

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 930 099 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**21.07.1999 Patentblatt 1999/29**(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **B04B 9/08**(21) Anmeldenummer: **99101002.6**(22) Anmeldetag: **18.01.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL LT LV MK RO SI**(30) Priorität: **19.01.1998 DE 19801767**(71) Anmelder: **Fresenius AG****61352 Bad Homburg v.d.H. (DE)**

(72) Erfinder:

- **Meisberger, Artur**  
**66606 Sankt Wendel (DE)**

• **Weber, Wolfram****66583 Spiesen-Elversberg (DE)**• **Lay, Carlo****66793 Saarwellingen (DE)**• **Witthaus, Friedrich****66606 Sankt Wendel (DE)**• **Kreber, Stefan****66113 Saarbrücken (DE)**• **Brass, Henning****66424 Homburg (DE)**(74) Vertreter: **Luderschmidt, Schüler & Partner GbR**
**Patentanwälte,**  
**John-F.-Kennedy-Strasse 4**  
**65189 Wiesbaden (DE)**

(54) **Zentrifuge, insbesondere gleitdichtungsfreie Durchflusszentrifuge zum Zentrifugieren biologischer Fluide**

(57) Eine Zentrifuge, insbesondere eine gleitdichtungsfreie Durchflußzentrifuge zum Zentrifugieren biologischer Fluide weist ein Gestell auf, an dem ein Rahmen (1) drehbar gelagert ist. An dem Drehrahmen (1) ist um dessen Achse eine Zentrifugenkammer (3) drehbar gelagert. Die Zentrifugenkammer (3) wird in der gleichen Drehrichtung wie der Rahmen (1) mit der doppelten Drehzahl angetrieben. Zur Übertragung des Drehmomentes auf die Zentrifugenkammer bzw. den Drehrahmen finden nach Art einer Kupplungsscheibe oder eines Zahnrades ausgebildete Kopplungselemente Verwendung, die mittels magnetischer Kräfte im Eingriff sind. Die Kraftübertragung erfolgt berührungslos und verschleißfrei. Eine Schmierung ist nicht erforderlich, wodurch auch die Ansammlung von Staub und Schmutz verringert wird. Darüber hinaus ist die Geräuschkentwicklung gering.

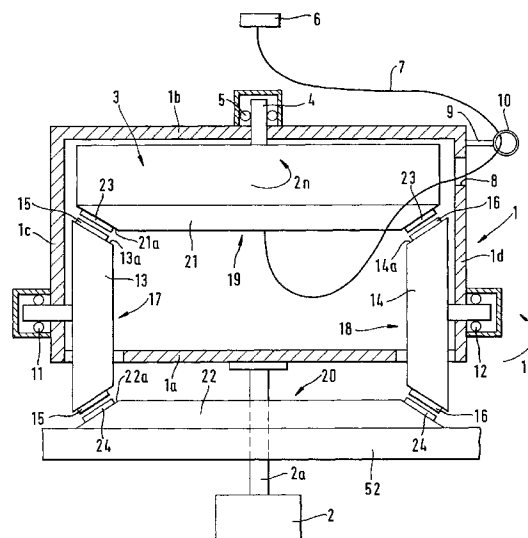


Fig. 1

EP 0 930 099 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge, insbesondere eine gleitdichtungsfreie Durchflußzentrifuge zum Zentrifugieren biologischer Fluide, beispielsweise Blut.

**[0002]** Bei einer derartigen Zentrifuge wird das biologische Fluid im Durchfluß zentrifugiert, wobei das Fluid über eine Leitung in die bzw. aus der rotierenden Zentrifugenkammer strömt. Wegen der Relativbewegung von Zentrifugenkammer und ortsfester Anschlußstelle der Leitung erweist sich die Leitungsführung als problematisch. Herkömmliche Durchflußzentrifugen machen von Drehkupplungen Gebrauch, um ein Verzwirnen oder Verdrillen der Leitung zu vermeiden. Die DE-A-32 42 541 beschreibt eine gleitdichtungsfreie Blutzentrifuge, bei der die Leitung in einer Schleife mit der halben Drehzahl der Zentrifugenkammer um diese herumgeführt wird. Hierzu ist die Leitung mit einem Drehrahmen verbunden, der gegenüber der Zentrifugenkammer mit halber Drehzahl rotiert. Zum Antrieb der Zentrifugenkammer und des Drehrahmens wird vorgeschlagen, den Drehrahmen mit einer Hohlwelle zu verbinden und den Antrieb für die Zentrifugenkammer mit einer sich durch die Hohlwelle erstreckenden Antriebswelle vorzunehmen. Zur Übertragung des Drehmoments von der Antriebswelle auf die Zentrifugenkammer findet bei der bekannten Zentrifuge ein Riemenantrieb Verwendung. Eine Blutzentrifuge mit einem Riemenantrieb ist auch aus der US-A-4 425 112 bekannt. Die WO 96/40322 beschreibt eine Blutzentrifuge, die sich durch einen sehr kompakten Aufbau auszeichnet. Der Antrieb der Zentrifugenkammer und des Leitungsmittelnehmers mit halber Drehzahl im gleichen Drehsinn wie die Kammer erfolgt über ein Zahnradgetriebe. Nachteilig sind die relativ großen Laufgeräusche der Zahnräder, die sowohl vom Spender als auch vom Personal als unangenehm empfunden werden. Zudem erfordert die Verwendung von Zahnrädern eine sehr genaue und damit aufwendige und teure Herstellung der Zentrifuge. Auch müssen die Zahnräder geschmiert werden, was nicht nur den Wartungsaufwand für die Zentrifuge erhöht, sondern auch zur Ansammlung von Staub und Verschmutzung führt. Daher sollte das Getriebe vollständig geschlossen sein. Die Anordnung des Getriebes in einem geschlossenen Gehäuse führt aber wiederum zu Problemen bei der Ableitung der entstehenden Verlustwärme. Darüber hinaus sind die Zahnräder einem stetigem Verschleiß unterworfen.

**[0003]** Die WO 96/04996 beschreibt eine Zentrifuge, deren Zentrifugenkammer als Rotor eines Elektromotors ausgebildet ist. Es handelt sich bei der bekannten Zentrifuge aber nicht um eine Durchflußzentrifuge, bei der sich das Problem des Verzwirnens oder Verdrillens der Leitung stellt.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gleitdichtungsfreie Zentrifuge mit geringen Laufgeräuschen zu schaffen, deren Antrieb weitgehend wartungs-

frei ist und die mit hohen Drehzahlen und verhältnismäßig geringer Antriebsleistung betrieben werden kann.

**[0005]** Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 bzw. 17 angegebenen Merkmalen.

**[0006]** Die erfindungsgemäße Zentrifuge umfaßt zwei Antriebsstränge, wobei der erste Antriebsstrang zur Übertragung des Drehmoments auf die Zentrifugenkammer und der zweite Antriebsstrang zur Übertragung des Drehmomentes auf den Drehrahmen dient. Der Antrieb der Zentrifugenkammer und des Drehrahmens kann dabei über einen gemeinsamen Motor oder getrennte Motoren erfolgen.

**[0007]** Der erste und/oder zweite Antriebsstrang weist zur Übertragung des Drehmoments im Abstand zueinander angeordnete Kopplungselemente auf, die derart beschaffen sind, daß das Drehmoment mittels magnetischer Kräfte übertragbar ist. Die Kraftübertragung erfolgt berührungslos und verschleißfrei. Eine Schmierung ist nicht erforderlich, wodurch auch die Ansammlung von Staub und Schmutz verringert wird. Darüber hinaus ist die Geräuschentwicklung gering. Von Vorteil ist auch, daß die Leitung zum Zuführen und/oder Abführen des Fluids durch den Spalt zwischen den Kopplungselementen geführt werden kann, so daß die räumliche Anordnung der Antriebsselemente vereinfacht ist. Die Kopplungselemente können mit der Zentrifugenkammer bzw. dem Drehrahmen einstückig sein. Sie können aber auch räumlich von der Zentrifugenkammer und dem Drehrahmen getrennt sein, wobei die Übertragung des Drehmomentes von dem jeweiligen Kopplungselement auf die Zentrifugenkammer bzw. den Drehrahmen über weitere Kopplungselemente, die magnetisch im Eingriff sind, oder weitere Getriebeglieder unterschiedlichster Ausbildung erfolgen kann. Die Magnete können an der Ober- oder Unterseite der Kupplungsscheiben befestigt sein. Sie können aber auch in die Kupplungsscheiben integriert bzw. einstückiger Bestandteil der Zentrifugenkammer sein. Beispielsweise können die Spalte zwischen den Magneten zur Erzielung glatter Oberflächen mit einer Vergußmasse ausgefüllt sein.

**[0008]** In Versuchen hat sich gezeigt, daß ein relativ großes Drehmoment insbesondere dann übertragen werden kann, wenn die Kopplungselemente Magnete aufweisen, die auf einer Kreislinie derart angeordnet sind, daß die Magnetpole benachbarter Magnete eines Kopplungselementes einander entgegengesetzt sind. Vorzugsweise sind die Magnete Permanentmagnete. Zur Übertragung des Drehmomentes können prinzipiell aber auch Elektromagnete Verwendung finden.

