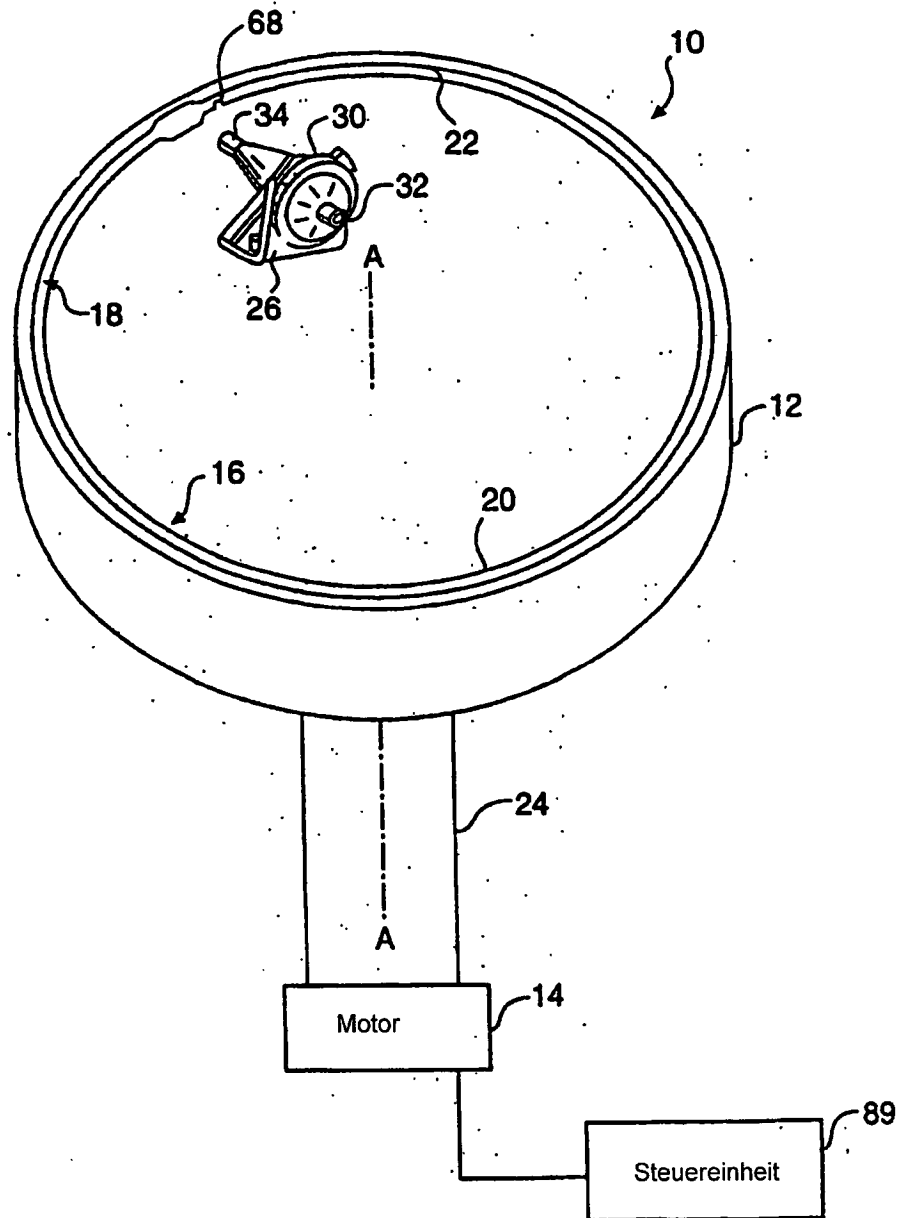


FIG. 1

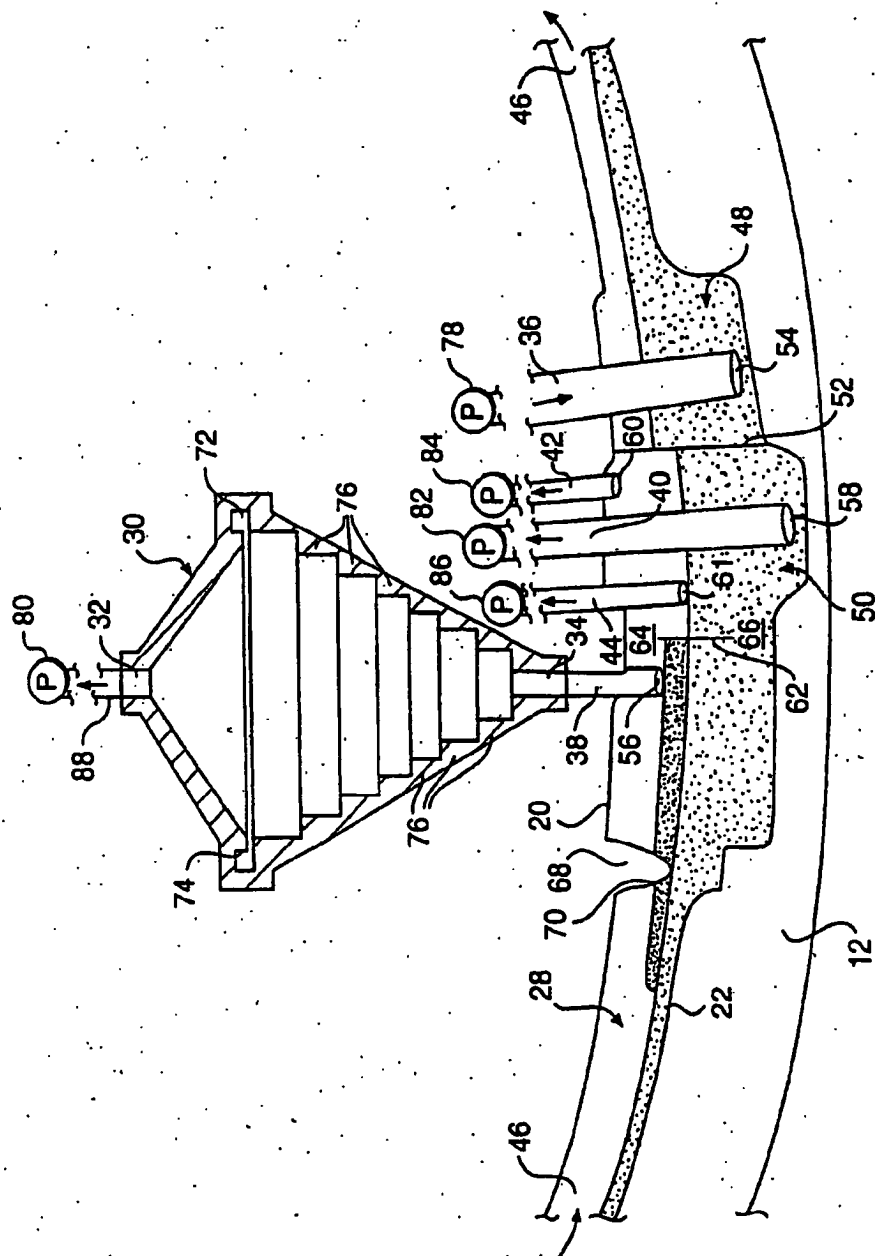


FIG. 2

