

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 82100181.5

(51) Int. Cl.³: **B 01 L 3/14**

(22) Anmeldetag: 13.01.82

(30) Priorität: 21.01.81 DE 3101733

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.07.82 Patentblatt 82/30

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **Ballies, Uwe Werner, Dr.**
Jägersberg 7 - 9
D-2300 Kiel(DE)

(72) Erfinder: **Ballies, Uwe Werner, Dr.**
Jägersberg 7 - 9
D-2300 Kiel(DE)

(74) Vertreter: **UEXKÜLL & STOLBERG Patentanwälte**
Beselerstrasse 4
D-2000 Hamburg 52(DE)

(54) Trennröhrchen für die Zentrifugaltrennung.

(57) Es wird ein Trennröhrchen (2) aus vorzugsweise Kunststoff für die Zentrifugaltrennung einer mindestens zwei Komponenten enthaltenden Flüssigkeit, vorzugsweise Blut, geschaffen, in welchem ein asymmetrisch geformtes Trennelement (6) zur Trennung der beiden Komponenten dient. Das Trennelement (6) hat ein spezifisches Gewicht, das zwischen dem Gewicht der beiden zu trennenden Komponenten liegt. Durch die asymmetrische Formgebung liegt der Schwerpunkt (S) des Trennelements (6) in bezug auf die Achse (M) des Trennröhrchens (2) exzentrisch, so daß das Trennelement (6) beim Zentrifugieren gedreht bzw. gekippt wird. Dabei bildet sich mindestens ein Spalt (f), durch den eine der beiden Komponenten an die Oberseite des Trennelements (6) gelangt. Am Ende des Zentrifugiervorganges dreht der Auftrieb der schwereren Komponente das Trennelement (6) wieder in seine ursprüngliche Lage, in der es das Trennröhrchen (2) absperrt. Figur 4 ist zur Veröffentlichung mit der Zusammenfassung bestimmt.

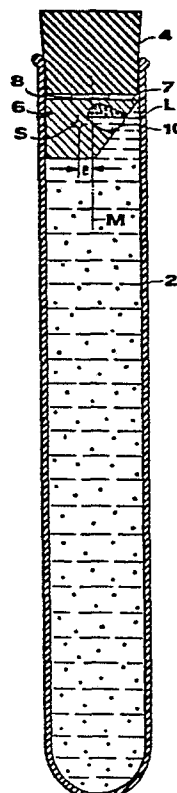


Fig. 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Trennröhrchen für die Zentrifugaltrennung einer mindestens zwei Komponenten enthaltenden Flüssigkeit, in welchem ein Trennelement mit Deckfläche und Bodenfläche angeordnet ist, das aus elastischem Material, vorzugsweise aus unelastischem Kunststoff besteht, dessen spezifisches Gewicht zwischen denen der zu trennenden Komponenten liegt und das im Ruhezustand den Querschnitt des Trennröhrchens absperrt.

Ein derartiges Trennröhrchen ist bereits aus der DE-OS 27 11 336 bekannt, bei dem ein im wesentlichen zylinderförmiges Trennelement aus Polystyrol in einem Trennröhrchen aus Kunststoff angeordnet ist. Beim Zentrifugieren weitet sich der Durchmesser des Trennröhrchens durch Stauchung etwas auf, während sich das aus hartem Kunststoff bestehende Trennelement in seiner Form nicht verändert. Dadurch entsteht ein Ringspalt zwischen dem Trennelement und der Innenwand des Trennröhrchens, so daß das Trennelement unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft in Richtung zum Boden des Trennröhrchens bewegt wird. Die leichtere Komponente tritt durch den Ringspalt in den Raum über dem Trennelement, das sich auf der schwereren Komponente absetzt. Nach Beendigung des Zentrifugierens legt sich die Innenwand des Trennröhrchens wieder eng an das

Trennelement und verschließt den Ringspalt, so daß eine vollständige Trennung der beiden Komponenten erreicht ist und beibehalten wird.

Ein Nachteil des bekannten Trennröhrchens liegt darin, daß dieses nicht aus einem Werkstoff gefertigt sein darf, der sich beim Zentrifugieren nicht in radialer Richtung aufweitet, so daß Glasröhrchen hierfür ausscheiden.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, das bekannte Trennröhrchen dahingehend zu verbessern, daß beim Zentrifugieren auch dann ein Spalt zwischen Trennelement und Trennröhrchenwand entsteht, wenn letzteres aus einem sich nicht aufweitenden Material hergestellt ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe dient ein Trennröhrchen der eingangs erwähnten Art, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß der Schwerpunkt des Trennelements in bezug auf seine Achse exzentrisch angeordnet ist und daß das Trennelement aufgrund seiner Form lediglich während des Zentrifugierens derart im Trennröhrchen verkipptbar ist, daß ein Spalt zwischen dem größten Umfang des Trennelements und der Innenwand des Trennröhrchens entsteht.

Dadurch wird erreicht, daß sich das Trennelement während des Zentrifugierens im Trennröhrchen verkippt und damit

einen Spalt bildet, durch den die leichtere Komponente von der Unterseite des Trennelements zu dessen Oberseite gelangen kann.

Vorzugsweise hat das Trennelement die Form eines unsymmetrischen Kegelstumpfs, dessen größter Durchmesser D_1 doppelt so groß wie sein kleinster Durchmesser D_2 ist, und wobei eine sowohl auf dem größten Durchmesser D_1 als auch auf dem kleinsten Durchmesser D_2 senkrecht stehende Erzeugende des Trennelements die beiden Durchmesser D_1 und D_2 verbindet. Ein derartiges Trennelement ist im Querschnitt bzw. in der Ansicht trapezförmig. Der Schwerpunkt des Trennelementes liegt bezüglich der Achse des Trennröhrchens exzentrisch, so daß das Trennelement beim Zentrifugieren derart gekippt wird, daß der Schwerpunkt zur Mittelachse M des Trennröhrchens wandert. Dabei berührt das Trennelement mit zwei diametral gegenüberliegenden Punkten die Innenwand des Trennröhrchens und bildet zwei halbmondförmige Spalte für den Durchtritt der abzutrennenden Komponente. Ein Überkippen des Trennelements wird dadurch verhindert, daß in einer Extremstellung ein Punkt der Bodenfläche die Wand des Trennröhrchens berührt.

In einer anderen Ausführung der Erfindung hat das Trennelement die Form eines Zylinderabschnitts mit kreisförmig-

ger Deckfläche, die senkrecht zur Erzeugenden des Zylinderabschnitts verläuft und im Ruhezustand den Durchmesser des Trennröhrchens absperrt. Der Zylinderabschnitt hat einen kleineren Umfang als ein Halbkreis, so daß das Trennelement beim Zentrifugieren kippen kann.

Vorzugsweise ist die Unterseite der Deckfläche zur Bodenfläche des Trennelementes hin abgeschrägt, so daß keine Luft unter dem Trennelement eingeschlossen bleibt.

Um ein Überkippen des Trennelements zu verhindern, ist an der Unterseite der freien Deckfläche eine Trennwand vorgesehen, die eine in der Ruhestellung des Trennelements im Winkel zur Wand des Trennröhrchens verlaufende Kante aufweist. In einer Extremstellung des Trennelementes berührt diese Kante der Trennwand die Wand des Trennröhrchens und verhindert eine weitere Kipp- oder Drehbewegung.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Trennelement kegelförmig mit kugelschalenförmiger Bodenfläche, wobei die Höhe des an die Kugelschalenfläche ansetzenden Kegels kleiner als der halbe Durchmesser des Trennröhrchens ist. Zeigt der Kegel beim Zentrifugieren nach oben, so liegt der Schwerpunkt oberhalb des größten Durchmessers des Trennelementes und dieses hat

dadurch eine instabile Lage, so daß es sich umdrehen und die Kegelspitze nach unten bringen wird.

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das Trennelement über eine Sollbruchstelle an eine Kolbenstange angeformt, so daß es sich vor dem Zentrifugieren wie ein Spritzenkolben verwenden läßt. Nach dem Aufziehen der Spritze wird die Kolbenstange abgebrochen, wozu bei kegelförmigem Trennelement zusätzlich zwei im Abstand zueinander angeordnete Ringwülste an der Innenwand des Trennröhrchens, und zwar in der Nähe von dessen oberem Ende angeformt sind. Diese Ringwülste bilden ein Gegenlager zum Abbrechen der Kolbenstange. In anderen Ausführungen bildet die Wand des Trennröhrchens dieses Gegenlager.