**[0009]** Die Kopplungselemente können nach Art einer Kupplungsscheibe ausgebildet sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Zentrifuge sind in dem ersten und/oder zweiten Antriebsstrang zwei um eine gemeinsame Achse drehbar gelagerte und nach Art einer Kupplungsscheibe ausgebildete Kopplungselemente vorgesehen, wobei die Magnete auf der Ober- oder Un-

terseite der Kopplungselemente entlang der Kreislinie einander gegenüberliegend angeordnet sind. Eine derartige Anordnung dient zur Übertragung von Drehmomenten bei fluchtenden Wellen des Antriebsstrangs.

**[0010]** Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß eine Übertragung eines relativ großen Drehmomentes selbst dann möglich ist, wenn die Kupplungsscheiben um zwei parallele Achsen drehbar gelagert sind, wobei die Magnete auf der Ober- oder Unterseite der Kopplungselemente nur entlang eines Teils der Kreislinie einander gegenüberliegend angeordnet sind. Eine derartige Anordnung dient zur Übertragung von Drehmomenten bei nicht fluchtenden Wellen.

**[0011]** Die Kopplungselemente können aber auch nach Art eines Zahnrades ausgebildet sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind in dem ersten und/oder zweiten Antriebsstrang der Zentrifuge zwei Kopplungselemente vorgesehen, die um rechtwinklig zueinander verlaufende Achsen drehbar gelagert sind. Die Kopplungselemente können als kegelstumpfförmige Körper ausgebildet sein, an deren Kegelflächen die Magnete angeordnet sind, oder die Kopplungselemente können als scheibenförmige Körper ausgebildet sein, wobei die Magnete an deren Oberseite- oder Unterseite angeordnet sind.

**[0012]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform haben die Magnete einen rechteckförmigen Querschnitt mit einer Schmalseite und einer Längsseite. An den kreisscheibenförmigen Kopplungselementen sind die Magnete vorzugsweise derart angeordnet, daß deren Längsachsen in radialer Richtung verlaufen. Diese Anordnung erlaubt die Übertragung eines besonders großen Drehmomentes bei geringem Winkelversatz. Der seitliche Abstand zwischen den Magneten eines Kopplungselements ist dann optimal, wenn dieser im wesentlichen dem Abstand zwischen dem Magneten des einen Kopplungselements und dem gegenüberliegenden Magneten des anderen Kopplungselements entspricht, das mit dem einen Kopplungselement magnetisch im Eingriff ist.

**[0013]** Bei einer alternativen Ausführungsform der Blutzentrifuge, die aber auf dem gleichen Prinzip beruht, nämlich dem Prinzip der magnetischen Kopplung, umfaßt die Zentrifuge einen Stator mit einer Spulenordnung zur Erzeugung eines ersten und eines zweiten Magnetfeldes sowie Mittel zur magnetischen Kopplung des Drehrahmens derart, daß die Zentrifugenkammer durch das erste Magnetfeld des Stators antreibbar ist und Mittel zur magnetischen Kopplung der Zentrifugenkammer derart, daß die Zentrifugenkammer durch das zweite Magnetfeld des Stators antreibbar ist. Die Magnetfelder des Stators sind derart ausgebildet, daß die Zentrifugenkammer mit der doppelten Drehzahl in der gleichen Drehrichtung wie der Drehrahmen angetrieben wird.

**[0014]** Der entscheidende Vorteil der alternativen Ausführungsform liegt in dem besonders kompakten Aufbau. Sie zeichnet sich weiterhin durch geringe Laufgeräusche sowie weitgehende Wartungsfreiheit aus

und kann mit hohen Drehzahlen und verhältnismäßig geringer Antriebsleistung betrieben werden.

**[0015]** Der Drehrahmen der Zentrifuge weist vorzugsweise eine obere und eine untere Tragplatte auf, wobei die Zentrifugenkammer an der oberen Tragplatte drehbar gelagert und der Stator zwischen der Zentrifugenkammer und der unteren Tragplatte angeordnet ist. Durch den Luftspalt zwischen Zentrifugenkammer und Stator kann die an die Zentrifugenkammer angeschlossene Leitung zu der ortsfesten Anschlußstelle geführt werden.

**[0016]** Die Mittel zur magnetischen Kopplung des Drehrahmens bzw. der Zentrifugenkammer sind vorzugsweise an dem Drehrahmen bzw. der Zentrifugenkammer angeordnete Permanentmagnete, die an der Unterseite der Zentrifugenkammer bzw. der unteren Tragplatte des Drehrahmens umfangsmäßig verteilt angeordnet sind, wobei die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete einander entgegengesetzt gerichtet sind. Der Antrieb der Zentrifugenkammer bzw. des Drehrahmens erfolgt mittels magnetischer Drehfelder, die von den Spulenelementen erzeugt werden.

**[0017]** Im folgenden werden mehrere Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

**[0018]** Es zeigen:

Figur 1 eine erste Ausführungsform einer Zentrifuge in schematischer Darstellung, wobei die Kopplungselemente nach Art eines Zahnrades ausgebildet sind,

Figur 2 eine zweite Ausführungsform der Zentrifuge in schematischer Darstellung, wobei die Kopplungselemente nach Art eines Zahnrades ausgebildet sind,

Figur 3 eine dritte Ausführungsform der Zentrifuge in schematischer Darstellung, wobei die Kopplungselemente nach Art einer Kupplungsscheibe ausgebildet sind,

Figur 4 die Anordnung der Magnete auf den Kupplungsscheiben,

Figur 5a eine vierte Ausführungsform einer Zentrifuge in schematischer Darstellung, wobei die Kopplungselemente nach Art einer Kupplungsscheibe ausgebildet sind,

Figur 5b eine Prinzipskizze zur Veranschaulichung der Anordnung der Magnete auf den Kupplungsscheiben der Zentrifuge von Figur 5a,

Figur 6a eine fünfte Ausführungsform der Zentrifuge in schematischer Darstellung, wobei die Kopplungselemente nach Art einer Kupplungsscheibe ausgebildet sind,

Figur 6b eine Prinzipskizze zur Veranschaulichung der Anordnung der Magnete auf den Kuppelungsscheiben der Zentrifuge von Figur 6a und

Figur 7 eine alternative Ausführungsform der Blut-zentrifuge, bei der die Zentrifugenkammer und der Drehrahmen mittels magnetischer Drehfelder angetrieben werden.

**[0019]** Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer gleitdichtungsfreien Zentrifuge zum Zentrifugieren biologischer Fluide, insbesondere Blut, in schematischer Darstellung. Die Zentrifuge weist einen Drehrahmen 1 mit einer unteren und oberen Tragplatte 1a, 1b sowie zwei Seitenteilen 1c, 1d, auf. Der Drehrahmen 1 wird von einem Elektromotor 2 angetrieben, dessen Abtriebswelle 2a mit der unteren Tragplatte 1a des Drehrahmens verbunden ist. In dem Drehrahmen ist eine Zentrifugenkammer 3 angeordnet, die um die vertikale Drehachse des Rahmens 1 drehbar ist. Die Zentrifugenkammer 3 weist an ihrer Oberseite eine Welle 4 auf, die in einem Lager 5 an der oberen Tragplatte 1b des Drehrahmens 1 gelagert ist. Sie kann aber auch oberhalb der oberen Tragplatte angeordnet sein.

**[0020]** Von einer ortsfesten Anschlußstelle 6 ist eine flexible Leitung 7, in der ein oder mehrere Schläuche zum Zuführen und Abführen des Blutes bzw. der Blutbestandteile in die Zentrifugenkammer 3 bzw. aus der Zentrifugenkammer zusammengefaßt sein können, um die Zentrifugenkammer herumgeführt und an der Unterseite der Kammer angeschlossen. Die Leitung 7 erstreckt sich durch eine mittlere Ausnehmung 8 des Drehrahmens 1. An einem Seitenteil 1d des Drehrahmens 1 ist eine Leitungsstütze 9 angebracht, die in einer Öse 10 endet, in der die Leitung 7 fixiert ist. Die Leitung kann aber auch lose geführt sein, ohne daß sie mit dem Drehrahmen verbunden ist.

**[0021]** An den Seitenteilen 1c, 1d des Drehrahmens 1 sind in den Lagern 11, 12 zwei Trägerscheiben 13, 14 in Form eines flachen Kegelstumpfes um eine gemeinsame horizontale Achse drehbar gelagert, an deren Kegelflächen 13a, 14a in gleichbleibenden Abständen Permanentmagnete 15, 16 befestigt sind. Die Trägerscheiben 13, 14 selbst bestehen vorzugsweise aus ferromagnetischen Material. Die Magnete 15, 16 sind an den Umfangsflächen 13a, 14a der Trägerscheiben 13, 14 derart angeordnet, daß die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete einer Trägerscheibe einander entgegengesetzt gerichtet sind. Die Trägerscheiben 13, 14 mit den Magneten 15, 16 stellen nach Art eines Zahnrades ausgebildete Kopplungselemente 17, 18 dar, die mit weiteren Kopplungselementen unter Bildung eines Getriebes im magnetischen Eingriff sind.

**[0022]** Die an den Seitenteilen 1c, 1d des Drehrahmens 1 drehbar gelagerten Kopplungselemente 17, 18 sind einerseits im magnetischen Eingriff mit einem dritten Kopplungselement 19, das an der Unterseite der

Zentrifugenkammer 3 befestigt ist, und andererseits mit einem vierten Kopplungselement 20, das mit einem ortsfesten Gestell 52 verbunden ist. Während die Trägerscheiben 13, 14 der vertikalen Kopplungselemente 17, 18 jeweils eine gradzahlige Anzahl von Magneten tragen, sind an den Kegelflächen 21a und 22a der ferromagnetischen Trägerscheiben 21 und 22 der horizontalen Kopplungselemente 19 und 20 jeweils gleiche ebenfalls gradzahlige Anzahl von Magneten 23 und 24 in gleichbleibenden Abständen umfangsmäßig verteilt befestigt.

