

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 455 878 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **90124344.4**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **B04B 9/14**

22 Anmeldetag: **15.12.90**

30 Priorität: **05.05.90 DE 4014446**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.11.91 Patentblatt 91/46**

64 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

71 Anmelder: **Heraeus Sepatech GmbH  
Am Kalkberg Postfach 1220  
W-3360 Osterode am Harz(DE)**

72 Erfinder: **Lorbach, Stefan  
Edelweissstrasse 13  
W-3360 Osterode am Harz(DE)**

74 Vertreter: **Grimm, Ekkehard  
Heraeus Holding GmbH Zentralbereich  
Patente und Lizenzen Heraeusstrasse12-14  
W-6450 Hanau/Main(DE)**

### 54 **Laboratoriums-Zentrifuge.**

57 Die Erfindung betrifft eine Laboratoriums-Zentrifuge mit einer einen Motor aufweisenden Antriebseinheit, mit einem Rotor und mit einer Einrichtung zur Erkennung einer auftretenden Unwucht beim Betreiben der Zentrifuge, wobei die Einrichtung ein Unwuchtelement und ein Schaltelement aufweist, wobei das Unwuchtelement in fester Zuordnung zu der Antriebseinheit steht und im Fall einer Unwucht der Unwuchtbewegung unmittelbar folgt und gegenüber dem Schaltelement eine Relativbewegung ausführt, wobei nach Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes der Relativbewegung ein Schalt-Signal erzeugt wird, das eine Steuereinheit anspricht, die die Stromversorgung des Motors unterbricht. Die sich hierbei stellende Aufgabe, eine einfache und kostengünstige, aber dennoch sichere Einrichtung zur Erkennung einer Unwucht in allen Drehzahlbereichen einer Zentrifuge zu erhalten, die justierfreundlich und störunanfällig ist und die gleichzeitig sowohl Unwuchtbewegungen, die sich in großen Auslenkungen der Antriebseinheit, als auch solche, die sich in hohen Beschleunigungswerten auswirken, in allen Raum-Richtungen erfassen kann, wird dadurch gelöst, daß das Schaltelement zusammen mit dem Unwuchtelement eine Einheit bildet, die an der Antriebseinheit befestigt ist, wobei das Unwuchtelement mindestens zwei mit Abstand zueinander angeordnete Elemente aufweist, die eine Signal-Übertragungsstrecke bilden, und daß das Schaltelement ein in

einem Behälter angeordnetes Schalt-Fluid ist, das innerhalb des von der Signal-Übertragungsstrecke bestimmten Zwischenraumes in einem Umgebungs-Fluid frei beweglich ist und die Übertragungsstrecke, das Schalt-Signal erzeugend, öffnet und/oder schließt, wobei das Schalt-Fluid und das Umgebungs-Fluid unterschiedliche spezifische Dichten aufweisen und nicht miteinander mischbar sind und wobei mindestens eines der beiden Fluide eine Flüssigkeit ist.

**EP 0 455 878 A2**

Die Erfindung betrifft eine Laboratoriums-Zentrifuge mit einer einen Motor aufweisenden Antriebseinheit, mit einem Rotor und mit einer Einrichtung zur Erkennung einer auftretenden Unwucht beim Betreiben der Zentrifuge, wobei die Einrichtung ein Unwuchtelement und ein Schaltelement aufweist, wobei das Unwuchtelement in fester Zuordnung zu der Antriebseinheit steht und im Fall einer Unwucht der Unwuchtbewegung unmittelbar folgt und gegenüber dem Schaltelement eine Relativbewegung ausführt, wobei nach Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes der Relativbewegung ein Schalt-Signal erzeugt wird, das eine Steuereinheit anspricht, die die Stromversorgung des Motors unterbricht.

Beim Zentrifugieren auftretende Unwuchten der Antriebswelle oder des Rotors, die ein tolerierbares Maß übersteigen, können aufgrund der hohen Fliehkräfte zur Zerstörung der Zentrifuge führen und Personen gefährden. Aus Sicherheitsgründen ist es daher erforderlich kritische Unwuchten, die sich sowohl in großen Auslenkungen, als auch in hohen Beschleunigungen (Vibrationen) der Antriebseinheit auswirken können, rechtzeitig zu erkennen.