Unterstützt wird das Kippen bzw. die Drehbewegung des Trennelementes noch dadurch, daß in besonders bevorzugten Ausführungsformen jeweils mindestens eine Auftriebskammer vorgesehen ist, die vor dem Zentrifugieren in der Ruhestellung des Trennelementes Luft einschließt.

Vorzugsweise ist die Auftriebskammer in einem dem Schwerpunkt diametral gegenüberliegenden Bereich angeordnet, so daß die Auftriebskraft die Wirkung der im Schwerpunkt angreifenden Zentrifugalkraft bei der Drehung des Trennelementes unterstützt.

Die Neigung der Auftriebskammerwand ist so gewählt, daß im Ruhezustand zwar Luft einschließbar ist, diese jedoch beim Zentrifugieren zur Gänze aus der Auftriebskammer austritt, damit nach dem Zentrifugieren keine Luft im Bereich der Trennschicht der beiden Komponenten vorhanden ist und diese nachteilig beeinflußt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Figurenbeschreibung.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Figuren näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels vor dem Zentrifugieren;

Fig. 2 eine Schnittansicht gemäß Fig. 1 während des Zentrifugierens;

Fig. 3 eine Schnittansicht gemäß Fig. 1 nach dem Zentrifugieren;

Fig. 4 eine Schnittansicht gemäß Fig. 1 zur Darstellung des Bewegungsablaufs beim Übergang aus der Ruhestellung gemäß Fig. 1 in die Endstellung gemäß Fig. 3;

Fig. 5 die Lage des Trennröhrchens gemäß Fig. 1 vor dem Zentrifugieren;

Fig. 6 die Lage des Trennröhrchens und des Trennelements während des Zentrifugierens;

Fig. 7 die Lage des Trennröhrchens und des Trennelementes am Ende des Zentrifugierens;

Fig. 8 eine perspektivische Ansicht des Trennelements gemäß den Fig. 1 bis 7 ohne Auftriebskammer;

Fig. 9 eine Schnittansicht des an eine Kolbenstange angeformten Trennelementes gemäß Fig. 8;

Fig. 10 eine weitere Ausführung des Trennelementes gemäß den Fig. 1 bis 9;

Fig. 11 eine Schnittansicht des von der Kolbenstange abgebrochenen Trennelements gemäß Fig. 10;

Fig. 12 eine weitere Ausführung eines Trennelements in perspektivischer Darstellung;

Fig. 13 eine Schnittansicht des Trennelements gemäß Fig. 12;

Fig. 14 eine Schnittansicht einer anderen Ausführung
des an eine Kolbenstange angeformten Trennelements;

Fig. 15 das von der Kolbenstange abgebrochene Trennelement
gemäß Fig. 14 nach dem Zentrifugieren; und

Fig. 16 eine perspektivische Ansicht des Trennelements
gemäß Fig. 14 und 15.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen eine Ausführung eines Trennelements 6 während einzelner Phasen des Zentrifugierens. Ein Trennröhrchen 2 ist in den Figuren in horizontaler Lage dargestellt, wie sie häufig in Zentrifugen eingenommen wird. Das Trennröhrchen 2 besteht beispielsweise aus Kunststoff oder aus Glas und ist zu Beginn mit einem Verschlußstopfen 4 verschlossen, wobei an der Unterseite des Verschlußstopfens 4 über ein Verbindungselement 8 ein Trennelement 6 in Form eines asymmetrischen Körpers mit exzentrischem Schwerpunkt S angebracht ist. Die beiden zu trennenden Komponenten oder Phasen sind durch Striche bzw. Punkte wiedergegeben, wobei mit den Strichen die flüssige Phase und mit den Punkten eine darin dispergierte schwerere, beispielsweise feste Phase angedeutet ist. Das Verbindungselement 8 ist beispielsweise eine Klebeschicht, deren Bindung mit dem Trennelement 6 durch die Wirkung der Zentrifugalkraft aufgebrochen wird. Das in den Figuren 1 bis 9 dargestellte Trennelement 6

weist eine kreisförmige Deckfläche 7 und eine ebenfalls kreisförmige Bodenfläche 5 auf, die in zueinander parallelen Ebenen liegen. Die kreisförmige Deckfläche 7 hat den gleichen Außendurchmesser D_1 wie der Innendurchmesser des Trennröhrchens 2, während der Durchmesser D_2 der Bodenfläche 5 halb so groß wie der Deckflächen-Durchmesser D_1 ist. Der Abstand der Bodenfläche 5 von der Deckfläche 7 entspricht der Höhe des Trennelements 6, das im Schnitt die Form eines rechtwinkligen Trapezes hat. Im Ruhezustand gemäß Fig. 1 liegt eine Erzeugende des Trennelements 6 an der Wand des Trennröhrchens 2 an, während die diametral gegenüberliegende Erzeugende, die die Deckfläche 7 mit der Bodenfläche 5 verbindet, von der Innenwand des Trennröhrchens 2 zur Trennröhrchenachse M verläuft. Durch die Formgebung des Trennelements 6 liegt dessen Schwerpunkt S nicht in der Trennröhrchenachse M, sondern ist bezüglich dieser um den Betrag e exzentrisch angeordnet.

Das in Fig. 1 dargestellte Trennelement weist ferner in seiner dem Schwerpunkt S gegenüberliegenden Hälfte mindestens eine Auftriebskammer 10 auf, die im Ruhezustand gemäß Fig. 1 Luft L einschließt.

Fig. 2 zeigt den Zustand, der sich nach gewisser Einwirkungszeit der Zentrifugalkraft einstellt, wobei sich

das Trennelement 6 von dem Verbindungselement 8 gelöst hat und bereits eine teilweise Trennung der beiden Phasen durch den Spalt f zwischen dem Trennelement 6 und der Röhrenwand durch Verkippen des Trennelements erfolgt ist. Dieses Verkippen oder Drehen des Trennelements 6 wird dadurch erreicht, daß einerseits die im Schwerpunkt S angreifende Zentrifugalkraft den Schwerpunkt S in die Trennröhrenachse M zu drehen versucht. Die Drehbewegung ist durch den Pfeil A angedeutet. Gleichzeitig wirkt eine in der Auftriebskammer 10 angreifende Auftriebskraft in entgegengesetzter Richtung zur Wirkung der Zentrifugalkraft, so daß ein Drehzwilling entsteht, der die Drehbewegung des Trennelements 6 in Richtung des Pfeils A unterstützt. Beim Drehen oder Kippen stützt sich das Trennelement 6 an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten an der Innenwand des Trennröhrchens 2 ab, die am Umfang der Deckfläche 7 in der durch die Trennröhrenachse M verlaufenden Normalebene auf die Schnitt- bzw. Zeichenebene liegen.

Beim weiteren Zentrifugieren tritt die flüssige Phase an dem Trennelement 6 vorbei, welches in Richtung auf den Röhrenboden gleitet und gemäß Fig. 3 schließlich auf der schwereren Phase schwimmt und durch den Auftrieb beim Eintauchen in die schwerere Phase wieder in die Ausgangsstellung zurückgedreht wird, in der es den Durch-

messer des Trennröhrchens 2 absperirt. Die in der Auftriebskammer 10 vor dem Zentrifugieren eingeschlossene Luft L ist während des Zentrifugierens vollständig ausgetreten, so daß in der Endstellung gemäß Fig. 3 keine Kraft der rückstellenden Auftriebskraft der schwereren Phase entgegenwirkt. Außerdem ist keine Luft in der Auftriebskammer 10 eingeschlossen, die die schwerere Phase in nachteiliger Weise beeinflussen könnte.

Das Trennelement 6 kann aus beliebigem Werkstoff, insbesondere Kunststoff hergestellt sein. Es kann massiv, hohl oder mit Zusatzgewichten angefüllt sein. Die Auftriebskammer 10 kann zum Umfang des Trennelementes 6 hin offen sein. In einer anderen Ausführung ist die Auftriebskammer geschlossen und enthält ein Granulat als zusätzlichen Auftriebskörper. Bei der Trennung von Blut wird vorzugsweise ein Trennelement aus glashartem, leichtem Kunststoff, beispielsweise aus Polystyrol verwendet, das ein spezifisches Gewicht von $\sim 1,045$ besitzt, also leichter ist als die Erythrozytenschicht mit einem spezifischen Gewicht von $\sim 1,09$ und etwas schwerer als die Plasma- bzw. Serumschicht, deren spezifisches Gewicht $< 1,04$ bis $1,045$ beträgt.