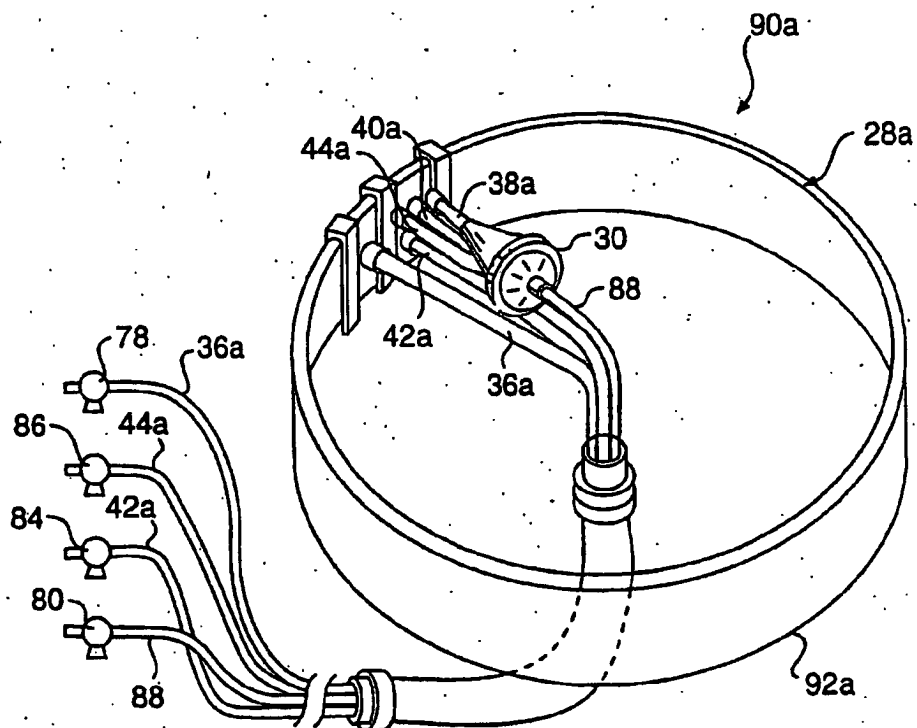


FIG. 3

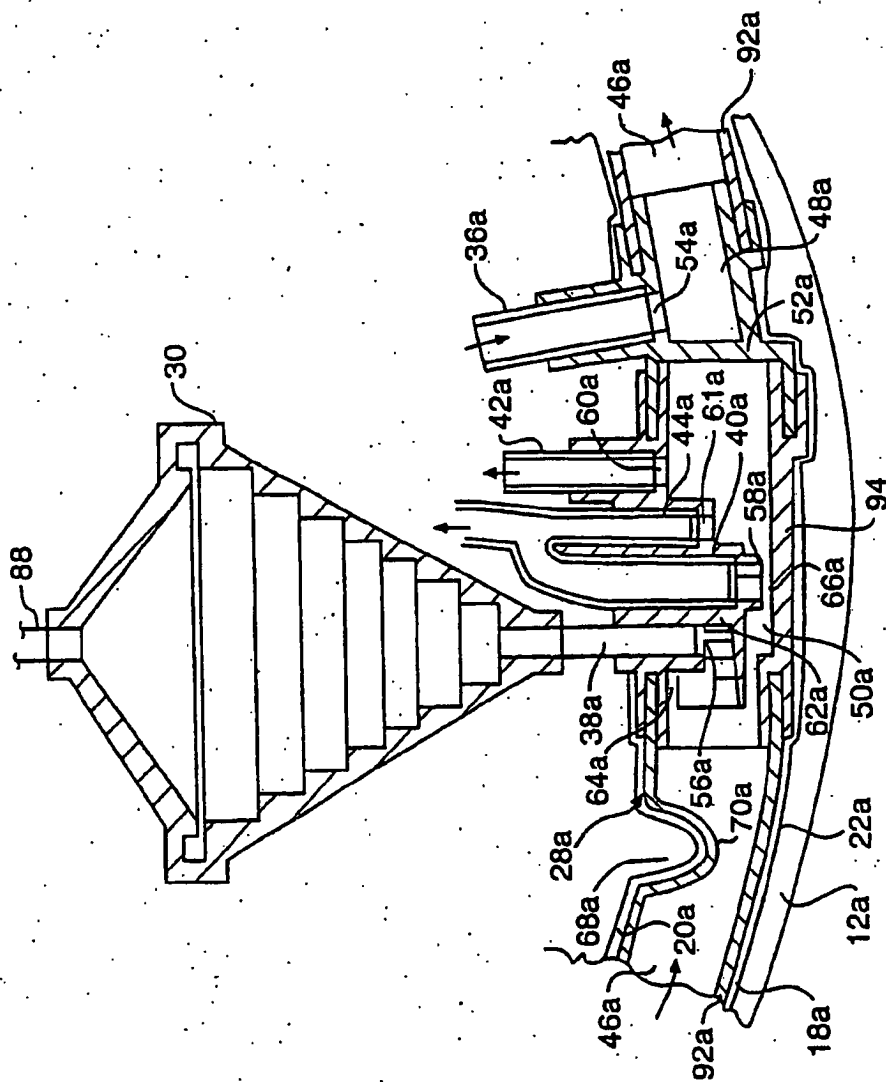


FIG. 4