**[0023]** Der Antrieb der Zentrifugenkammer 3 und des Drehrahmens 1 arbeitet wie folgt. Der Elektromotor 2 treibt den Drehrahmen 1 mit der Drehzahl  $n$  an. Die vertikalen Kopplungselemente 17, 18, die mit dem drehfesten horizontalen Kopplungselement 20 magnetisch im Eingriff sind, werden durch die Rotation des Drehrahmens 1 in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben. Die vertikalen Kopplungselemente 17, 18 treiben wiederum das mit der Zentrifugenkammer 3 verbundene horizontale Kopplungselement 19 in der gleichen Drehrichtung, aber mit doppelter Drehzahl an. Da der Drehrahmen 1 die Leitung 7 mit der halben Drehzahl wie die Zentrifugenkammer 3 um die Kammer bewegt, wird ein Verdrillen der Leitung vermieden.

**[0024]** Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der Zentrifuge in schematischer Darstellung. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von der unter Bezugnahme auf die Figur 1 beschriebenen Ausführungsform dadurch, daß die Trägerscheiben der Kopplungselemente zylindrisch sind und nur ein vertikales Kopplungselement an dem Seitenteil des Drehrahmens gelagert ist, wobei der Drehrahmen an der dem vertikalen Kopplungselement gegenüberliegenden Seite geöffnet ist. Der seitlich geöffnete Drehrahmen erleichtert die Überwachung der Phasengrenze in der Zentrifugenkammer.

**[0025]** Der Drehrahmen 25 besteht bei dieser Ausführungsform aus einer unteren Rahmenhälfte 26 und einer oberen Rahmenhälfte 27, wobei die obere Rahmenhälfte 27 um eine Achse schwenkbar an der unteren Rahmenhälfte 26 befestigt ist, so daß der Drehrahmen aufklappbar ist.

**[0026]** In dem Lager 28 der oberen Rahmenhälfte 27 ist die Welle 29 der Zentrifugenkammer 30 drehbar gelagert, die mit der horizontalen Trägerscheibe 31 verbunden ist, an deren Umfangsfläche die Magnete 32 in gleichbleibenden Abständen umfangsmäßig verteilt befestigt sind. Die Trägerscheibe 33 des vertikalen Kopplungselements 34, das in dem Lager 35 an der unteren Rahmenhälfte 26 drehbar gelagert ist, trägt die Magnete 36 an seiner Oberseite entlang des Umfangs in gleichbleibenden Abständen. Das vertikale Kopplungselement 34 ist einerseits magnetisch mit dem an der Zentrifugenkammer 30 angebrachten Kopplungselement 37 und dem an dem ortsfesten Gestell 38 befestigten Kopplungselement 39 im Eingriff, das wie das Kopplungselement 37 der Zentrifugenkammer 30 ausgebil-

det ist.

**[0027]** Der Antrieb der Zentrifugenkammer 30 und des Drehrahmens 25 erfolgt mit dem gleichen Elektromotor 40, dessen Abtriebswelle 41 an der unteren Rahmenhälfte 26 des Drehrahmens 25 befestigt ist. Wenn der Elektromotor 40 den Drehrahmen 25 mit der Drehzahl  $n$  antreibt, dreht sich die Zentrifugenkammer 30 mit der doppelten Drehzahl  $2n$  in gleicher Drehrichtung. Die Leitung zum Zuführen und Abführen der Flüssigkeiten in bzw. aus der Zentrifugenkammer ist in Figur 2 nicht dargestellt.

**[0028]** Figur 3 zeigt eine Prinzipskizze eines Zentrifugenantriebs, bei der die Kopplungselemente als Kupplungsscheiben ausgebildet sind. Der Drehrahmen 42 ist um eine vertikale Achse an einem nicht dargestellten Gestell drehbar gelagert. An der unteren Tragplatte 42a des Drehrahmens 42 ist eine Hohlwelle 43 befestigt, die eine Riemenscheibe 44 trägt, von der ein Treibriemen 45 zu einer an der Abtriebswelle 46 eines Elektromotors 47 befestigten Riemenscheibe 48 führt.

**[0029]** Die Zentrifugenkammer 49 ist wie bei den unter Bezugnahme auf die Figuren 1 und 2 beschriebenen Ausführungsbeispielen mit einem Lager 78 an der oberen Tragplatte 42b des Drehrahmens 42 drehbar gelagert. An der Unterseite der Zentrifugenkammer 49 ist eine kreisscheibenförmige Trägerplatte 50 befestigt, an der in gleichbleibenden Abständen umfangsmäßig verteilt Magnete 51 derart angebracht sind, daß die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete einander entgegengesetzt gerichtet sind. Mit der ersten Kupplungsscheibe 53 ist eine zweite Kupplungsscheibe 54 gleichen Aufbaus mit den Magneten 54a magnetisch im Eingriff. Diese ist an einer Abtriebswelle 55 befestigt, die sich durch die Hohlwelle 43 des Drehrahmens 42 erstreckt und in einem Lager 56, das in die Hohlwelle 43 eingesetzt ist, um die Achse des Drehrahmens 42 drehbar gelagert ist. Die Abtriebswelle 55 trägt eine Riemenscheibe 57, von der ein Treibriemen 58 zu einer Riemenscheibe 58 führt, die an der Abtriebswelle 46 des Elektromotors 47 befestigt ist. Die Riemenscheibe 44 der Hohlwelle 43 hat den doppelten Durchmesser wie die Riemenscheibe 56 der Abtriebswelle 55, während die an der Abtriebswelle 46 des Elektromotors 47 befestigten Riemenscheiben 48, 58 den gleichen Durchmesser haben, so daß der Drehrahmen 42 mit der halben Drehzahl wie die Abtriebswelle 55 der Kupplungsscheibe 54 in der gleichen Drehrichtung angetrieben wird. Die an der Abtriebswelle 55 befestigte Kupplungsscheibe 54, die mit der an der Zentrifugenkammer 49 angebrachten Kupplungsscheibe 53 magnetisch im Eingriff ist, treibt dann die Zentrifugenkammer ebenfalls mit doppelter Drehzahl wie der Drehrahmen in der gleichen Drehrichtung an. Die Leitung 59 zum Zuführen und Abführen des Blutes bzw. der Blutbestandteile in die bzw. aus der Zentrifugenkammer ist durch den Luftspalt zwischen den Kupplungsscheiben 53, 54 zu der ortsfesten Anschlußstelle 59a geführt.

**[0030]** Ein Schnitt durch zwei Kupplungsscheiben 60,

61, die magnetisch im Eingriff sind, zeigt Figur 4a. Figur 4b zeigt eine der Kupplungsscheiben 61 in der Draufsicht. An der Unterseite der Trägerplatte 62 der oberen Kupplungsscheibe 60 sind die Magnete 62a, 62b in gleichbleibenden Abständen umfangsmäßig verteilt angeordnet, wobei die Magnetpole einander benachbarter Magnete entgegengesetzt gerichtet sind. Die Trägerplatte 63 des unteren Kupplungselements 61 trägt die Magnete 63a, 63b an ihrer Oberseite. Die Magnetpole sind in Figur 1 mit Nord N und Süd S bezeichnet. Wenn die Kupplungsscheiben 60, 61 im magnetischen Eingriff sind, sind die Magnete beider Kupplungsscheiben derart ausgerichtet, daß jeweils Magnete entgegengesetzter Polarität sich gegenüberliegen. Es hat sich in Versuchen gezeigt, daß ein besonders großes Drehmoment bei geringem Winkelversatz dann übertragen werden kann, wenn die Magnete einen rechtwinkligen Querschnitt mit der Längsseite 63c und der Schmalseite 63d haben. Die Magnete sind auf den Trägerscheiben entlang des Umfangs derart angeordnet, daß sich deren Längsachsen 63e im Mittelpunkt 61a der Trägerscheiben 63 schneiden. Die Drehmomentübertragung ist dann optimal, wenn der Abstand  $a$  zwischen den Magneten der sich gegenüberliegenden Kupplungsscheiben 60, 61 im wesentlichen gleich dem Abstand  $b$  zwischen den benachbarten Magneten einer Kupplungsscheibe ist.