Zur Erkennung von Unwuchten werden an Zentrifugen Einrichtungen eingesetzt, die auf dem Prinzip beruhen, daß eine am Motor-Gehäuse der Zentrifuge befestigte Platte (Unwuchtelement) bei Auslenkung durch Unwucht eine in einem einstellbaren Abstand befindliche, ortsfeste Schraube (Schaltelement) berührt und einen elektrischen Kontakt schließt und daraufhin der Antriebs-Motor gebremst wird. Für den Fall, daß die Schraube starr befestigt ist, wird diese aufgrund einer auftretenden Unwucht beim ersten Kontakt mit der Platte verbogen und ist damit unbrauchbar. In einer abgewandelten Ausführung ist die Schraube auf Gummipuffer gesetzt, damit sie bei Kontakt mit der Platte ausweichen kann. Hierbei können jedoch Schraube und Gummipuffer als Feder-Masse-System bei bestimmten Drehzahlen der Zentrifuge in Schwingung geraten und "Fehlalarm" auslösen.

Die aufgrund einer Unwucht hervorgerufenen Auslenkungen der Antriebseinheit beginnen in einer nichtvorhersehbaren Richtung und wandern dann langsam auf einer Kreisbahn um die Achse der Antriebseinheit herum. Da jedoch mit jeweils einer der beschriebenen Vorrichtungen nur Auslenkungen in einer Richtung zu erfassen sind, kann es vorkommen, daß Unwuchten zu spät bemerkt werden. Mit derartigen Vorrichtungen können nur von Anfang an vorhandene Unwuchten, die sich bei niedrigen Drehzahlen in großen Auslenkungen offenbaren, erkannt werden. Unwuchten, die erst bei hohen Drehzahlen während der Zentrifugation entstehen, z. B. durch einen Bruch eines Zentrifugen-

gefäßes, und die sich in hohen Beschleunigungswerten und kleinsten Auslenkungen auswirken können, werden z. B. mit Beschleunigungsschaltern erfaßt, bei der ein Bolzen frei an einer Feder hängend, an der Antriebseinheit befestigt ist.

Bei Überschreitung eines, entsprechend der Masse des Bolzens und der Federkonstante der Feder einstellbaren Schwellwertes der Beschleunigung der Antriebseinheit, weicht der Bolzen aus der vertikalen Lage aus und stellt einen elektrischen Kontakt zu einem im Abstand angeordneten Kontaktblech her, wodurch der Motor abgebremst wird.

Um die gesamten Drehzahlbereich einer Zentrifuge auftretenden Unwuchtbewegungen sicher erkennen zu können, sind also bisher mindestens zwei unterschiedliche Vorrichtungen erforderlich, die darüberhinaus stör anfällig und leicht verstellbar sind und häufig nachgeprüft und nachjustiert werden müssen.

Die Erfindung hat sich als Aufgabe gestellt, eine einfache und kostengünstige, aber dennoch sichere Einrichtung zur Erkennung einer Unwucht in allen Drehzahlbereichen einer Zentrifuge anzugeben, die justierfreundlich und stör unanfällig ist und die gleichzeitig sowohl Unwuchtbewegungen, die sich in großen Auslenkungen der Antriebseinheit, als auch solche, die sich in hohen Beschleunigungswerten auswirken, in allen Raum-Richtungen erfassen kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei der eingangs angegebenen Zentrifuge dadurch gelöst, daß das Schaltelement zusammen mit dem Unwuchtelement eine Einheit bildet, die an der Antriebseinheit befestigt ist, wobei das Unwuchtelement mindestens zwei mit Abstand zueinander angeordnete Elemente aufweist, die eine Signal-Übertragungsstrecke bilden, und daß das Schaltelement ein in einem Behälter angeordnetes Schalt-Fluid ist, das innerhalb des von der Signal-Übertragungsstrecke bestimmten Zwischenraumes in einem Umgebungs-Fluid frei beweglich ist und die Übertragungsstrecke, das Schalt-Signal erzeugend, öffnet und/oder schließt, wobei das Schalt-Fluid und das Umgebungs-Fluid unterschiedliche spezifische Dichten aufweisen und nicht miteinander mischbar sind und wobei mindestens eines der beiden Fluide eine Flüssigkeit ist.