Fig. 4 veranschaulicht die Wirkung und Anordnung der Auftriebskammer 10 anhand von fünf Stellungen des Trenn-

elements 6 während des Zentrifugierens, die aus Gründen der Übersichtlichkeit übereinander in einem Trennröhrchen 2 dargestellt sind. Dabei ist in der Figur eine Normale N auf das Trennröhrchen 2 bzw. auf die Trennröhrchenachse M angenommen, bezüglich der einerseits der Winkel der Kammerwandneigung α_{I-V} und der Deckflächenneigung β_{I-V} angegeben ist.

In der Ausgangs- bzw. Ruhestellung gemäß Fig. 4I hängt das Trennelement 6 mittels des Verbindungselements 8 am Verschlußstopfen 4. Seine Deckfläche 7 liegt dabei parallel zur Normalen N des Trennröhrchens 2, so daß die Deckflächenneigung β_I in Bezug auf die Normale N 0° ist. Die Auftriebskammer 10 ist mit Luft L_I gefüllt. Ferner befindet sich Flüssigkeit W_I teilweise ebenfalls in der Auftriebskammer 10, und zwar wird die Lage des Flüssigkeitsspiegels durch die in Fig. 4I rechte obere Kante der Auftriebskammer 10 festgelegt. Die Auftriebskammer 10 ist so geformt, daß sie bei der Formung nach rechts schräg entformt werden kann. Hierzu muß die Kammeröffnung mindestens den gleichen Durchmesser wie die übrige Kammer haben, um einen ungeteilten Formkörper verwenden zu können. Bei einer Auftriebskammer mit kleinerer Kammeröffnung als Kammerinnendurchmesser ist es erforderlich, einen geteilten Formkörper bei der Herstellung des Trennelements zu verwenden.

Fig. 4II zeigt die Lage des Trennelements 6 nach dem Beginn des Zentrifugierens, wobei ein Spalt f_{II} durch Drehung in Richtung des Pfeils A_{II} entstanden ist. In Fig. 4II ist dies eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn. Ein Teil der in der Auftriebskammer 10 eingeschlossenen Luft L_{II} kann nun durch den Spalt f_{II} austreten, während Flüssigkeit W_{II} in die Auftriebskammer 10 nachfließt. Die Kammerwandneigung α_{II} ist hierbei kleiner als in Fig. 4I, während sich die Deckflächenneigung β_{II} vergrößert hat.

In Fig. 4III ist das Trennelement 6 durch Verschwenken in Richtung des Pfeils A_{III} so weit gedreht, daß die Kammerwandneigung in einen negativen Bereich bezüglich der Normalen N gelangt ist. Die in die Auftriebskammer 10 nachfließende Flüssigkeit W_{III} hat dabei die gesamte Luft L_{III} verdrängt und der bisherige Auftrieb durch die Luft L in der rechten Hälfte des Trennelements 6 fällt weg. In dieser Lage ist die Deckflächenneigung β_{III} am größten, während die Kammerwandneigung α_{III} ihren größten, negativen Wert von beispielsweise 5 bis 20° , vorzugsweise 10° hat.

Bei weiterer Abwärtsbewegung des Trennelements 6 im Trennröhrchen 2 gemäß Fig. 4IV wirkt eine durch das Eintauchen in die schwerere Phase hervorgerufene Auftriebs-

kraft B der Drehrichtung des Pfeiles A_{III} entgegen, so daß eine Rückdrehung des Trennelements 6 in Richtung des Pfeils A_{IV} und damit eine Verkleinerung des Spaltes f_{IV} erfolgt. Die Kammerwandneigung α_{IV} gelangt wieder in den positiven Bereich, also unter die Normale N , während sich die Deckflächenneigung β_{IV} wieder verkleinert.

In der Endstellung gemäß Fig. 4V schwimmt das Trennelement 6 auf der schwereren Phase auf und hat das Trennröhrchen 2 wieder verschlossen. Die Deckfläche 7 liegt wieder parallel zur Normalen N , so daß die Deckflächenneigung $\beta_V=0$ ist. Die Kammerwandneigung α_V hat wieder ihren Maximalwert und es gilt $\alpha_V = \alpha_I$. Die Auftriebskammer 10 ist jetzt vollständig von Luft befreit und zum Gänze mit Flüssigkeit W_V gefüllt, die die schwerere Phase darstellt.

Die Figuren 5 bis 7 zeigen die absolute Lage des Trennröhrchens 2 in einer Zentrifuge, wobei wiederum gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind.

Fig. 5 zeigt das eingehängte Trennröhrchen 2 vor dem Zentrifugieren, wobei die Achse der Zentrifuge mit C bezeichnet ist. Die Geschwindigkeit der Zentrifuge $v_I=0$.

Fig. 6 zeigt das Trennröhrchen 2 während des Zentrifugierens mit Umlaufgeschwindigkeiten v_{II-IV} , was den Trennelementstellungen II-IV in Fig. 4 entspricht.

Schließlich zeigt Fig. 7 die Endstellung des Trennröhrchens 2, die bei höchster Zentrifugiergeschwindigkeit v_V erreicht wird und die der Lage des Trennelements in Fig. 4V entspricht.

Fig. 8 zeigt eine perspektivische Darstellung des Trennelements 6, in der die Deckfläche 7 mit ihrem Durchmesser D_1 und die Bodenfläche 5 mit ihrem Durchmesser D_2 klar erkennbar sind. In der Mitte der kreisförmigen, ebenen Deckfläche 7 ist eine Sollbruchstelle 16 angeformt, mittels der das Trennelement 6 an eine in Fig. 9 angedeutete Kolbenstange 15 anschließt. Durch den Mittelpunkt der Deckfläche 7 und damit auch durch die Sollbruchstelle 16 verläuft die Trennröhrchenachse M. Der Mittelpunkt der kreisförmigen Bodenfläche 5 ist bezüglich des Mittelpunkts der Deckfläche 7 um $D_1/4$ versetzt, also um den halben Radius der Deckfläche 7, so daß in der Draufsicht die Bodenfläche 5 von einem Rand der Deckfläche 7 bis zu der in ihrem Mittelpunkt liegenden Sollbruchstelle 16 reicht. Dies ergibt die in Fig. 9 erkennbare Form eines rechtwinkligen Trapezes mit einer parallel zur Wand des Trennröhrchens 2 verlaufenden Erzeugenden.

Das Trennelement 6 ist gleichzeitig als Kolben für das Ansaugen von Blut verwendbar, wozu es in bereits erwähnter Weise über eine Sollbruchstelle 16 an eine Kolbenstange 15 angeformt ist. Nach dem Aufziehen des Blutes in das Trennröhrchen 2, das zu diesem Zweck an seiner Unterseite mit einem in dieser Figur nicht dargestellten, jedoch in Fig. 10 erkennbaren, verschließbaren Kanülenkonus 18 versehen ist, wird die Kolbenstange 15 durch Abknicken im Uhrzeigersinn in Fig. 9 abgebrochen, wobei sich das Trennelement 6 an der Wand des Trennröhrchens 2 abstützt.

Bei dem in den Figuren 8 und 9 dargestellten Trennelement 6 ist keine Auftriebskammer erkennbar, es ist jedoch klar, daß auch das an eine Kolbenstange angeformte Trennelement mit einer Auftriebskammer gemäß den Fig. 1 bis 7 versehen sein kann.

Die Fig. 10 und 11 zeigen eine andere Ausführung des Trennelements 6', das über eine kegelförmige Deckfläche 7' an die Kolbenstange 15 anschließt. Gleiche Teile sind in diesen Figuren wieder mit gleichen Bezugszeichen versehen. An der Spitze der kegelförmigen Deckfläche 7' ist wiederum eine Sollbruchstelle 16 vorgesehen. Das Trennelement 6' weist ferner mindestens eine Auftriebskammer 10 auf, die in Fig. 10 durch einen Teilschnitt

erkennbar ist. In Fig. 11 ist die Auftriebskammer 10 gestrichelt angedeutet. Das Trennröhrchen gemäß Fig. 10 weist an seinem Boden einen Kanülenkonus 18 auf, durch den Blut oder die zu trennende Flüssigkeit ansaugbar ist. Nach dem Aufziehen des Trennelementes 6' wird die Kolbenstange 15 in der zuvor beschriebenen Weise abgebrochen und das Trennröhrchen 2 an seiner Oberseite mit einem übergreifenden Verschlußstopfen 4' verschlossen. Ferner wird der Kanülenkonus 18 durch eine an sich bekannte, aus Gründen der Übersichtlichkeit aber weggelassene Abdeckkappe ebenfalls verschlossen.