**[0031]** Die Figuren 5a und 5b zeigen eine weitere Ausführungsform der Blutzentrifuge in schematischer Darstellung. Die Blutzentrifuge weist ein ortsfestes Gestell 65 und einen Rahmen 66 auf, der aus einer zylindrischen unteren Rahmenhälfte 66a und einer zylindrischen, oberen Rahmenhälfte 66b besteht, die einen kleineren Durchmesser als die untere Rahmenhälfte 66a aufweist. Die untere Rahmenhälfte 66a ist mit einem Kugellager 72 um eine vertikale Achse drehbar an dem ortsfesten Gestell 65 gelagert. Die obere Rahmenhälfte 66b nimmt die Zentrifugenkammer 68 auf, deren Welle 68a mit einem Kugellager 70 an der oberen Platte des Drehrahmens 66 um die Achse des Rahmens drehbar gelagert ist. An der Unterseite der Zentrifugenkammer 68 ist ein Kopplungselement 69 befestigt, daß nach Art einer Kupplungsscheibe ausgebildet ist. Die Kupplungsscheibe 69 weist eine zylindrische ferromagnetische Trägerplatte 64 auf, an deren Unterseite in gleichbleibenden Abständen eine gradzahlige Anzahl, beispielsweise kreisscheibenförmiger Magnete 64a umfangsmäßig mit wechselnder Polarität N, S verteilt angeordnet sind (Figur 5b). Die Leitung 71 zum Zuführen bzw. Abführen des Blutes bzw. der Blutbestandteile ist durch eine seitliche Öffnung des Rahmens zu der ortsfesten Anschlußstelle geführt. In einem Lager 67 des ortsfesten Gestells 65 ist eine Abtriebswelle 73 gelagert, die von einem Elektromotor eines nicht dargestellten Antriebs angetrieben wird. Die seitlich zu der Drehachse des Rahmens 66 versetzt angeordnete Abtriebswelle 73 ist mit einem zweiten nach Art einer Kupplungsscheibe ausgebildeten Kopplungselement 74 verbunden,

das in der unteren Rahmenhälfte 66a angeordnet ist. Die zweite Kupplungsscheibe 74 weist eine ferromagnetische Trägerscheibe 75 mit einem größeren Durchmesser als die Trägerscheibe 64 der ersten Kupplungsscheibe 69 auf. An deren Oberseite befindet sich eine gradzahlige Menge von Magneten 76, deren Anzahl um 50% größer ist, als die Anzahl der Magnete 64. Die zweite Kupplungsscheibe 74 ist einerseits mit der ersten Kupplungsscheibe 69 über einen Teil ihres Umfangs magnetisch im Eingriff. Andererseits ist die zweite Kupplungsscheibe 74 über einen Teil ihres Umfangs mit dem Drehrahmen 66 magnetisch im Eingriff, an dessen Umfang in gleichbleibenden Abständen die Magnete 77 in doppelter Anzahl wie die Magnete 64a derart befestigt sind, daß die Magnetpole N, S jeweils benachbarte Magnete einander entgegengesetzt sind.

**[0032]** Der Antrieb der Zentrifuge arbeitet wie folgt. Die zweite Kupplungsscheibe 74, die mit der Drehzahl  $1,5n$  angetrieben wird, treibt einerseits die mit der Zentrifugenkammer 68 verbundene erste Kupplungsscheibe 69 mit der Drehzahl  $2n$  und andererseits den Drehrahmen 66 mit der Drehzahl  $n$  in der gleichen Drehrichtung wie die Zentrifugenkammer 68 an.

**[0033]** Die Figuren 6a und 6b zeigen eine weitere Ausführungsform der Blutzentrifuge. Die Blutzentrifuge weist ein ortsfestes Gestell 80 und einen Rahmen 81 auf. Die untere Rahmenhälfte 81a ist mit einem Kugellager 82 um eine vertikale Achse drehbar an dem ortsfesten Gestell 80 gelagert. Die obere Rahmenhälfte 81b, die schwenkbar an der unteren Rahmenhälfte 81a befestigt oder mit der unteren Rahmenhälfte einstückig ist, nimmt die Zentrifugenkammer 83 auf, deren Welle 84a an der oberen Platte des Rahmens 81 um dessen Drehachse drehbar gelagert ist. An der Unterseite der Zentrifugenkammer ist ein erstes Kopplungselement 84 befestigt, das als Kupplungsscheibe mit einer gradzahligen Anzahl von Magneten 85 ausgebildet ist. Die Leitung 86 zum Zuführen bzw. Abführen des Blutes bzw. der Blutbestandteile ist durch eine seitliche Öffnung des Drehrahmens zu der ortsfesten Anschlußstelle geführt. Im Abstand zu der ersten Kupplungsscheibe 84 ist an einer Zwischenwand 81c des Rahmens 81 eine zweite Kupplungsscheibe 87 gleichen Durchmessers wie die erste Kupplungsscheibe 84 um die Drehachse des Rahmens drehbar gelagert. Die zweite Kupplungsscheibe 87 ist mit zwei Koppelstangen 88a, 88b mit einem dritten Kopplungselement 89 verbunden, das ebenfalls als Kupplungsscheibe ausgebildet ist. Die Koppelstangen 88a, 88b sind einerseits an zwei gegenüberliegenden Punkten einer Kreislinie gelenkig mit der zweiten Kupplungsscheibe 87 und andererseits an zwei gegenüberliegenden Punkten einer Kreislinie gleichen Durchmessers an der dritten Kupplungsscheibe 89 angelenkt (Fig. 6b). Die dritte Kupplungsscheibe 89 weist an ihrer Unterseite eine gradzahlige Anzahl von Magneten 90 auf und ist über einen Teil ihres Umfangs mit dem Drehrahmen 81 magnetisch im Eingriff, an dessen unterer Platte in gleichbleibenden Abständen umfangsmäßig verteilt an-

geordnete Magnete 91 in doppelter Anzahl wie die Magnete 90 befestigt sind. Die dritte Kupplungsscheibe 89 ist mit einer Antriebswelle 92 verbunden, die von einem Elektromotor eines nicht dargestellten Antriebs angetrieben wird.

**[0034]** Der Antrieb der Blutzentrifuge arbeitet wie folgt. Die mit der dritten Kupplungsscheibe 89 verbundene Antriebswelle 92 wird mit der Drehzahl  $2n$  angetrieben. Die dritte Kupplungsscheibe 89 treibt einerseits den Rahmen 81 mit der Drehzahl  $n$  und andererseits über die Koppelstangen 88a, 88b die zweite Kupplungsscheibe 87 mit der Drehzahl  $2n$  an, die wiederum die mit der Zentrifugenkammer 83 verbundene erste Kupplungsscheibe 84 mit der doppelten Drehzahl  $2n$  wie der Rahmen 81 in der gleichen Drehrichtung antreibt.

**[0035]** Figur 7 zeigt eine alternative Ausführungsform der Blutzentrifuge in schematischer Darstellung. Die Blutzentrifuge weist ein Gestell 130 auf, an dem ein Drehrahmen 131 drehbar gelagert ist. Der Drehrahmen 131 besteht aus einer unteren Rahmenhälfte 131a mit einer unteren Tragplatte 131b und zwei Seitenwänden 131c, 131d und einer oberen Rahmenhälfte 131e mit einer oberen Tragplatte 131f und zwei Seitenwänden 131g, 131h. An zwei gegenüberliegenden Seiten ist der Drehrahmen offen. Die untere Tragplatte 131b des Drehrahmens 131 ist an einer vertikalen Achse 132 mit einem Rollenlager 133 drehbar gelagert, die sich von dem Gestell 130 in den Rahmen 131 erstreckt. An der oberen Tragplatte 131f des Drehrahmens 131 ist mit einem Rollenlager 134 eine Zentrifugenkammer 135 um die Achse des Drehrahmens drehbar gelagert. An der Unterseite der Zentrifugenkammer 135 sind Permanentmagnete 136 auf einer Kreislinie in gleichbleibenden Abständen umfangsmäßig verteilt befestigt, wobei die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete einander entgegengesetzt gerichtet sind. Insofern entspricht die Zentrifugenkammer in ihrem Aufbau den oben beschriebenen Zentrifugenkammern.

**[0036]** Von einer ortsfesten Anschlußstelle 137 ist eine flexible Leitung 138, in der ein oder mehrere Schläuche zum Zuführen und Abführen des Blutes bzw. der Blutbestandteile in die Zentrifugenkammer 135 bzw. aus der Zentrifugenkammer zusammengefaßt sein können, um die Zentrifugenkammer herumgeführt und an der Unterseite der Kammer angeschlossen. Die Leitung 138 erstreckt sich durch den seitlich geöffneten Drehrahmen 131. An einem Seitenteil 131h des Drehrahmens 131 ist eine Leitungsstütze 139 angebracht, die in einer Öse 140 endet, in der die Leitung fixiert ist. Die Leitung 138 kann aber auch lose geführt sein, ohne daß sie mit dem Drehrahmen 131 verbunden ist.

**[0037]** An der vertikalen Welle 132 des Gestells 130 ist eine Platte 141 befestigt, die eine Spulenanordnung 142 trägt. An der Oberseite der Platte 141 ist eine erste Spule 142a befestigt, während an der Unterseite der Platte eine zweite Spule 142b befestigt ist. Die beiden Spulen 142a, 142b sind über elektrischen Verbindungsleitungen 143 an einer Steuereinheit 144 im Gestell 130

der Blutzentrifuge angeschlossen.

**[0038]** An der unteren Tragplatte 131b des Drehrahmens 131 sind im Abstand zu der zweiten Spule 142b weitere Permanentmagnete 145 auf einer Kreislinie in gleichbleibenden Abständen umfangsmäßig verteilt angeordnet, wobei die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete einander entgegengesetzt gerichtet sind.

**[0039]** Die Blutzentrifuge arbeitet wie folgt. Die erste Spule 142a erzeugt ein erstes magnetisches Drehfeld, so daß die Zentrifugenkammer 135 angetrieben wird, während die zweite Spule 142b ein zweites magnetisches Drehfeld erzeugt, das den Drehrahmen 131 antreibt. Die erste und zweite Spule 142a, 142b werden von der Steuereinheit 144 derart angesteuert, daß die Zentrifugenkammer 135 mit der doppelten Drehzahl 2n in der gleichen Drehrichtung wie der Drehrahmen 131 angetrieben wird. Da sich die seitlich aus dem Drehrahmen herausgeführte Leitung 138 nur mit der halben Drehzahl wie die Zentrifugenkammer um dieselbe dreht, wird ein Verdrillen der Leitung verhindert.