Dadurch, daß das Unwuchtelement, als Signal-Übertragungsstrecke ausgebildet, am Motor oder am Motor-Gehäuse befestigt ist, folgt die Signal-Übertragungsstrecke allen Bewegungen der Antriebseinheit unmittelbar und verändert ihre Lage entsprechend der Lage der Antriebseinheit. Das Schaltelement, das mindestens eine frei bewegliche Flüssigkeit aufweist, die sich in einem Behälter, der an der Antriebseinheit befestigt ist, befindet, folgt aufgrund seiner trägen Masse den Bewegungen der Antriebseinheit verzögert oder, im Fall

sehr schneller Bewegungen, überhaupt nicht und bildet aufgrund der schweren Masse der Flüssigkeit einen Flüssigkeitsspiegel unabhängig von der Lage der Antriebseinheit oder Lage der Signal-Übertragungsstrecke aus. Dadurch führen Bewegungen der Antriebseinheit zu Lageänderungen oder Relativbewegungen zwischen Signal-Übertragungsstrecke

und Schaltelement, wodurch Schalt-Signale erzeugt werden können. Da das Schaltelement als Fluid ausgebildet ist, werden Verformungen des Schaltelementes und dadurch hervorgerufene Dejustierungen der Unwuchterkennungs-Einrichtung verhindert. Eine aufeinander abgestimmte Justierung der Elemente der Unwuchterkennungs-Einrichtung ist nicht erforderlich, da Schaltelement und Unwuchtelement eine Einheit bilden.

Um einen Verlust der Fluide durch Verdampfung oder Verschütten zu verhindern, ist der Behälter geschlossen ausgebildet.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Einrichtung, die eine besonders einfache Gestaltung der Teile des Unwuchtelementes als elektrisch leitende, auf unterschiedlichen Potentialen liegende Bauteile erlaubt, ist das Schalt-Fluid eine elektrisch leitende Flüssigkeit.

Vorteilhafterweise ist der Betriebszustand der Unwuchterkennungs-Einrichtung im Ruhezustand derart, daß die Flüssigkeit den elektrischen Kontakt zwischen den elektrisch leitenden Bauteilen schließt. Das Öffnen des elektrischen Kontaktes während eines Zentrifugenlaufes kann sowohl auf eine kritische Auslenkung der Antriebseinheit aus ihrer Ruhelage, als auch auf sehr schnelle Vibrationen der Antriebseinheit, bei der sich die elektrisch leitende Flüssigkeit im Behälter verteilt und dadurch den Kontakt öffnet, zurückzuführen sein. Ein offener elektrischer Kontakt im Ruhezustand der Zentrifuge ist ein Hinweis auf eine Unterbrechung der elektrischen Leitung von der Steuereinheit zur Einrichtung.

In einer einfachen Anordnung sind die elektrisch leitenden Elemente des Unwuchtelementes Stifte, die in den Innenraum des Behälters hineinragen und deren Stromzuführungen durch die Wand des Behälters elektrisch voneinander isoliert herausgeführt sind.

Die Empfindlichkeit dieser Anordnung wird erhöht, wenn die Stifte elektrisch isolierende Seitenwände aufweisen und nur die Stirnflächen oder die Spitzen der Stifte elektrisch leitend gestaltet sind.

In einer anderen Ausführungsform ist eines oder beide der elektrisch leitenden Elemente des Unwuchtelementes als Teil des Behälters, in dem sich die elektrisch leitende Flüssigkeit befindet, gestaltet. Durch die Ausbildung des Behälters, z. B. als rotationssymmetrisches Bauteil, ist es möglich, die elektrisch leitenden Elemente so zu positionie-

ren und zu gestalten, daß sie zentrisch zueinander angeordnet sind, wodurch die gleiche Empfindlichkeit der Einrichtung für Auslenkungen der Antriebseinheit aus der Vertikalen in allen Richtungen gewährleistet ist.

Als elektrisch leitende Flüssigkeit hat sich Quecksilber bewährt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Unwuchterkennungs-Einrichtung die sich dadurch auszeichnet, daß durch Unwucht hervorgerufene Bewegungen der Antriebseinheit, die den vorgegebenen Schwellwert nicht überschreiten, ebenfalls erfaßt und über eine Auswertelektronik zur Steuerung des Zentrifugenlaufes verwertet werden können, bilden die Elemente des Unwuchtelementes eine Lichtschranke.

Um eine hohe Empfindlichkeit der Einrichtung für Unwuchtbewegungen zu gewährleisten, ist es vorteilhaft, wenn die Fluide, die sich innerhalb der Lichtschranke befinden, stark unterschiedliche Lichtdurchlässigkeiten aufweisen, wobei sich im Ruhezustand der Zentrifuge entweder das Fluid mit der geringeren Lichtdurchlässigkeit oder das Fluid mit der höheren Lichtdurchlässigkeit innerhalb der Lichtschranke befindet.