Fig. 11 zeigt das abgebrochene, in der Ausgangsstellung befindliche Trennelement 6' und den Verschlußstopfen 4', der entsprechend der Deckfläche 7' mit einer kegelförmigen Vertiefung versehen ist.

Die Figuren 12 und 13 zeigen eine weitere Ausführung des Trennelements, wobei wiederum gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Das abgewandelte Trennelement trägt das Bezugszeichen 6". Das Trennelement 6" weist eine kreisförmige Deckfläche 7 auf, an die sich ein Zylinderabschnitt 11 anschließt. Der Umfang des Zylinderabschnitts 11 ist kürzer als ein halber Kreisumfang, so daß die größte Breite des Zylinderabschnitts 11 geringer als der Durchmesser der Deckfläche

7 und damit des Trennröhrchens 2 ist. Dies gestattet ein Verkippen des Trennelements 6" im Trennröhrchen 2, und zwar in Fig. 13 gegen den Uhrzeigersinn.

Fig. 13 zeigt das Trennelement 6" im Schnitt, wobei man erkennt, daß die Unterseite 9 der Deckfläche 7 von der Wand des Trennröhrchens 2 zur Bodenfläche 5" des Trennelements 6" geneigt verläuft und mit der Deckfläche 7 einen Winkel von beispielsweise 5 bis 20° , vorzugsweise 10° einschließt. Dadurch kann unter der Deckfläche 7 gefangene Luft beim Kippen des Trennelements 6" von der Unterseite 9 des Trennelements 6" entweichen. Unter der freien Deckfläche 7 ist ferner eine Trennwand 12 vorgesehen, deren Unterkante 13 im Abstand zur Wand des Trennröhrchens 2 endet und damit ein Überkippen des Trennelements 6" beim Zentrifugieren verhindert. In der Ansicht hat das Trennelement 6" somit etwa die Umrißform des in den Figuren 1 bis 9 dargestellten Trennelements 6. Das Trennelement 6" ist wiederum über eine Sollbruchstelle 16 an eine Kolbenstange 15 angeformt und kann von dieser durch Abknicken der Kolbenstange 15 nach dem Aufziehen von Blut oder der zu trennenden Flüssigkeit abgebrochen werden. Dieses Abbrechen erfolgt in Fig. 13 durch Bewegung der Kolbenstange 15 im Uhrzeigersinn, so daß sich der Zylinderabschnitt 11 an der Wand des Trennröhrchens 2 abstützt und ein Gegenlager bildet.

Die Figuren 14 bis 16 zeigen eine weitere Ausführung der Erfindung mit einem kegelförmigen Trennelement 6'', das mit seiner Spitze wiederum über eine Sollbruchstelle 16 an eine abbrechbare Kolbenstange 15 angeformt ist. Gleiche Teile sind in diesen Figuren wiederum mit gleichen Bezugszeichen versehen. Das kegelförmige Trennelement 6'' weist somit eine kegelförmige Deckfläche 7'' auf, deren größter Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Trennröhrchens 2 entspricht. An die kegelförmige Deckfläche 7'' schließt eine gewölbte Bodenfläche 5'' an, die in der dargestellten Ausführung ein Kugelabschnitt ist. Der größte Durchmesser des Kugelabschnitts D_1 ist in Fig. 14 gestrichelt angedeutet und entspricht dem Innendurchmesser des Trennröhrchens 2. Die Höhe des Deckflächenkegels von seiner Basis bis zur von der Sollbruchstelle 16 gebildeten Spitze ist etwas geringer als der halbe Innendurchmesser D_1 des Trennröhrchens 2, damit sich das Trennelement 6'' nach dem Abbrechen von der Kolbenstange 15 beim Zentrifugieren gemäß Fig. 15 vollständig umdrehen kann. In der gewölbten Bodenfläche 5'' ist ferner mindestens eine Auftriebskammer 10'' exzentrisch angeordnet, so daß der Schwerpunkt S ebenfalls wiederum bezüglich der Trennröhrchenachse M exzentrisch liegt. In der Auftriebskammer 10'' kann beim Aufziehen der zu trennenden Flüssigkeit Luft eingeschlossen sein, die ein Überkippen des

Trennelements 6'" beim Zentrifugieren unterstützt. Fig. 15 zeigt das nach dem Abbrechen umgekippte Trennelement 6'", bei dem nunmehr die gewölbte Bodenfläche 5'" nach oben zeigt. Da auch die Auftriebskammer 10'" nach oben offen ist, bleibt keine Luft eingeschlossen.

Zum Abbrechen des Trennelements 6'" von der Kolbenstange 15 sind am oberen Ende des Trennröhrchens 2 zwei Ringwülste 20 und 21 vorgesehen, die einen derartigen Abstand zueinander aufweisen, daß sie das Trennelement 6'" am Umfang einklemmen. Der äußere Ringwulst 20 ist in radialer Richtung des Trennröhrchens 2 größer, so daß ein Herausziehen des Trennelementes 6'" aus dem Trennröhrchen 2 wesentlich behindert wird. Der innere Ringwulst 21 ist hingegen etwas kleiner, so daß sich das Trennelement 6'" beim Hochziehen über diesen Ringwulst bewegen läßt. Die beiden Ringwülste 20 und 21 bilden ein Gegenlager für das Trennelement 6'" für das Abbrechen der Kolbenstange 15. Hierbei befindet sich das Trennelement 6'" in der in Fig. 14 strichpunktiert angedeuteten Stellung.

Der äußere und innere Ringwulst 20 bzw. 21 sind in einer Ausführung an einem Ende des Trennröhrchens 2 angeordnet, wobei in diesem Fall ein das Trennröhrchen 2 außen umgreifender Verschußstopfen gewählt wird. Ein derartiger Verschußstopfen ist aus Gründen der Übersichtlichkeit

weggelassen, es ist dem Fachmann jedoch klar, wie ein derartiger Verschlußstopfen auszuführen ist. In einer anderen, nicht dargestellten Ausführung liegen die beiden Ringwülste im Abstand zum Ende des Trennröhrchens, so daß dieses durch einen der in den vorhergehenden Figuren dargestellten Verschlußstopfen 4 bzw. 4' verschließbar ist.

Fig. 16 zeigt das von der Kolbenstange abgebrochene kegelförmige Trennelement 6'' in perspektivischer Ansicht, wobei auch der Rand der Auftriebskammer 10'' erkennbar ist.

In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführung ist das Trennelement gemäß den Figuren 14 bis 16 ein Vollkörper ohne Auftriebskammer, wobei das Umdrehen oder Überkippen des Trennelements allein aufgrund seiner instabilen Lage nach dem Abbrechen von der Kolbenstange erfolgt.

Gemäß einer weiteren, nicht dargestellten Ausführung hat das Trennelement etwa die Form gemäß Fig. 15, wobei seine Deckfläche gewölbt und seine Bodenfläche kegelförmig ist. In diesem Fall ist die gewölbte Deckfläche in einer Ausführung vor dem Zentrifugieren über ein Verbindungselement mit einem Verschlußstopfen verbunden oder über

eine Sollbruchstelle an eine Kolbenstange angeformt. Dieses Trennelement mit gewölbter Deckfläche und kegelförmiger Bodenfläche kann ebenfalls wiederum eine oder mehrere Auftriebskammern aufweisen, aus denen beim Zentrifugieren die zuvor eingeschlossene Luft zuverlässig austreten kann. Zweckmäßige Ausführungsformen für die Auftriebskammern sind anhand der Figuren 1 bis 11 beschrieben.

Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, das Trennelement im Falle eines im Querschnitt viereckigen Trennröhrchens in einer Ansicht dreiecksförmig oder trapezförmig auszubilden, so daß wiederum im Ruhezustand der gesamte Querschnitt des Trennröhrchens abgesperrt ist, während beim Zentrifugieren ein Verkippen des Trennelementes und damit eine Spaltbildung erfolgt.

hu:kö

Dr. Uwe Ballies

(17208)

Jägersberg 7-9

2300 K i e l

Januar 1980

Trennröhrchen für die Zentrifugaltrennung

Ansprüche

1. Trennröhrchen für die Zentrifugaltrennung einer mindestens zwei Komponenten enthaltenden Flüssigkeit, in welchem ein Trennelement mit Deckfläche und Bodenfläche angeordnet ist, das aus unelastischem Material, vorzugsweise aus unelastischem Kunststoff besteht, dessen spezifisches Gewicht zwischen denen der zu trennenden Komponenten liegt und das im Ruhezustand den Querschnitt des Trennröhrchens absperrt, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwerpunkt (S) des Trennelements (6-6'') in bezug auf seine Achse (M) exzentrisch angeordnet ist, und daß das Trennelement (6-6'') aufgrund seiner Form lediglich während des Zentrifugie-

rens derart im Trennröhrchen (2) verkipfbar ist, daß ein Spalt (f) zwischen dem größten Umfang (D_1) des Trennelements (6-6'') und der Innenwand des Trennröhrchens (2) entsteht.

2. Trennröhrchen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement (6) die Form eines unsymmetrischen Kegelstumpfs hat, dessen größter Durchmesser (D_1) doppelt so groß wie sein kleinster Durchmesser (D_2) ist, und wobei eine sowohl auf dem größten Durchmesser (D_1), als auch auf dem kleinsten Durchmesser (D_2) senkrecht stehende Erzeugende des Trennelements (6) die beiden Durchmesser (D_1 und D_2) verbindet (Fig. 1-11).
3. Trennröhrchen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement (6'') die Form eines Zylinderabschnitts mit kreisförmiger Deckfläche (7) hat, unter deren freiem Ende eine ein Überkippen des Trennelements (6'') verhindernde Trennwand (12) vorgesehen ist (Fig. 12 und 13).
4. Trennröhrchen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite (9) der Deckfläche (7) von deren freiem Ende zur Bodenfläche (5'') des Trennelements (6'') geneigt verläuft (Fig. 12 und 13).

5. Trennröhrchen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement (6'") die Form eines Kegels mit abgerundeter Bodenfläche (5'") hat (Fig. 14 bis 16).
6. Trennröhrchen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement (6, 6'") eine kegelförmige Deckfläche (7') aufweist (Fig. 10 und 11).
7. Trennröhrchen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement (6-6'") mit einer Sollbruchstelle (16) an eine Kolbenstange (15) angeformt ist.
8. Trennelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollbruchstelle (16) an der den größten Durchmesser (D_1) enthaltenden ebenen Deckfläche (7) des Trennelements (6) angeordnet ist (Fig. 8-9 und 12-13).
9. Trennröhrchen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollbruchstelle (16) an der Spitze der kegelförmigen Deckfläche (7', 7'") liegt (Fig. 10-11 und 14-16).
10. Trennröhrchen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollbruchstelle (16) an die abgerundete Bodenfläche (5'") angeformt ist.

11. Trennröhrchen nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement (6-6'")
mindestens eine exzentrisch angeordnete Auftriebs-
kammer (10) aufweist.
12. Trennröhrchen nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement (6-6'")
aus Polystyrol hergestellt ist.

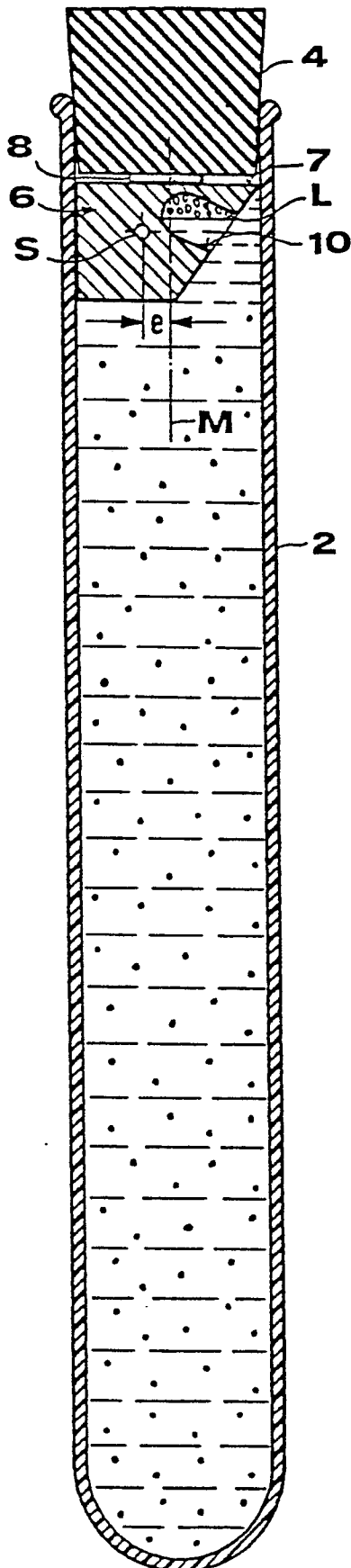
Fig. 1

Fig. 2

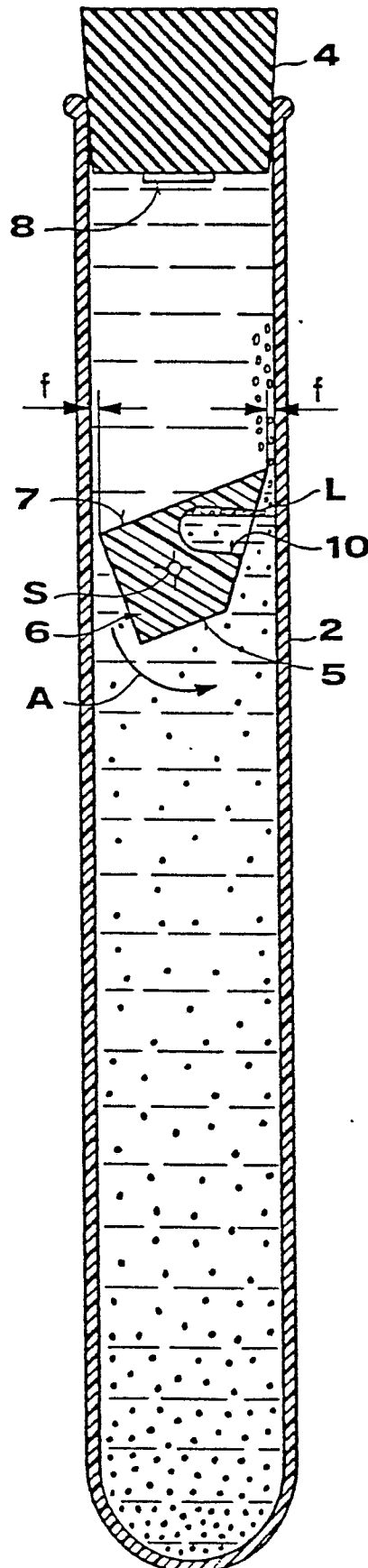
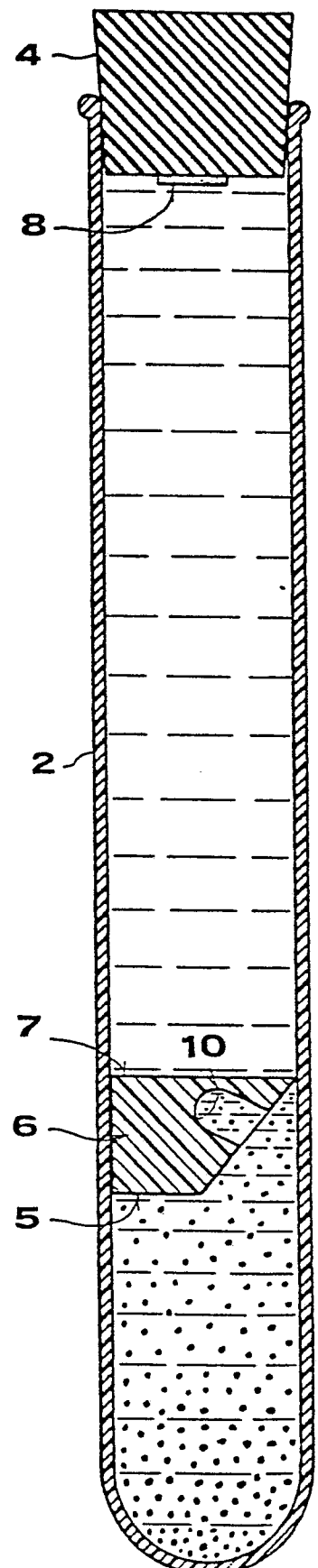
**Fig. 3**