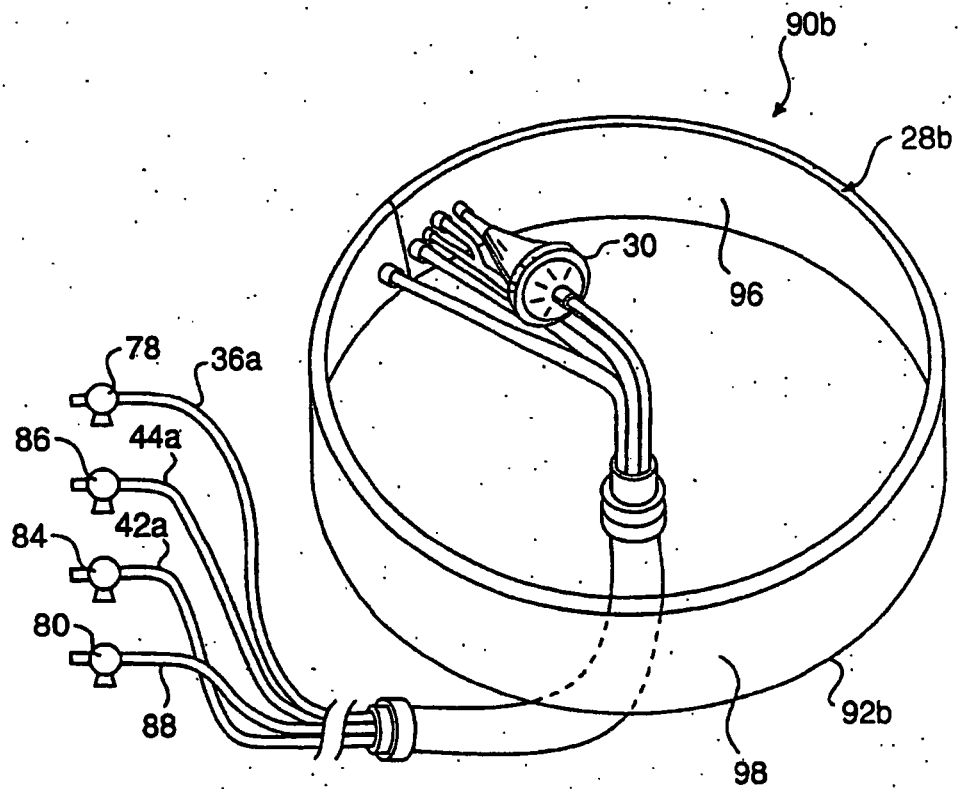


FIG. 5

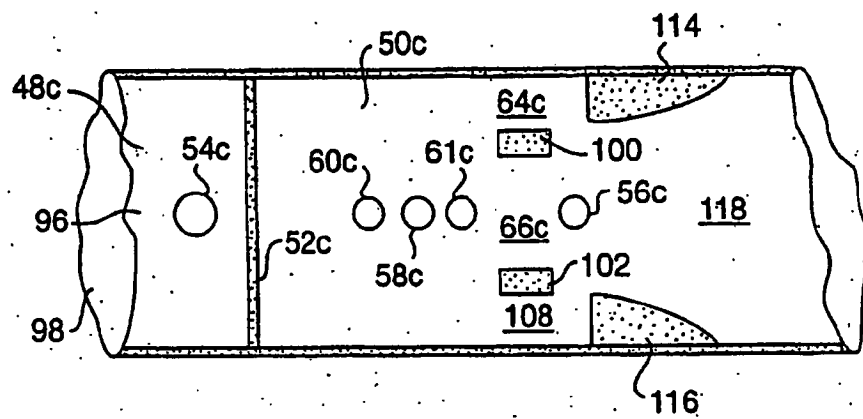