Um im Ruhezustand eine definierte Lage der beiden Fluide zueinander zu gewährleisten, ist es vorteilhaft den Behälter als Kugelsegment auszubilden, und so anzuordnen, daß die gekrümmte Außenfläche des Behälters nach unten gerichtet ist, wenn die spezifische Dichte des Schalt-Fluids größer als die spezifische Dichte des Umgebungs-Fluids ist und die gekrümmte Außenfläche des Behälters nach oben gerichtet ist, wenn die spezifische Dichte des Schalt-Fluids kleiner ist als die spezifische Dichte des Umgebungs-Fluids.

Um der Zerstörung einer Zentrifuge aufgrund von Unwuchten vorzubeugen, hat es sich bewährt, Menge, spezifische Dichte und Viskosität des Schalt-Fluids und die geometrische Anordnung des Unwuchtelementes so wählen, daß ab einer Verkipfung des Behälters aus der vertikalen Ausrichtung um mehr als 10 Winkelgraden und/oder ab einer Beschleunigung des Behälters von mehr als der einfachen Erdbeschleunigung, das Schaltsignal erzeugt wird, das zum Abbremsen des Motors führt. Die hierfür erforderliche Menge des Schalt-Fluids ist von den Innenabmessungen des Behälters abhängig und kann in einfacher Weise empirisch oder rechnerisch ermittelt werden. Der gewünschte Grad an Trägheit oder Flinkheit, mit der die Unwuchterkennungseinrichtung auf Unwuchtbewegungen reagiert, wird über Dichte und Viskosität des Schalt-Fluids eingestellt.

Aufgrund der Lagerung des Motors auf Gummipuffern, befindet sich der Drehpunkt für die im Falle einer Unwucht auftretenden Unwuchtbewegungen am Motorfuß. Durch eine Befestigung der

Unwuchterkennungs-Einrichtung am antriebsseitigen Ende des Motor-Gehäuses, in großer Entfernung vom Drehpunkt wird durch den langen, wirk-samen Hebelarm an der Stelle des Behälters, eine Vergrößerung und damit eine genauere Erfassung auftretender Unwuchtbewegungen erreicht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachstehend näher erläutert. In der Zeichnung zeigt

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Unwuchterkennungs-Einrichtung, bei der das Unwuchtelement aus zwei Stiften und das Schalt-Fluid aus einer elektrisch leitenden Flüssigkeit besteht,

Figur 2 eine schematische Darstellung einer Unwuchterkennungs-Einrichtung, mit einer gegenüber Figur 1 geänderten Gestaltung des Unwuchtelementes,

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Unwuchterkennungs-Einrichtung, bei der die Elemente des Unwuchtelementes eine Lichtschranke bilden und das Schalt-Fluid eine lichtundurchlässige Flüssigkeit ist,

Figur 4 eine schematische Darstellung einer Umgehungsform der in Figur 3 dargestellten Unwuchterkennungs-Einrichtung,

Figur 5 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise der in Figur 1 dargestellten Einrichtung bei einer Schief-lage der Antriebseinheit,

Figur 6 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise der in Figur 1 dargestellten Einrichtung, bei einer Bewegung der Antriebseinheit in horizontaler Richtung,

Figur 7 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise der in Figur 1 dargestellten Unwuchterkennungs-Einrichtung bei vibrierender Antriebseinheit und

Figur 8 eine schematische Darstellung der Anordnung der Unwuchterkennungs-Einrichtung an der Antriebseinheit.

Bei der in Figur 1 dargestellten Unwuchterkennungs-Einrichtung sind innerhalb eines zylinderförmigen Behälters 1 zwei elektrisch leitende Stifte 2 angeordnet, die auf unterschiedlichen elektrischen Potentialen liegen und deren Stromanschlüsse 3 durch eine elektrisch isolierende Durchführung 16 aus dem Boden des Behälters 1 herausgeführt sind. Das Schaltelement weist zwei Fluide auf, wobei das Schalt-Fluid 4 aus Quecksilber und das Umgebungs-Fluid 5 aus Luft besteht. Im Ruhezustand der Unwuchterkennungs-Einrichtung umspült das Quecksilber die Stifte 2 und