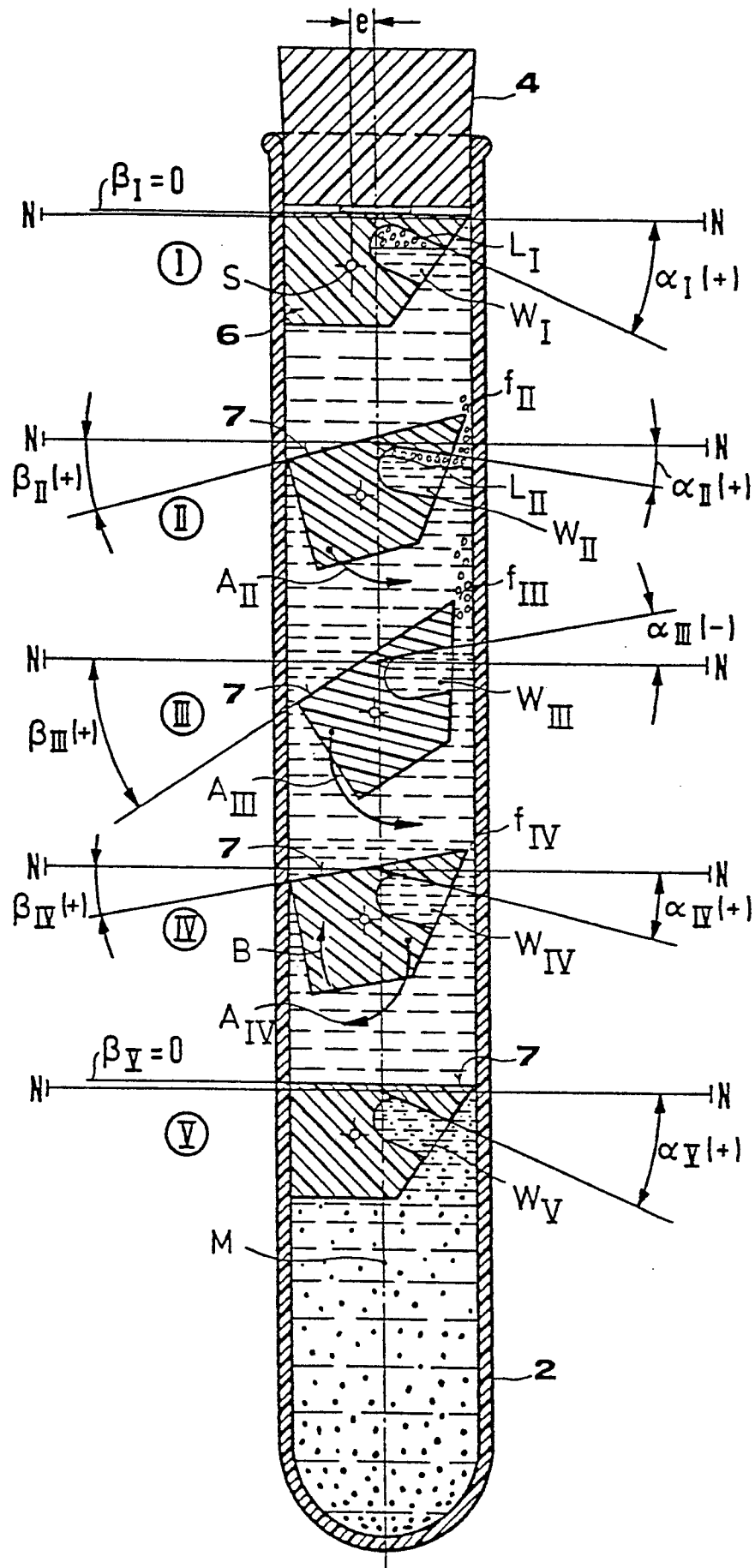
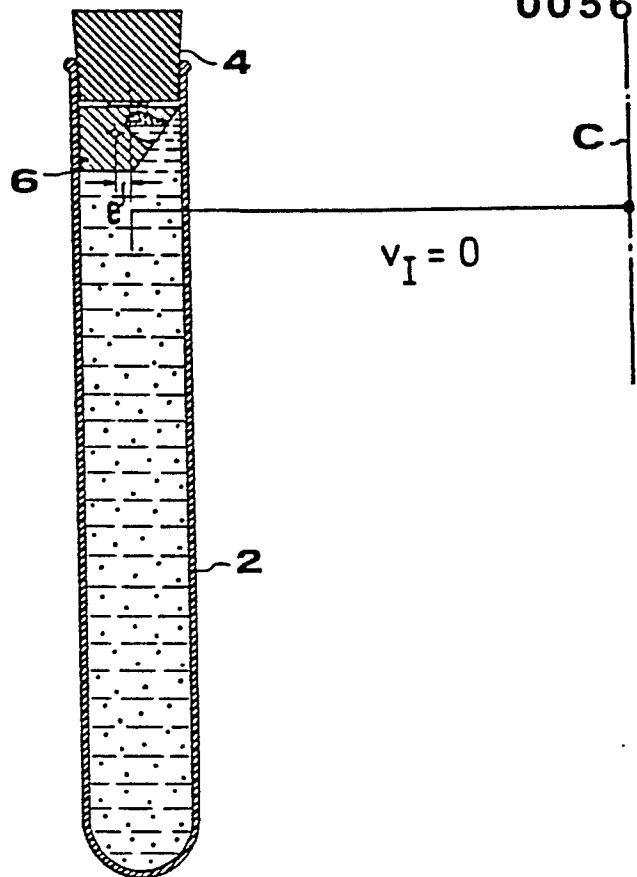
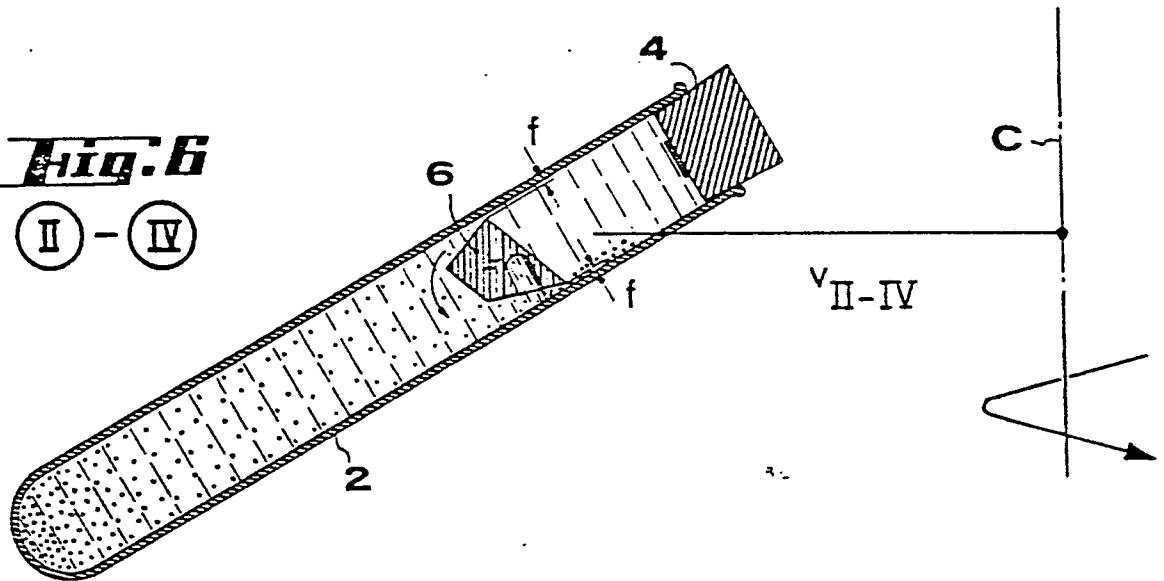
Fig. 4

