

(19)



(11)

EP 4 487 961 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.2025 Patentblatt 2025/02

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B04B 9/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23183336.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B04B 9/08; B04B 2009/085

(22) Anmeldetag: **04.07.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
 NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Sigma Laborzentrifugen GmbH**
37520 Osterode/Harz (DE)

(72) Erfinder: **Eckel, David**
37539 Bad Grund (DE)

(74) Vertreter: **REHBERG HÜPPE + PARTNER**
Patentanwälte PartG mbB
Robert-Gernhardt-Platz 1
37073 Göttingen (DE)

(54) **ZENTRIFUGE, ROTOR FÜR EINE ZENTRIFUGE UND ANTRIEBSKOPF FÜR EINE ZENTRIFUGE**

(57) Die Erfindung betrifft einen Rotor (23), der über eine Zentrifugalkraft betätigte Kupplungseinrichtung (37) mit einem Antriebselement (1) verbunden ist. Die Kupplungseinrichtung (37) weist einen Exzentermassekörper (18) auf, der beweglich an dem Antriebselement (1) geführt ist. Des Weiteren weist die Kupplungseinrichtung (37) einen Rotorrücksprung (40) auf, hinter den der Exzentermassekörper (18) infolge der Zentrifugalkraft bewegt werden kann.

Erfindungsgemäß ist der Exzentermassekörper (18) entlang einer Führungsbahn (41) an dem Antriebselement (1) geführt. Vorzugsweise verfügt der Exzentermassekörper (18) über eine Exzentermassekörper-Rampenfläche (21) und der Rotorrücksprung (40) weist eine Rotor-Rampenfläche (33) auf. Die Rampenflächen (21, 33) sind unter einem Rampenflächenwinkel gegenüber einer Drehachse (39) des Rotors (23) geneigt, der kleiner ist als 45°.

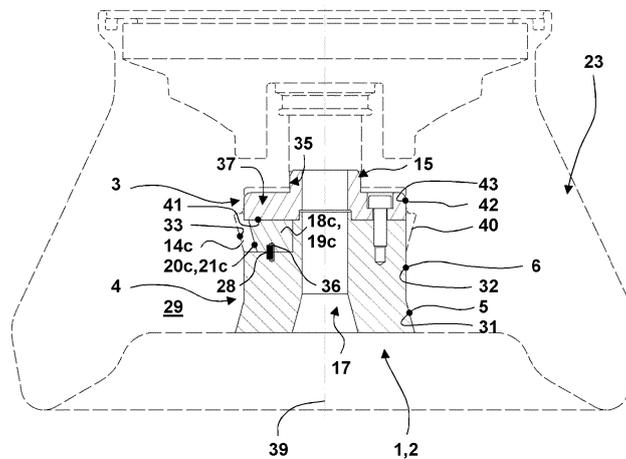


Fig. 3

EP 4 487 961 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge, insbesondere eine Laborzentrifuge. Zentrifugen der hier vorliegenden Art finden Einsatz beispielsweise in der Biotechnologie, der pharmazeutischen Industrie, der Medizintechnik und der Umweltanalytik. Mittels einer derartigen Zentrifuge erfolgt ein Zentrifugieren eines Produkts, insbesondere eines Behälters oder Gefäßes mit darin angeordneter Probe oder Substanz, oder einer Vielzahl derartiger Produkte mit Drehzahlen, welche mehr als 3.000 U/min, bspw. mehr als 15.000 U/min, betragen können. Infolge der Zentrifugation sollen auf das Produkt wirkende Beschleunigungen erzeugt werden, welche bspw. mehr als 15.000 x g (insbesondere mehr als 16.000 x g, mehr als 20.000 x g bis hin zu mehr als 60.000 x g) betragen können. Durch die Zentrifugation soll ein von der Probe oder der Substanz gebildetes Stoffgemisch in Komponenten unterschiedlicher Dichte zerlegt werden. Je nach den chemischen und/oder physikalischen Eigenschaften des Stoffgemisches kann während der Zentrifugation ergänzend eine gezielte Steuerung der Druck- und/oder Temperaturverhältnisse erfolgen. Um lediglich einige Beispiele zu nennen, kann der Einsatz einer Laborzentrifuge im Zusammenhang mit einer Polymerase-Kettenreaktion (PCR), einer Bestimmung des Hematokrits, zytologischen Untersuchungen oder dem Zentrifugieren von Mikrotitern, Blutbeuteln, Erdölgefäßen oder Blutgefäßen u. ä. erfolgen. In der Zentrifuge ist mindestens ein Produkt in einem Rotor angeordnet oder das mindestens eine Produkt ist an einem Rotor gehalten. Der Rotor kann dabei bspw. als so genannter Festwinkelrotor oder Ausschwingrotor ausgebildet sein kann.

[0002] Des Weiteren betrifft die Erfindung einen Rotor für eine Zentrifuge sowie einen Antriebskopf für eine Zentrifuge.