schließt zwischen ihnen den elektrischen Kontakt. Die Menge des Quecksilbers im Behälter 1 und die Geometrie und Anordnung der Stifte 2 sind so gewählt, daß bei einer Verkippung des Behälters 1 aus der Vertikalen von 40 Winkelgraden und bei einer Beschleunigung des Behälters 1 um die einfache Erdbeschleunigung der elektrische Kontakt geöffnet und dadurch ein Schaltsignal erzeugt wird, das eine Steuereinheit 6 anspricht, die den Zentrifugen-Motor 7 abbremst. In Figur 2 ist gegenüber Figur 1 eine abgewandelte Ausführungsform der Unwuchterkennungs-Einrichtung dargestellt, die einen zylinderförmigen Behälter 1 mit einem halbkugelförmig nach außen gekrümmten Boden aufweist. Die Wand des Behälters 1 und ein zentrisch innerhalb des Behälters 1 angeordneter metallischer Stift 17 liegen auf unterschiedlichen elektrischen Potentialen. Im Ruhezustand wird der elektrische Kontakt zwischen dem metallischen Stift 17 und der Behälterwand durch das Schalt-Fluid 4, das aus Quecksilber besteht, geschlossen. Dadurch, daß die Seitenwand des Stiftes 17 elektrisch isoliert und nur die, in das Schalt-Fluid 4 hineinragende Spitze 8 des Stiftes 17 elektrisch leitend ausgebildet ist, wird eine erhöhte Empfindlichkeit der Unwuchterkennungs-Einrichtung für Unwuchtbewegungen erreicht. Der rotationssymmetrische Aufbau der Unwuchterkennungs-Einrichtung hat den Vorteil, daß Auslenkungen des Behälters 1 aus der Vertikalen in allen Richtungen mit gleicher Genauigkeit und gleicher Empfindlichkeit erfaßt werden. Eine weitere Ausführungsform der Unwuchterkennungs-Einrichtung ist in Figur 3 dargestellt. Das Unwuchtelement besteht aus einem optischen Sender 9 und einem optischen Empfänger 10, die auf Stützen 11 innerhalb des Behälters 1 angeordnet sind und die eine Lichtschranke bilden. Im Ruhezustand ist die Lichtschranke vom Schalt-Fluid 4, einer für die verwendete Lichtwellenlänge undurchlässigen Flüssigkeit 12, unterbrochen. Die Anordnung von Sender 9 und Empfänger 10 auf Stützen 11 erhöht die Empfindlichkeit der Unwuchterkennungs-Einrichtung für auftretende Unwuchtbewegungen. In einer weiteren in Figur 4 dargestellten, vorteilhaften Ausführungsform der Unwuchterkennungs-Einrichtung ist der Behälter 1 in Form eines Hohlkugelsegmentes ausgebildet und im Ruhezustand der Zentrifuge mit seiner Krümmung vertikal nach oben ausgerichtet. An ihrem höchsten Punkt ist an der Behälter-Außenwand ein optischer Sender 9 und auf der gegenüberliegenden Behälter-Außenwand ein optischer Empfänger 10 angebracht, wobei der optische Sender 9 und der optische Empfänger 10 eine Lichtschranke bilden. Das Schalt-Fluid 4 ist in Form einer Gasblase 13 ausgebildet, die sich, im Ruhezustand der Zentrifuge, auf dem Umgebungs-Fluid 5 aufschwimmend, innerhalb der Lichtschranke befindet

und die ein für die verwendete Lichtwellenlänge nicht absorbierendes Gas enthält. Das Umgebungs-Fluid 5 besteht aus einem Öl, das für die verwendete Lichtwellenlänge undurchlässig ist. Die Menge des Gases