FIG. 6

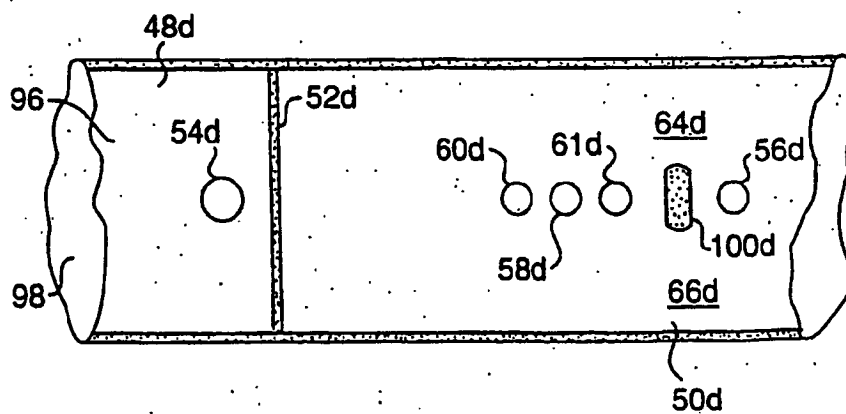


FIG. 9

FIG. 7

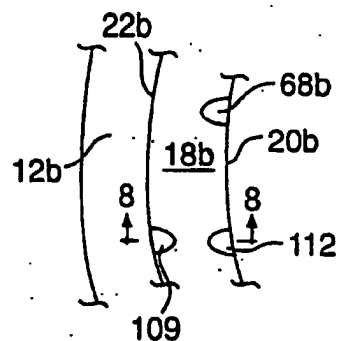