## Patentansprüche

### 1. Zentrifuge mit

- einem Gestell (21), an dem ein Rahmen (1) drehbar gelagert ist,
- einer Separationseinheit (3), die an dem Drehrahmen (1) drehbar gelagert ist,
- einem ersten Antriebsstrang zur Übertragung des Drehmomentes auf die Separationseinheit (3),
- einer Leitung (7) zum Zuführen und/oder Abführen mindestens eines Fluids, die von einer ortsfesten Anschlußstelle (6) um die Separationseinheit (3) herumgeführt und an einer der ortsfesten Anschlußstelle abgewandten Seite der Separationseinheit (3) an die Separationseinheit (3) angeschlossen ist und
- einem zweiten Antriebsstrang zur Übertragung eines zweiten Drehmomentes auf den Drehrahmen (1), wobei die Separationseinheit (3) und der Drehrahmen (1) derart angetrieben sind, daß sich die Separationseinheit (3) mit doppelter Drehzahl in gleichem Drehsinn wie der Drehrahmen (1) dreht,

dadurch gekennzeichnet,  
daß der erste und/oder zweite Antriebsstrang im Abstand zueinander angeordnete Kopplungselemente (17 bis 20) aufweist, die derart beschaffen sind, daß die Drehmomente mittels magnetischer Kräfte übertragbar sind.

2. Zentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplungselemente Magnete (15), (16) aufweisen, die auf einer Kreislinie derart angeordnet sind, daß die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete eines Kopplungselements einander entgegengesetzt gerichtet sind.

3. Zentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplungselemente (17 bis 20) als kreisscheibenförmige Körper ausgebildet sind.

4. Zentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten und/oder zweiten Antriebsstrang zwei um eine gemeinsame Achse drehbar gelagerte Kopplungselemente (53), (54) magnetisch im Eingriff sind, wobei die Magnete (51), (54a) auf der Ober- oder Unterseite der Kopplungselemente entlang der Kreislinie angeordnet sind.

5. Zentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten und/oder zweiten Antriebsstrang zwei um zwei parallele Achsen drehbar gelagerte Kopplungselemente (69), (74) magnetisch im Eingriff sind, wobei die Magnete (64a), (76) auf der Ober- oder Unterseite der Kopplungselemente entlang der Kreislinie angeordnet sind.

6. Zentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten und/oder zweiten Antriebsstrang zwei um zwei rechtwinklig zueinander verlaufende Achse drehbar gelagerte Kopplungselemente (17), (19) vorgesehen sind, wobei die Magnete (15), (23) auf den Umfangsflächen der Kopplungselemente entlang der Kreislinie angeordnet sind.

7. Zentrifuge nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem ersten und/oder zweiten Antriebsstrang zwei um zwei rechtwinklig zueinander verlaufende Achsen angeordnete Kopplungselemente (34), (37) vorgesehen sind, wobei die Magnete (32) des einen Kopplungselementes (34) an dessen Umfangsfläche und die Magnete (37) des anderen Kopplungselementes (33) an dessen Ober- oder Unterseite entlang der Kreislinie angeordnet sind.

8. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (64a), (76) einen kreisförmigen Querschnitt haben.

9. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (63a), (63b) einen rechteckförmigen Querschnitt mit einer Schmalseite (63c) und einer Längsseite (63d) haben, wobei die Magnete derart an den Kopplungselementen angeordnet sind, daß deren Längsachsen in radialer Richtung verlaufen.

10. Zentrifuge nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der seitliche Abstand (b) zwischen den Magneten (62a), (62b) eines Kopplungselements (60) im wesentlichen dem Abstand (a) zwischen dem Magneten (62a) des einen Kopplungselements (60) und dem gegenüberliegenden Magneten (63a) des anderen Kopplungselements (62) entspricht, mit dem das eine Kopplungselement magnetisch im Eingriff ist.
11. Zentrifuge nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Separationseinheit (3) mit einem ersten Kopplungselement (19) verbunden ist, das mit einem zweiten Kopplungselement (17) magnetisch im Eingriff ist, das um eine quer zu der Achse des Drehrahmens verlaufenden Achse drehbar an dem Drehrahmen gelagert ist, wobei das zweite Kopplungselement mit einem dritten Kopplungselement (20) magnetisch im Eingriff ist, das an dem Gestell (21) konzentrisch zu dem ersten Kopplungselement befestigt ist.
12. Zentrifuge nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein viertes Kopplungselement (14) an der dem zweiten Kopplungselement gegenüberliegenden Seite um eine quer zu der Achse des Drehrahmens (1) verlaufenden Achse an dem Drehrahmen drehbar gelagert ist, das mit dem ersten Kopplungselement (19) und mit dem dritten Kopplungselement (20) magnetisch im Eingriff ist.
13. Zentrifuge nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehrahmen (42) über eine Hohlwelle (43) antreibbar ist, in der koaxial eine Antriebswelle (55) drehbar gelagert ist, die mit einem ersten Kopplungselement (54) verbunden ist, und das eine zweite Kopplungselement (53) mit der Separationseinheit (49) verbunden ist, das mit dem ersten Kopplungselement magnetisch im Eingriff ist.
14. Zentrifuge nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Separationseinheit (68) mit einem ersten Kopplungselement (69) verbunden ist, das in dem Drehrahmen (66) ein zweites Kopplungselement (74) um eine zu der Achse des Drehrahmens parallele Achse drehbar angeordnet ist, das mit dem ersten Kopplungselement magnetisch im Eingriff ist, wobei der Durchmesser des zweiten Kopplungselements größer als der Durchmesser des ersten Kopplungselements ist, und daß der Drehrahmen als drittes Kopplungselement ausgebildet ist, mit dem das zweite Kopplungselement magnetisch im Eingriff ist.
15. Zentrifuge nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Separationseinheit (83) mit einem ersten Kopplungselement (84) verbunden ist, daß in dem Drehrahmen (81) ein zweites Kopplungselement (87) um die Achse des Drehrahmens drehbar gelagert ist, das mit dem ersten Kopplungselement im magnetischen Eingriff ist, daß ein drittes Kopplungselement (89) um eine zu der Achse des Drehrahmens parallele Achse in dem Drehrahmen drehbar gelagert ist, daß über Getriebeglieder (88a), (88b) mit dem zweiten Kopplungselement verbunden ist, und daß der Drehrahmen als viertes Kopplungselement ausgebildet ist, das mit dem dritten Kopplungselement magnetisch im Eingriff ist.
16. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Separationseinheit (3) in dem Drehrahmen (1) angeordnet ist.
17. Zentrifuge mit
- einem Gestell (21), an dem ein Rahmen (1) drehbar gelagert ist,
  - einer Separationseinheit (3), die an dem Drehrahmen (1) drehbar gelagert ist,
  - einem ersten Antriebsstrang zur Übertragung des Drehmomentes auf die Separationseinheit (3),
  - einer Leitung (7) zum Zuführen und/oder Abführen mindestens eines Fluids, die von einer ortsfesten Anschlußstelle (6) um die Separationseinheit (3) herumgeführt und an einer der ortsfesten Anschlußstelle abgewandten Seite der Separationseinheit (3) an die Separationseinheit (3) angeschlossen ist und
  - einem zweiten Antriebsstrang zur Übertragung eines zweiten Drehmomentes auf den Drehrahmen (1), wobei die Separationseinheit (3) und der Drehrahmen (1) derart angetrieben sind, daß sich die Separationseinheit (3) mit doppelter Drehzahl in gleichem Drehsinn wie der Drehrahmen (1) dreht,
- dadurch gekennzeichnet,  
daß der erste und/oder der zweite Antriebsstrang mindestens einen Stator (143) mit einer ersten und/oder zweiten Spulenordnung (142) und Mittel (145/136) zur magnetischen Kopplung aufweist, die derart beschaffen sind, daß die Drehmomente mittels magnetischer Kräfte übertragbar sind.
18. Zentrifuge nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehrahmen (131) eine obere und eine untere Tragplatte (131b), (131f) umfaßt, wobei die Separationseinheit (135) an der oberen Tragplatte drehbar gelagert ist und der Stator (143)

mit der ersten und/oder zweiten Spulenanordnung (142) zwischen der oberen und unteren Tragplatte angeordnet ist.