ist so gewählt, daß im Ruhezustand der Zentrifuge der Lichtfleck zwischen Sender 9 und Empfänger 10 in seiner gesamten Breite die Gasblase 13 gerade ausfüllt und das Maximum an Lichtintensität am Empfänger 10 registriert wird. Bei einer Verkippung des Behälters 1 wandert die Lichtschranke aus dem Bereich der Gasblase 13, wobei die am Empfänger 10 registrierte Lichtintensität bis auf Null abnimmt. Der Krümmungsradius des Behälters 1 und die Breite des Lichtflecks sind dabei so gewählt, daß die am Empfänger 10 registrierte Lichtintensität bei einer Verkippung des Behälters 1 um 40 Winkelgrade Null ist. Bei einer Verkippung des Behälters 1 aus der Vertikalen von weniger als 40 Winkelgraden, werden Lichtintensitäten zwischen Null und dem Maximum gemessen, wobei die Meßwerte zur Steuerung des Zentrifugenlaufes verwertet werden können. In den Figuren 5 bis 7 wird schematisch die Wirkungsweise der in Figur 1 dargestellten Unwuchterkennungs-Einrichtung bei verschiedenen Arten der Unwuchtbewegungen veranschaulicht. Figur 5 zeigt eine Verkippung des Behälters 1 aus der Vertikalen und die daraus resultierende Öffnung des elektrischen Kontaktes zwischen den elektrisch leitenden Stiften 2. In Figur 6 ist die Öffnung des elektrischen Kontaktes aufgrund einer horizontalen Schwingbewegung entlang des mit der Bezugsziffer 18 bezeichneten Richtungspfeils der Antriebseinheit 14 und des daran starr befestigten Behälters 1 gezeigt, wobei sich das Schalt-Fluid 4, Quecksilber, an der Wand des Behälters 1 verteilt. In Figur 7 ist dargestellt, wie sich aufgrund der, bei hohen Drehzahlen einer unwuchtigen Zentrifuge auftretenden, kritischen Vibrationen der Antriebseinheit 14 das Quecksilber in Tropfenform an der Wand des Behälters 1 verteilt, wodurch der elektrische Kontakt zwischen den elektrisch leitenden Stiften 2 ebenfalls geöffnet wird. In Figur 8 ist die Anordnung der Unwuchterkennungs-Einrichtung an einem Kunststoff-Träger 19 gezeigt, der antriebsseitig auf der Antriebseinheit 14 so angeordnet ist, daß er die Antriebswelle 20 des Motors 7 becherförmig umschließt und der an seinen Seitenwänden Montageflächen aufweist, an denen die Unwuchterkennungs-Einrichtung orientiert befestigt ist. Aufgrund der schwimmenden Lagerung der Antriebseinheit 14 auf Gummipuffern 15 befindet sich der Drehpunkt für die bei Unwucht auftretenden Bewegungen am Motorfuß. Durch die Befestigung des Behälters 1 am antriebsseitigen Ende des Motors 7, in großer Entfernung vom Drehpunkt, wird durch den langen, wirksamen Hebelarm an der

Stelle des Behälters 1, eine Vergrößerung und damit eine genauere Erfassung auftretender Unwuchtbewegungen erreicht. Die bei Unwuchtbewegungen auftretenden Schaltsignale werden von einer Steuereinheit 6 verarbeitet, die im Fall einer kritischen Unwucht den Motor 7 abbremst. Sofern in Figuren Bezugsziffern aufgeführt sind, die zwar nicht in der Beschreibung der Figur aber bereits im Text davor erläutert sind, gelten dafür die selben Ausführungen wie bei ihrer vorherigen Verwendung.

### Patentansprüche

1. Laboratoriums-Zentrifuge mit einer einen Motor aufweisenden Antriebseinheit, mit einem Rotor und mit einer Einrichtung zur Erkennung einer auftretenden Unwucht beim Betreiben der Zentrifuge, wobei die Einrichtung ein Unwuchtelement und ein Schaltelement aufweist, wobei das Unwuchtelement in fester Zuordnung zu der Antriebseinheit steht und im Fall einer Unwucht der Unwuchtbewegung unmittelbar folgt und gegenüber dem Schaltelement eine Relativbewegung ausführt, wobei nach Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes der Relativbewegung ein Schalt-Signal erzeugt wird, das eine Steuereinheit anspricht, die die Stromversorgung des Motors unterbricht, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltelement zusammen mit dem Unwuchtelement eine Einheit bildet, die an der Antriebseinheit (14) befestigt ist, wobei das Unwuchtelement mindestens zwei mit Abstand zueinander angeordnete Elemente aufweist, die eine Signal-Übertragungsstrecke bilden, und daß das Schaltelement ein in einem Behälter (1) angeordnetes Schalt-Fluid (4; 12; 13) ist, das innerhalb des von der Signal-Übertragungsstrecke bestimmten Zwischenraumes in einem Umgebungs-Fluid (5) frei beweglich ist und die Übertragungsstrecke, das Schalt-Signal erzeugend, öffnet und/oder schließt, wobei das Schalt-Fluid (4; 12; 13) und das Umgebungs-Fluid (5) unterschiedliche spezifische Dichten aufweisen und nicht miteinander mischbar sind und wobei mindestens eines der beiden Fluide eine Flüssigkeit ist.
2. Zentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (1) geschlossen ist.
3. Zentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schalt-Fluid (4) eine elektrisch leitende Flüssigkeit ist und die Elemente des Unwuchtelementes elektrisch leitende Bauteile sind.

4. Zentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente des Unwuchtelementes auf unterschiedlichen Potentialen liegen.
5. Zentrifuge nach Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitende Flüssigkeit die Signal-Übertragungsstrecke im Ruhezustand schließt.
6. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitenden Elemente des Unwuchtelementes Stifte (2) sind, die in den Innenraum des Behälters (1) hineinragen.
7. Zentrifuge nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Stifte elektrisch isolierende Seitenwände aufweisen.
8. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens das eine elektrisch leitende Element des Unwuchtelementes durch einen Teil des Behälters gebildet ist.
9. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 5 oder Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch leitenden Elemente zentrisch zueinander angeordnet sind.
10. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Schalt-Fluid (4) Quecksilber ist.
11. Zentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente des Unwuchtelementes eine Lichtschranke bilden.
12. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluide unterschiedliche Lichtdurchlässigkeiten aufweisen.
13. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1, 2, 11 oder 12 dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (1) in Form eines Kugelsegmentes ausgebildet ist.
14. Zentrifuge nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte des Schalt-Fluids (4; 12; 13) größer ist als die Dichte des Umgebungs-Fluids (5) und der Behälter (1) so angeordnet ist, daß seine gekrümmte Außenfläche nach unten gerichtet ist.
15. Zentrifuge nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichte des Schalt-Fluids (4; 12; 13) kleiner ist als die Dichte des Umgebungs-Fluids (5) und der Behälter (1) so angeordnet ist, daß seine gekrümmte Außenfläche nach oben gerichtet ist.
16. Zentrifuge nach Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß Menge, Dichte und Viskosität des Schalt-Fluids (4; 12; 13) und die geometrische Anordnung des Unwuchtelementes so gewählt sind, daß ab einer Verkippung des Behälters (1) aus der vertikalen Ausrichtung von mehr als 10 Winkelgraden das Schaltsignal erzeugt wird.
17. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß Menge, Dichte und Viskosität des Schalt-Fluids (4; 12; 13) und die Geometrie des Unwuchtelementes so gewählt sind, daß ab einer Beschleunigung des Behälters (1) von mehr als der einfachen Erdbeschleunigung das Schaltsignal erzeugt wird.
18. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Erkennung einer Unwucht am antriebsseitigen Ende des Motor-Gehäuses befestigt ist.