Fig. 5

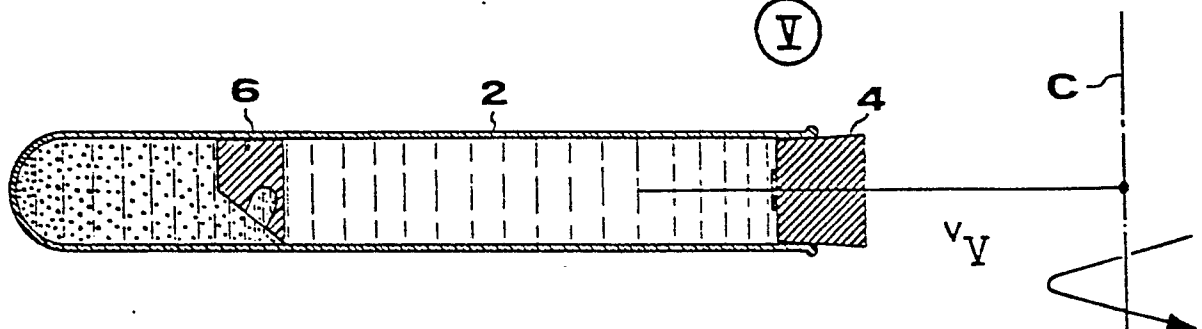
①

**Fig. 6**

② - ④

**Fig. 7**

⑤



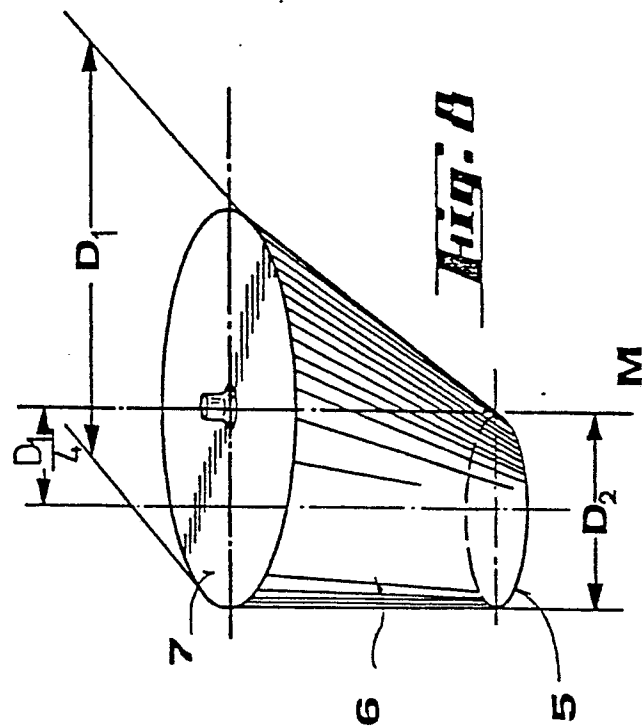
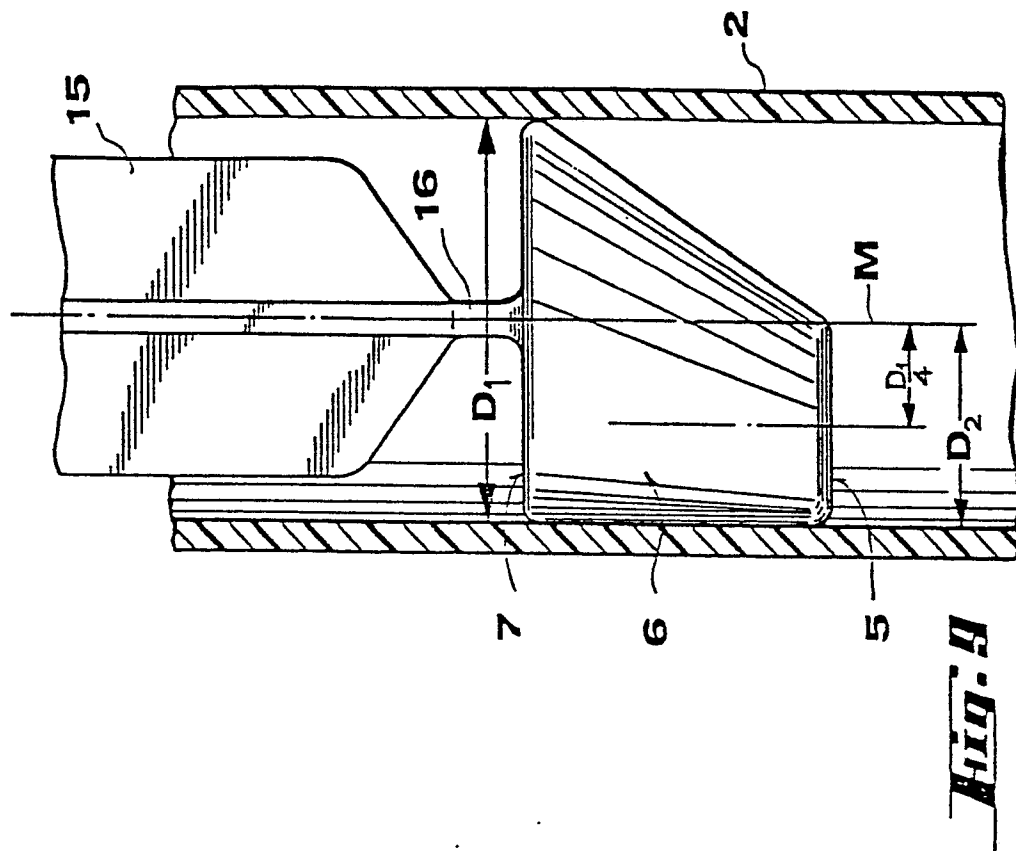
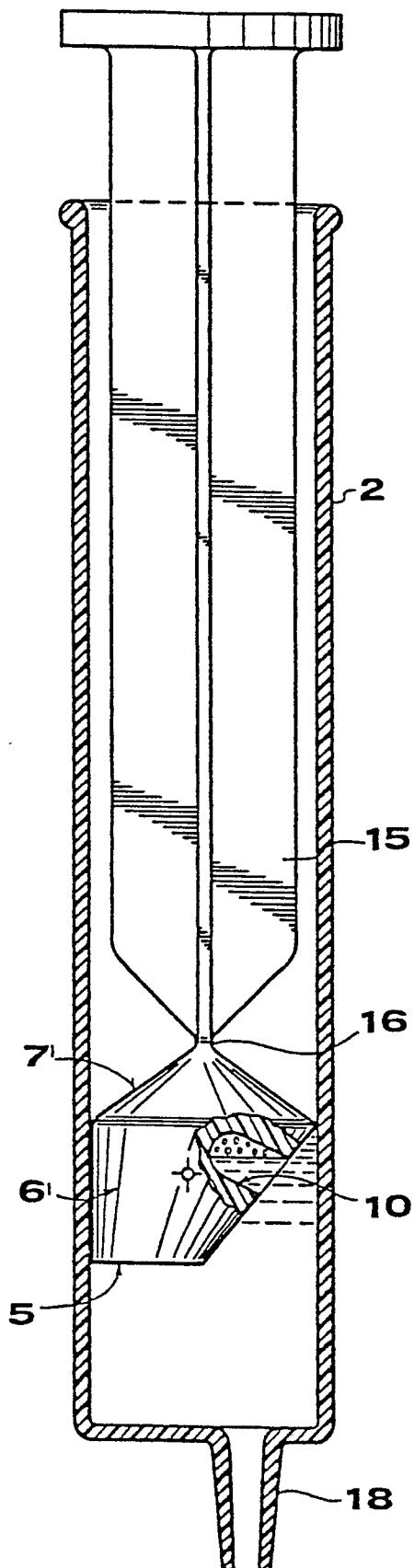
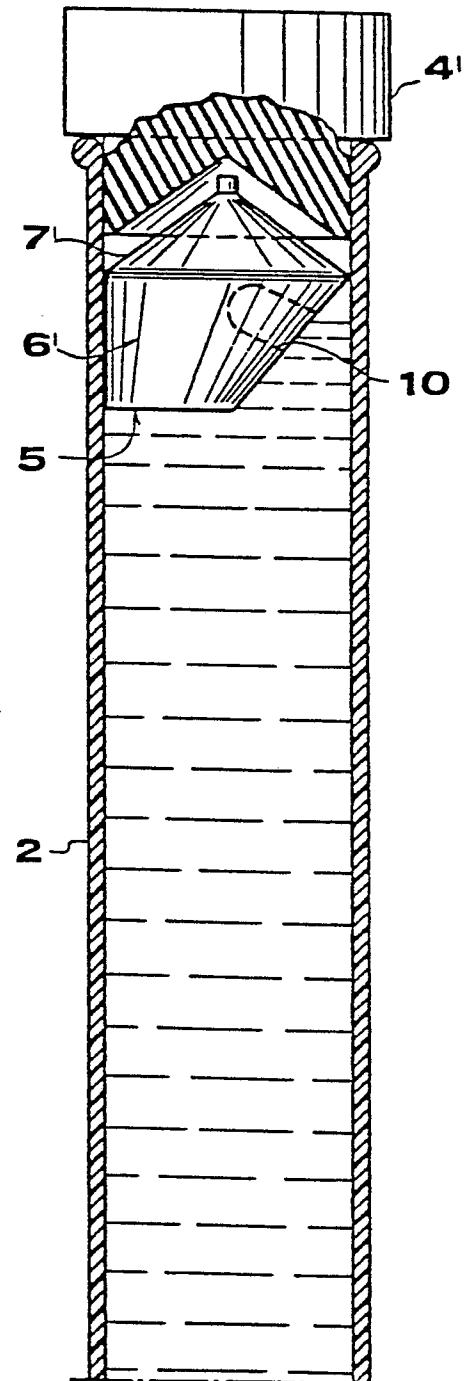