19. Zentrifuge nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur magnetischen Kopplung an der Separationseinheit (135) vorgesehene Permanentmagnete (136) sind, wobei die erste Spulenanordnung (142a) zur Übertragung des Drehmomentes auf die Separationseinheit ein erstes Drehfeld erzeugt. 5  
10
20. Zentrifuge nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (136) in gleichbleibenden Abständen an der Unterseite der Separationseinheit (135) umfangsmäßig verteilt angeordnet sind, wobei die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete einander entgegengesetzt gerichtet sind. 15  
20
21. Zentrifuge nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur magnetischen Kopplung an dem Drehrahmen (131) vorgesehene Permanentmagnete (145) sind, wobei die zweite Spulenanordnung (142b) zur Übertragung des Drehmomentes auf den Drehrahmen ein zweites Drehfeld erzeugt. 25
22. Zentrifuge nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (145) in gleichbleibenden Abständen an der unteren Tragplatte (131b) des Drehrahmens (131) umfangsmäßig verteilt angeordnet sind, wobei die Magnetpole jeweils benachbarter Magnete einander entgegengesetzt gerichtet sind. 30  
35
23. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die untere Tragplatte (131b) des Drehrahmens (131) an einem sich in den Drehrahmen erstreckenden Stützkörper (132) drehbar gelagert ist, an dem der Stator (143) befestigt ist. 40  
45  
50  
55

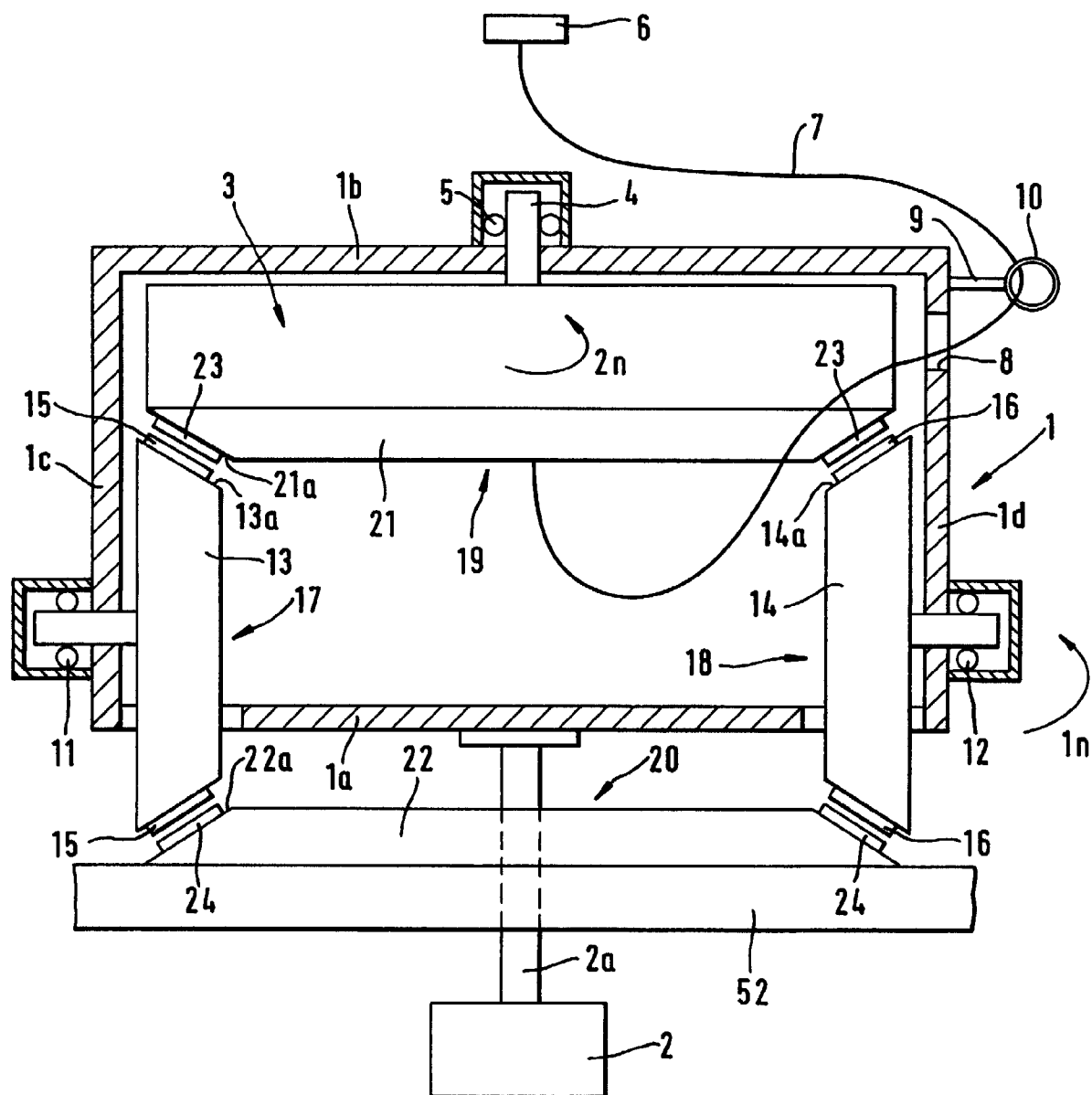


Fig. 1

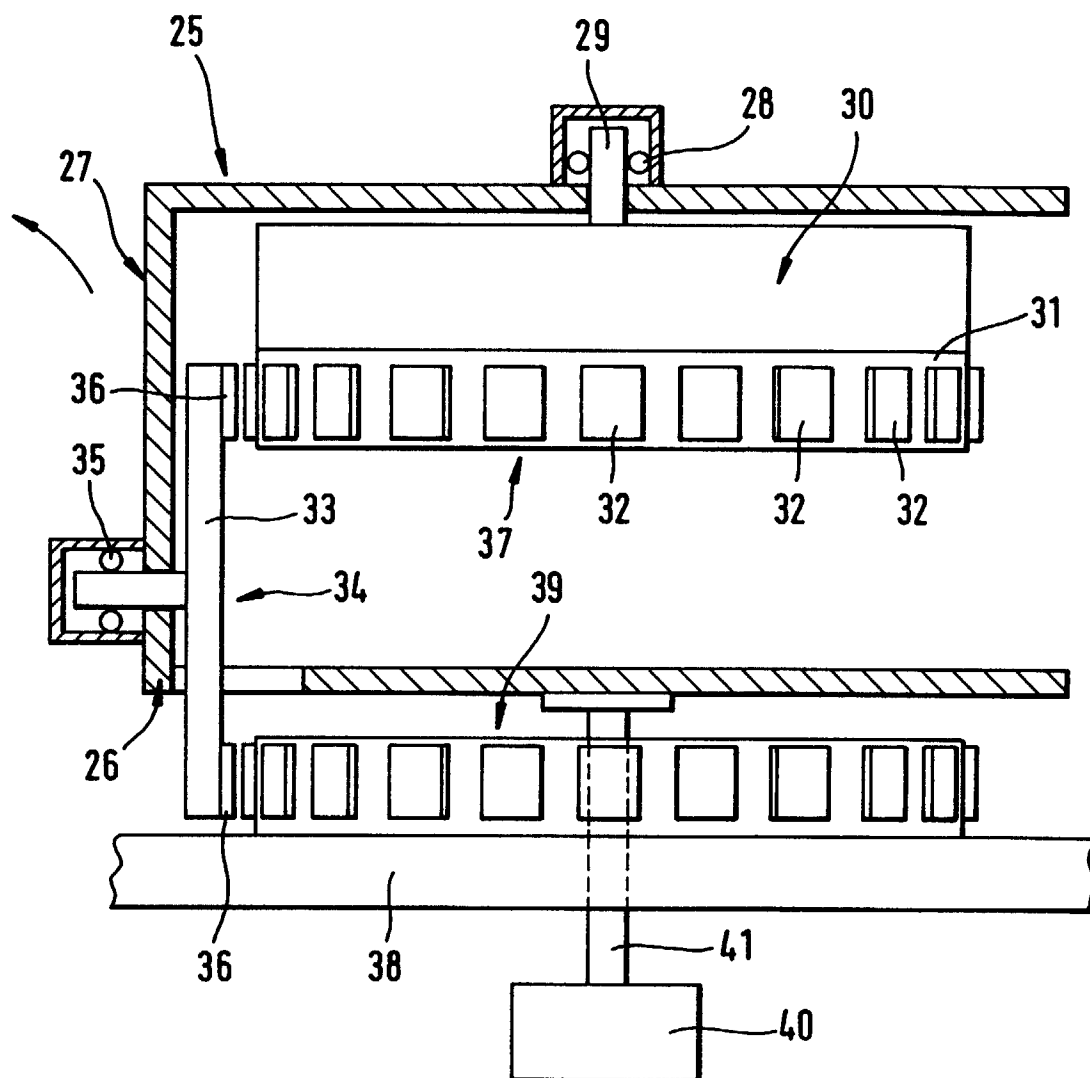
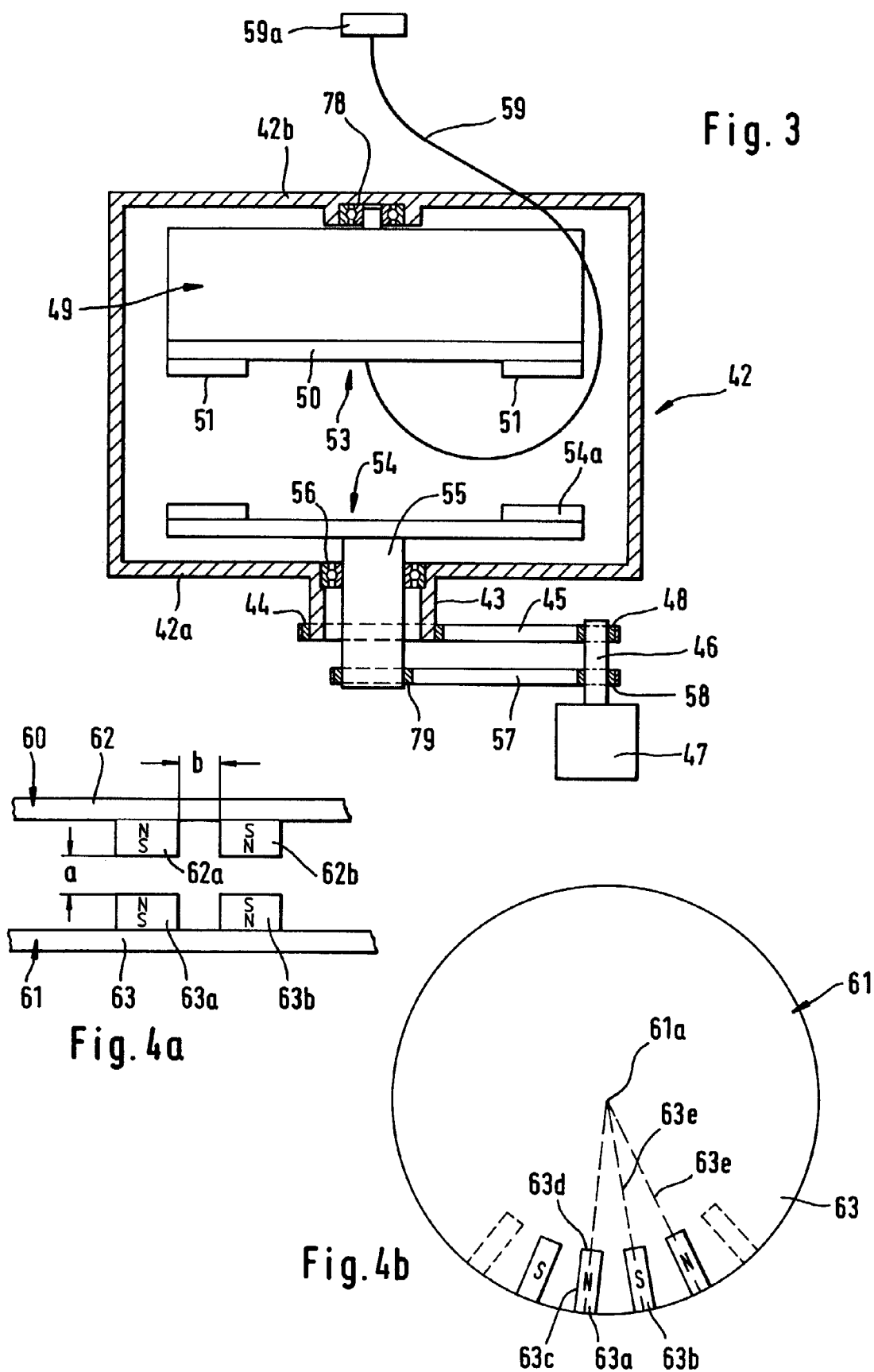