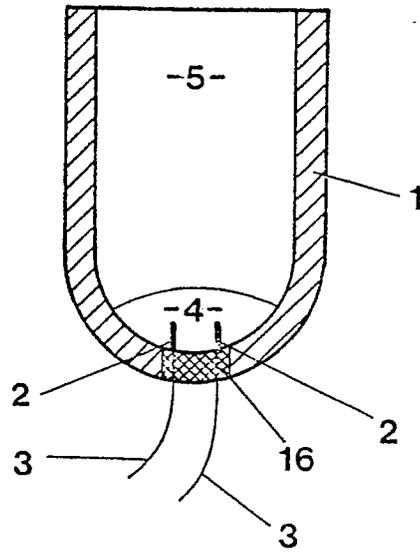


FIG. 1

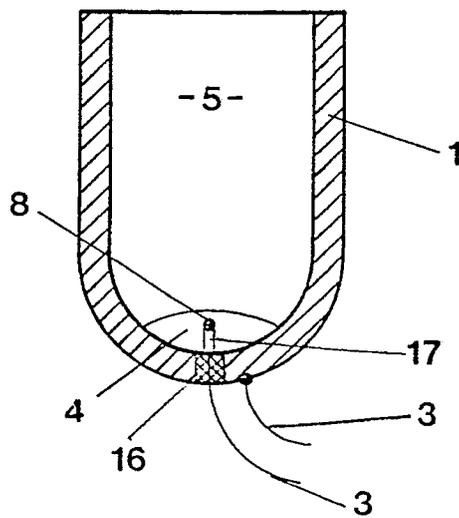


FIG. 2

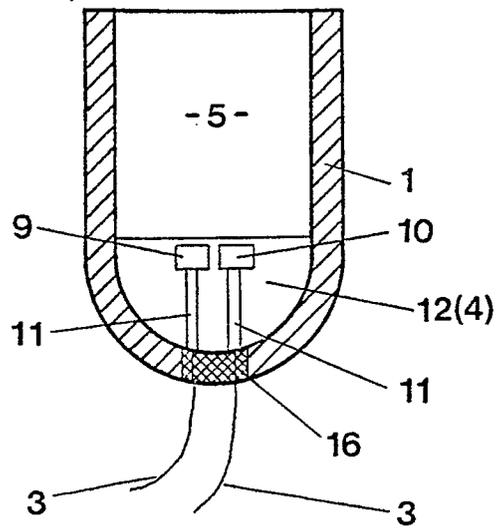


FIG. 3

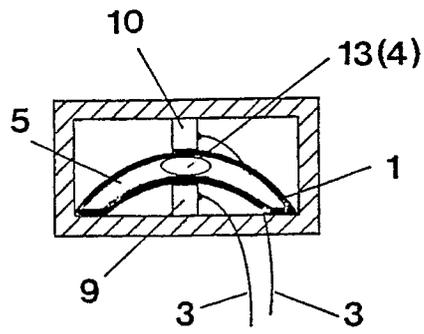


FIG. 4

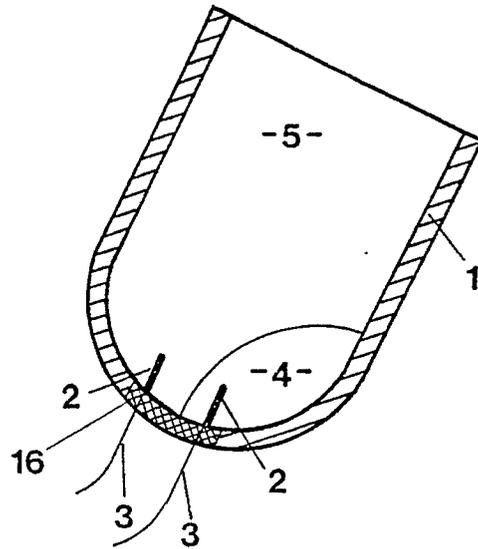


FIG. 5

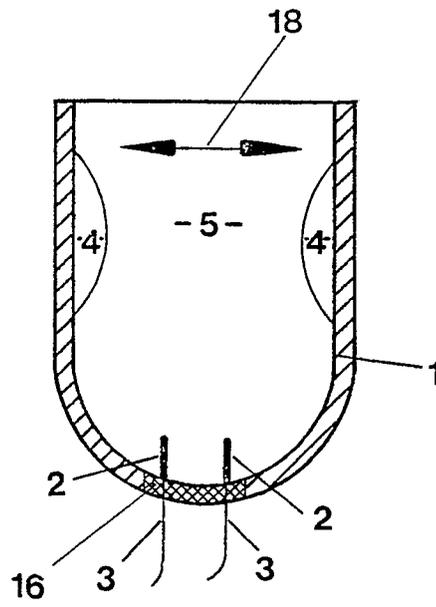


FIG. 6

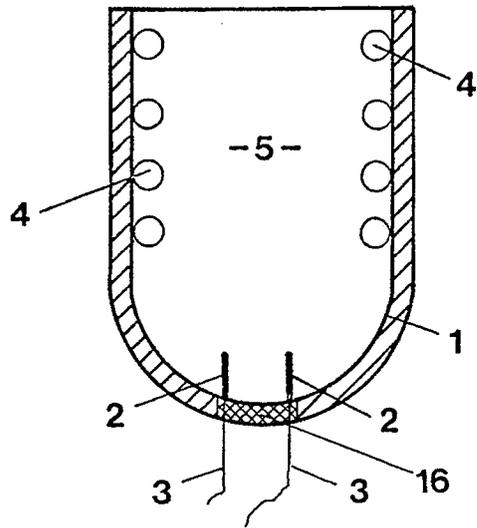


FIG. 7

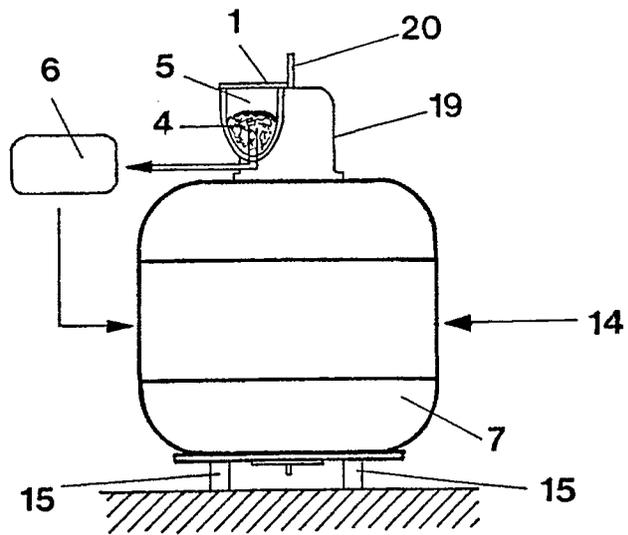


FIG. 8