FIG. 8a

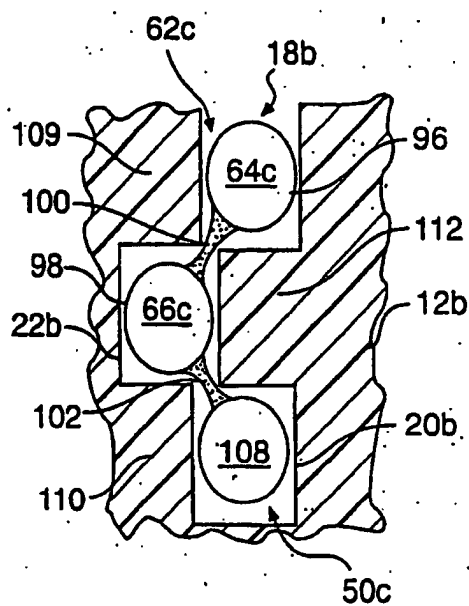
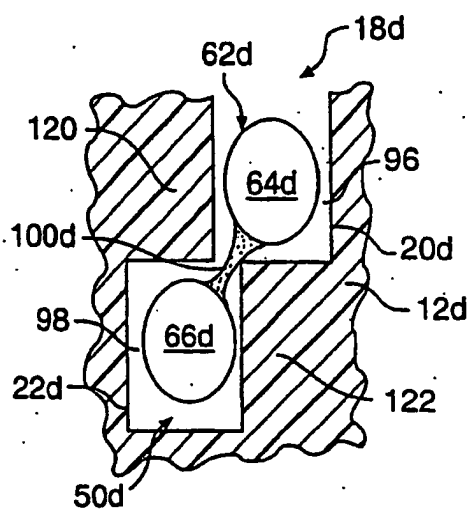