Fig. 2



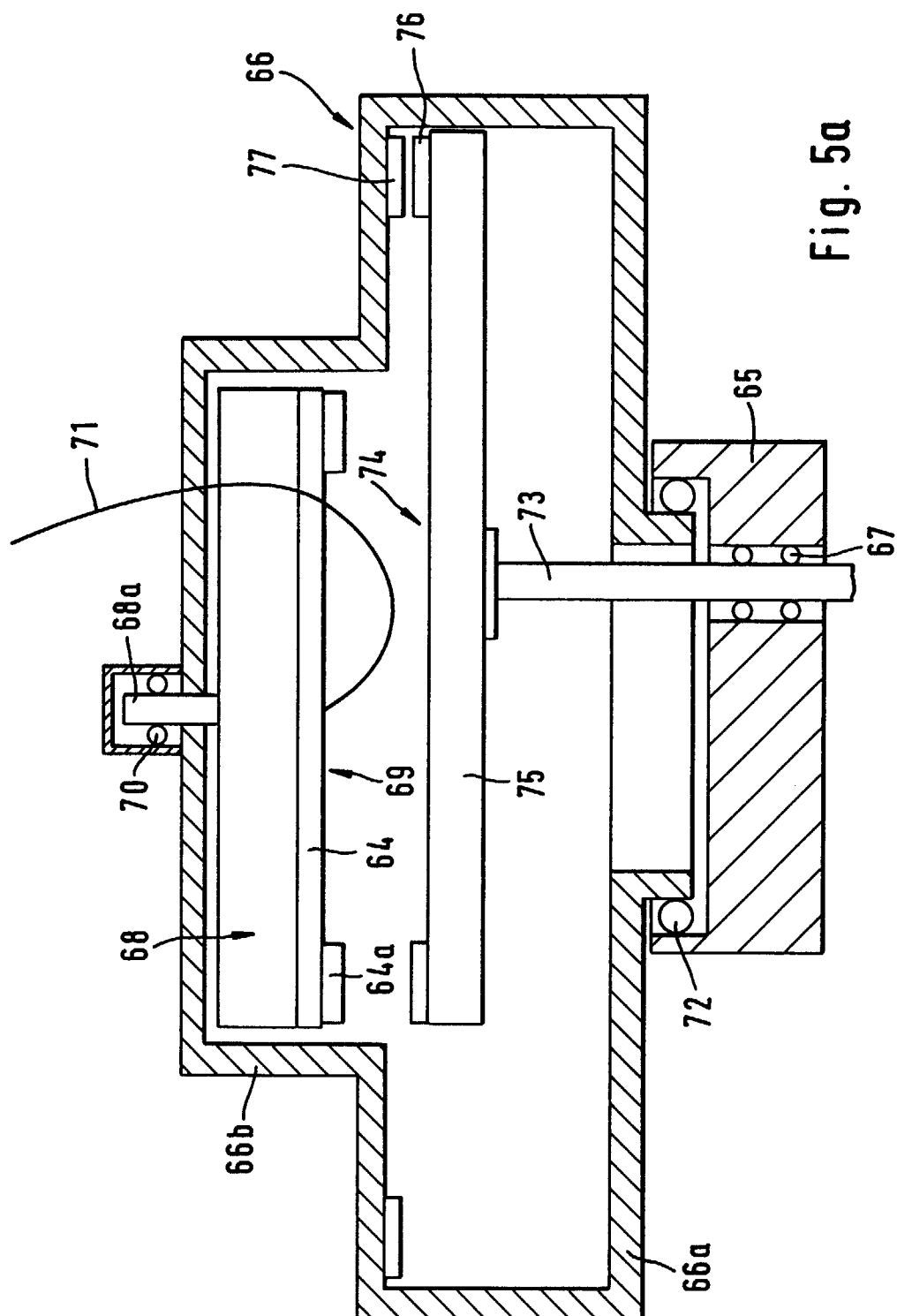


Fig. 5a

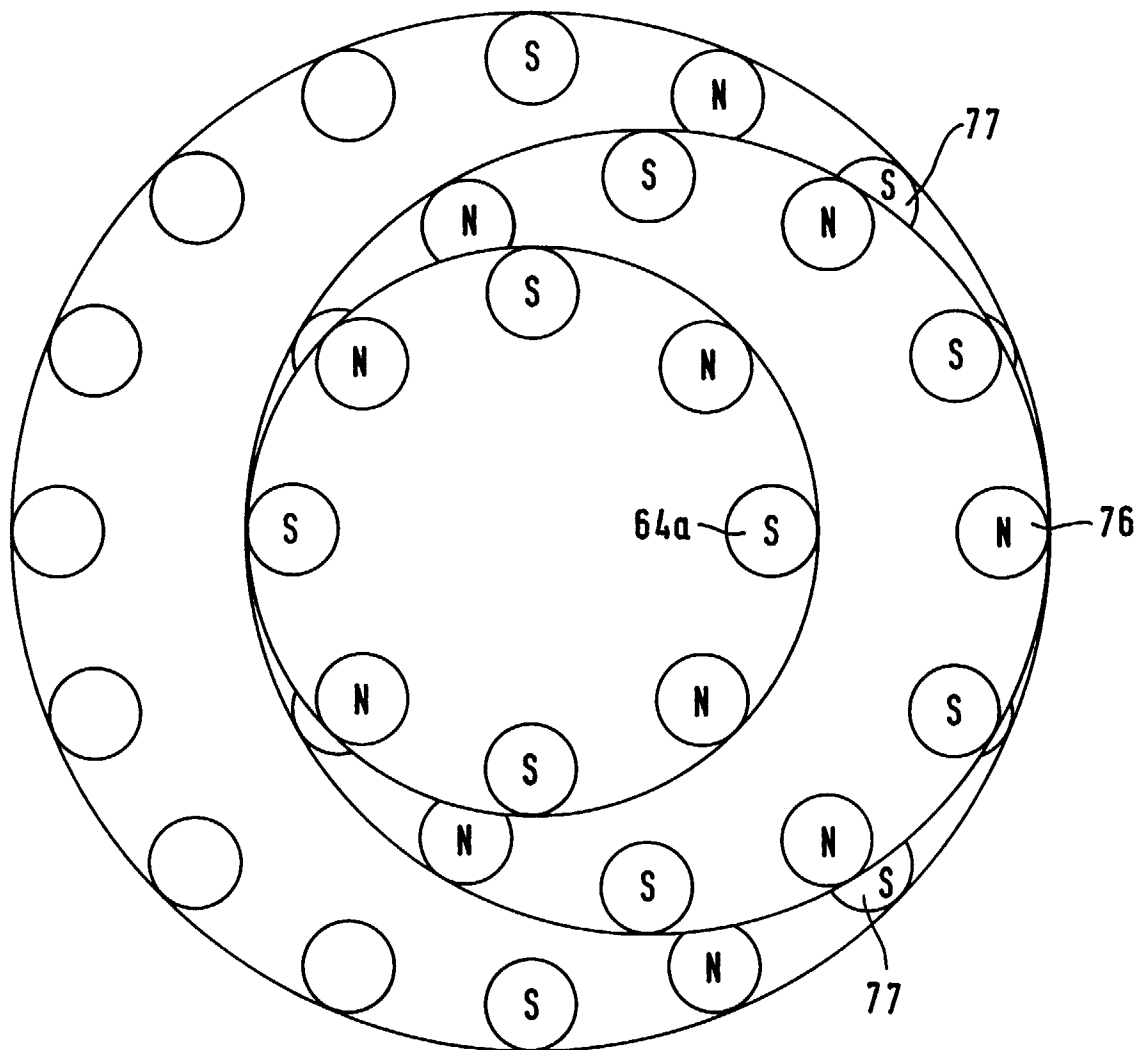
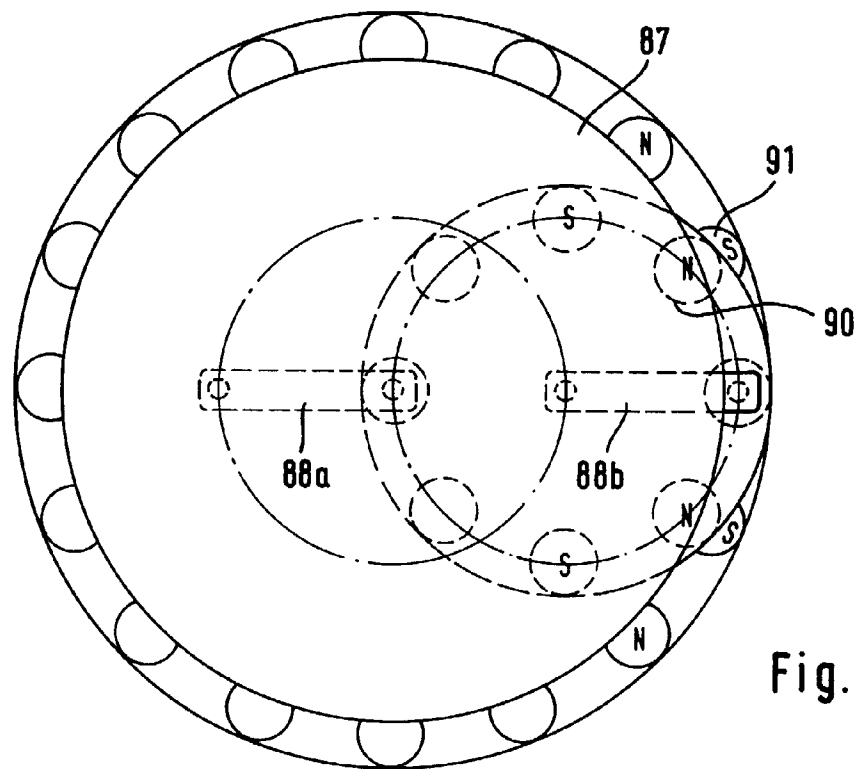