Fig. 10**Fig. 11**

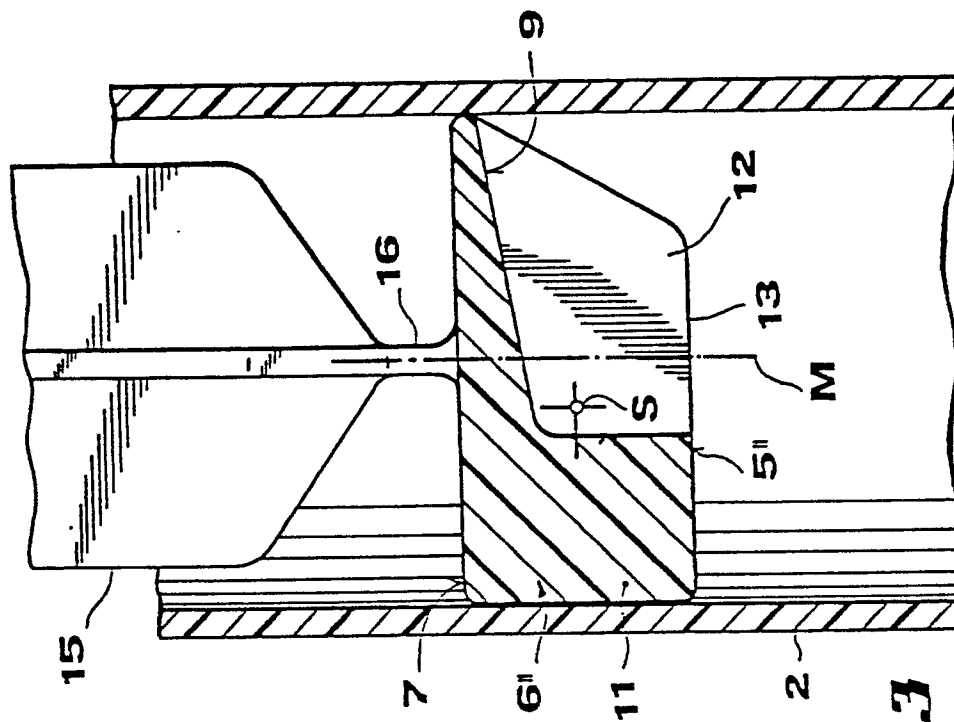


Fig. 13

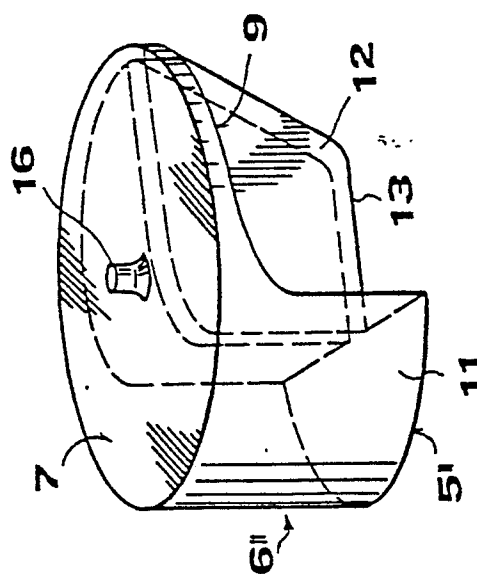


Fig. 12

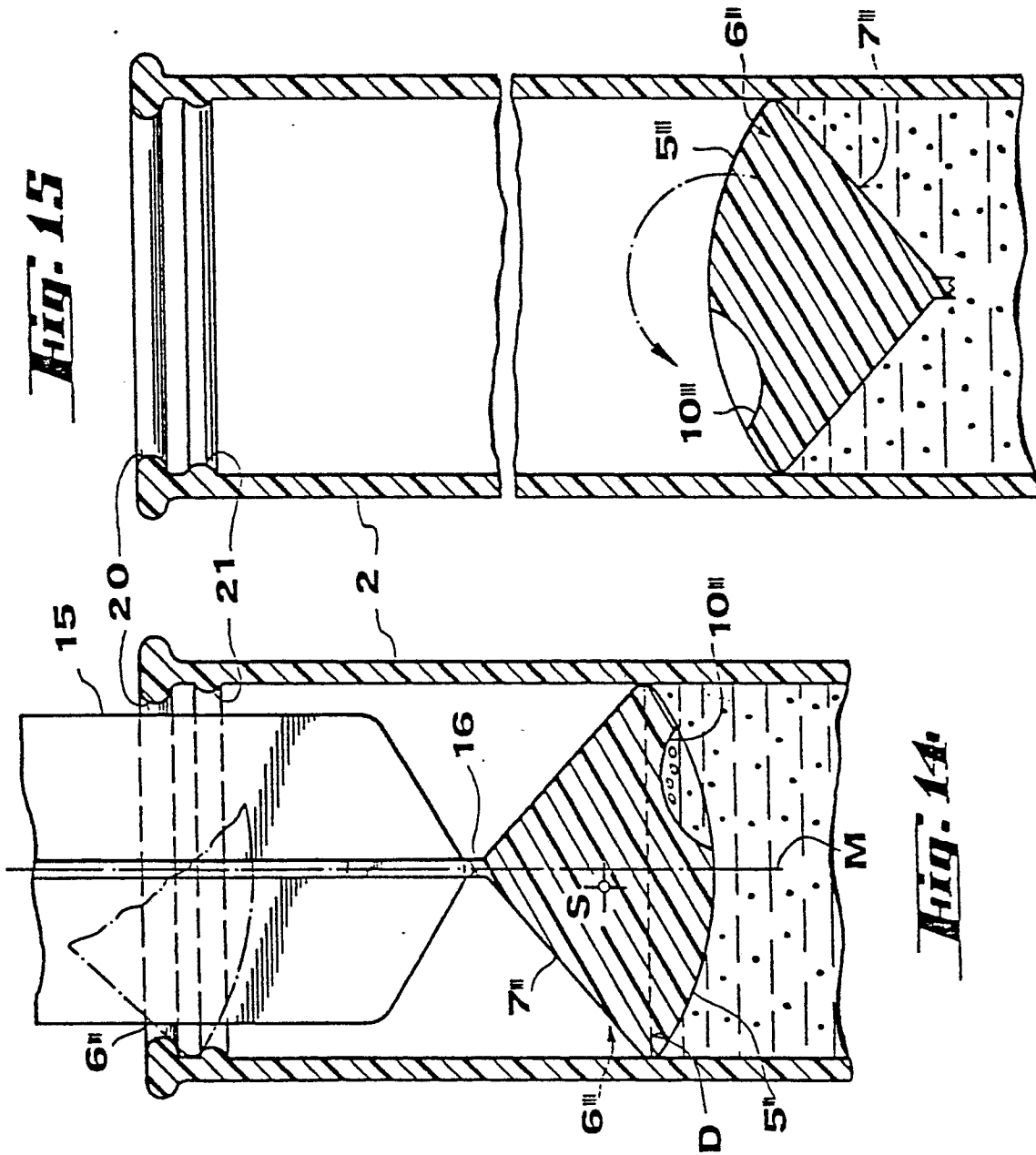


Fig. 16