FIG. 8b



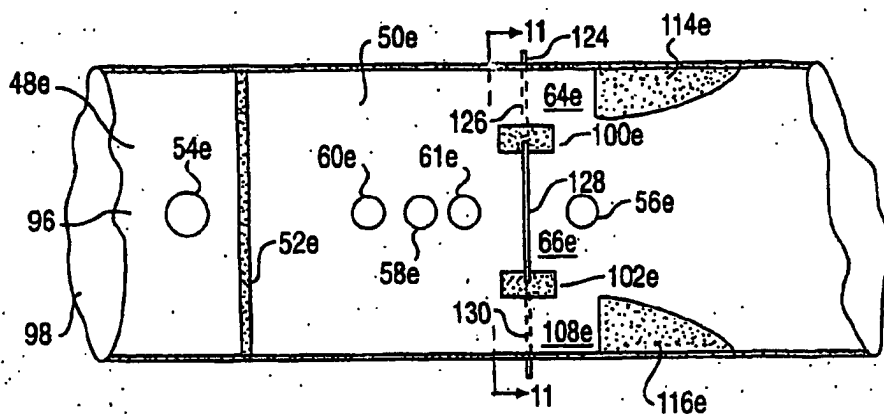


FIG. 10

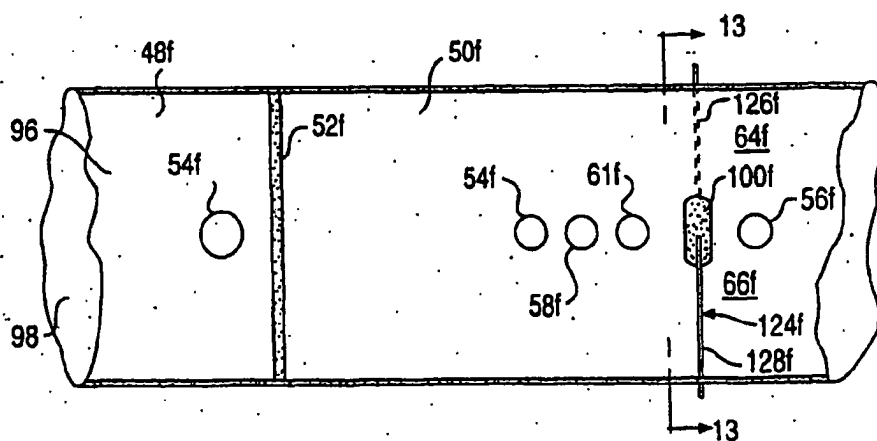


FIG. 12

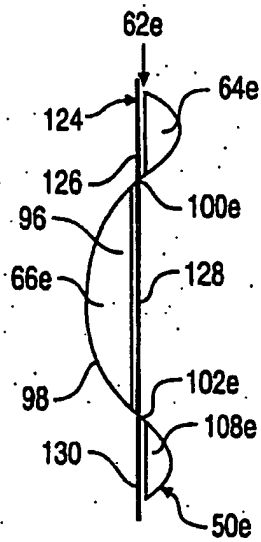


FIG. 11

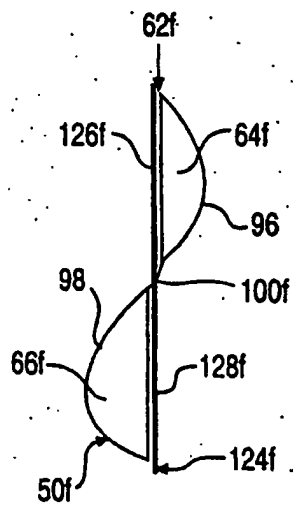


FIG. 13