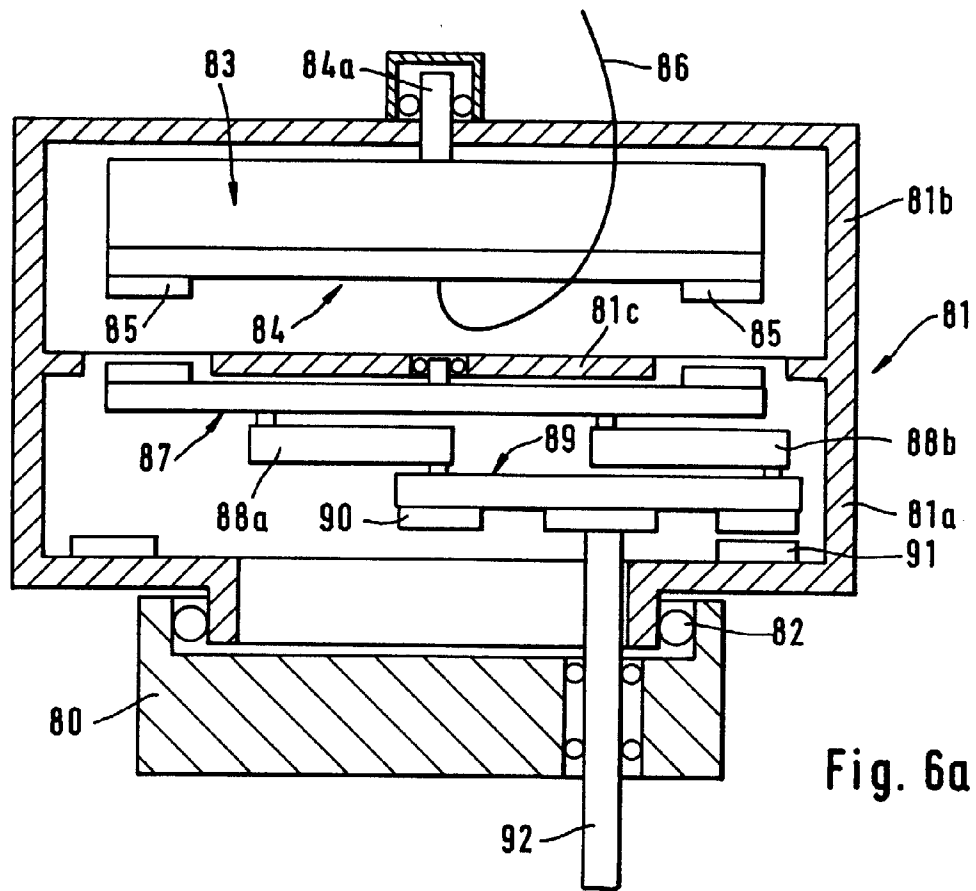


Fig. 5b



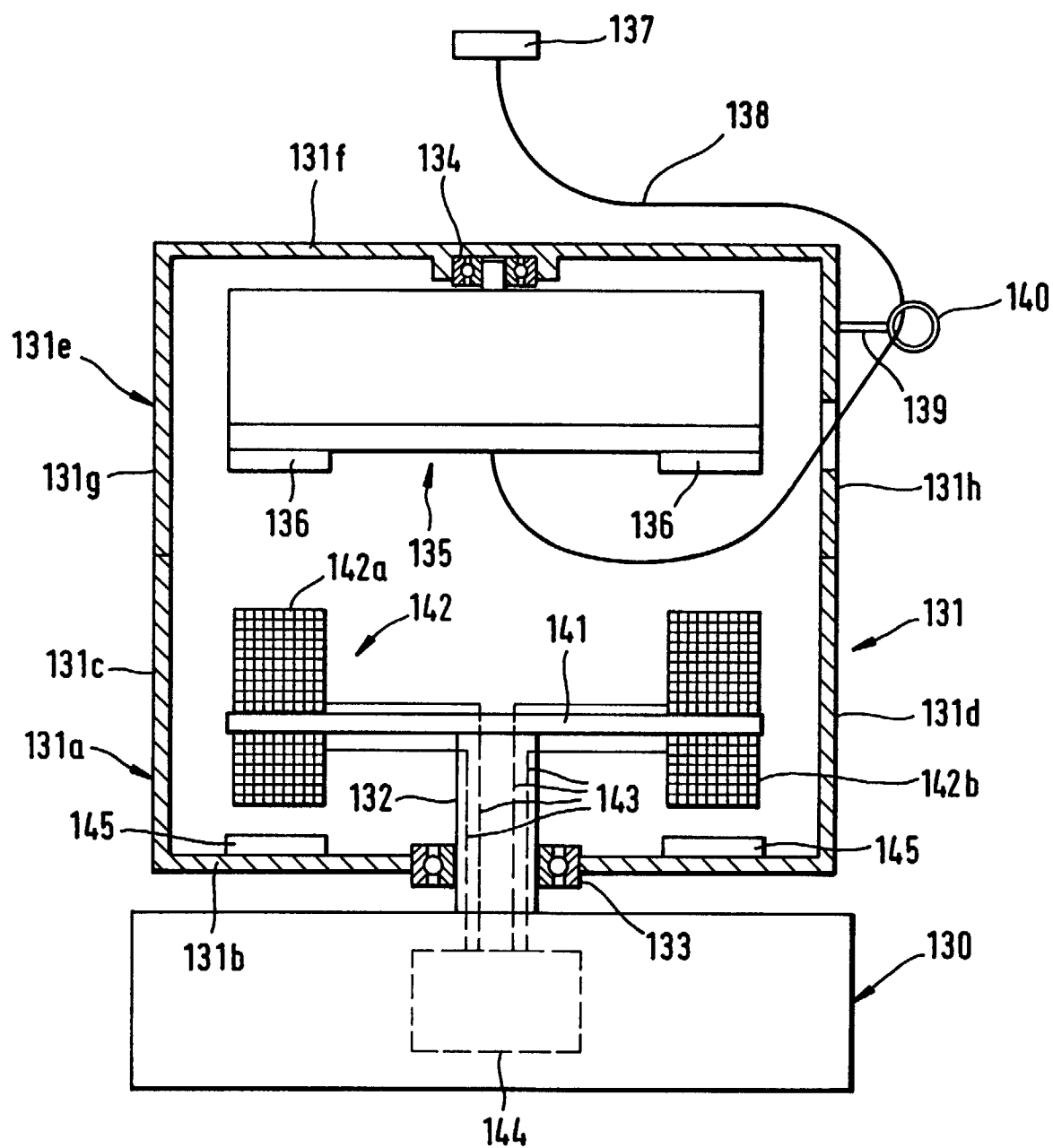


Fig. 7