STAND DER TECHNIK

[0003] Um den Rotor mit den Produkten in die für das Zentrifugieren erforderliche Rotation zu versetzen, wird ein Abtriebsselement des Rotors über eine Kupplungseinrichtung mit einem üblicherweise von einer Antriebswelle ausgebildeten Antriebselement der Laborzentrifuge, welches von einem Motor angetrieben ist, gekuppelt. Hierbei dient die Kupplungseinrichtung einer axialen Sicherung des Abtriebsselements auf dem Antriebselement und damit des Rotors auf der angetriebenen Antriebswelle des Motors. Möglich ist, dass die Kupplungseinrichtung auch der formschlüssigen Übertragung des Antriebsmoments von der Antriebswelle auf den Rotor dient. Ebenfalls möglich ist, dass die Übertragung des Antriebsmoments über einen Reibschluss von Kupplungsflächen erfolgt, wobei die Anpresskraft der Kupplungsflächen abhängig sein kann von einem Eigengewicht des Rotors und einer Kraftkomponente einer Kupplungskraft. An die Betriebssicherheit der Kupplungsein-

richtung sind hohe Anforderungen zu stellen insbesondere infolge sich bei den hohen Drehzahlen ergebenden aerodynamischen Effekten, den großen Zentrifugalkräften, Kreiseffekten bei einem sichtlichen Stoß auf die Laborzentrifuge und ähnlichem.

[0004] In einem bestimmungsgemäßen Laborbetrieb der Laborzentrifuge ist eine wiederholte Montage und Demontage des Rotors erforderlich, um mit demselben Rotor oder unterschiedlichen Rotoren sukzessive eine Vielzahl von Gefäßen mit zu zentrifugierenden Substanzen untersuchen zu können. Hierbei hat sich herausgestellt, dass angesichts des manuellen Betätigungsaufwands und des hiermit verbundenen Zeitbedarfs, aber auch hinsichtlich der Betriebssicherheit der Einsatz von manuell betätigten Kupplungseinrichtungen nachteilig sein kann. Aus diesem Grund finden zentrifugalkraftbetätigte Kupplungseinrichtungen Einsatz, bei welchen das Abtriebsselement des Rotors lediglich auf das von dem Motor angetriebene Antriebselement der Laborzentrifuge aufgesetzt wird. Während anfänglich lediglich ein Reibschluss zwischen Antriebselement und Abtriebsselement infolge des Eigengewichts des Rotors für die Kupplung zwischen Antriebselement und Abtriebsselement sorgt, steigt mit zunehmender Drehzahl des Rotors zentrifugalkraftbedingt die Kupplungskraft der zentrifugalkraftbetätigten Kupplungseinrichtung. Je größer hierbei die Drehzahl ist umso größer ist automatisch die durch die Zentrifugalkraft erzeugte Kupplungskraft. Möglich ist auch, dass zusätzlich zu einer derartigen zentrifugalkraftbetätigten Kupplungseinrichtung auch eine manuell betätigte Kupplungseinrichtung eingesetzt ist.

[0005] Bekannt sind Ausführungsformen, bei denen ein Exzentermassekörper, der mit der Zentrifugalkraft beaufschlagt wird und die Kupplungskraft herbeiführt, an dem Rotor gelagert ist. Der Exzentermassekörper führt dann eine Verriegelung mit einer Verriegelungsnut einer Antriebswelle herbei. Problematisch hierbei ist, dass die Zentrifugalkraft radial nach außen wirkt, während eine Verriegelung radial nach innen mit der Verriegelungsnut der Antriebswelle erforderlich ist. Aus diesem Grund finden Verriegelungshebel Einsatz, die um eine tangential zur Umfangsrichtung orientierte Schwenkachse verschwenkbar sind. Der Schwerpunkt des Verriegelungshebels liegt dabei radial außenliegend von der Schwenkachse, sodass eine Verschwenkung infolge der Zentrifugalkraft zur Folge hat, dass das radial innenliegende Hebelteil des Verriegelungshebels radial nach innen beaufschlagt wird. Kupplungseinrichtungen, bei denen ein verschwenkbarer Verriegelungshebel an dem Rotor gehalten ist, sind beispielsweise aus den Druckschriften US 2013/0237399 A1, US 2013/0203581 A1, WO 2012/059151 A1, US 2014/0329658 A1 und WO 2011/001729 A1 bekannt.

[0006] Auch gemäß EP 3 012 027 B1 sind Exzentermassekörper an dem Rotor gehalten. In diesem Fall sind diese aber als Roll- oder Gleitkörper ausgebildet. Eine auf die Exzentermassekörper wirkende Zentrifugalkraft wird über eine Führungsbahn mit weiteren Übertra-

gungskörpern umgelenkt, sodass eine radial nach innen orientierte Kupplungskraft zur Verriegelung mit einer Antriebswelle erzeugt werden kann.

[0007] EP 2 321 058 B1 schlägt eine andere Ausgestaltung einer Kupplungseinrichtung vor, bei welcher Verriegelungshebel verschwenkbar um eine Schwenkachse, die parallel zu einer Drehachse der Antriebswelle orientiert ist, an einem Antriebskopf gelagert sind. Werden die Verriegelungshebel infolge der Zentrifugalkraft mit einer radial nach außen orientierten Kupplungskraft beaufschlagt, verschwenken diese nach außen. Die Verriegelungshebel kommen mit Rampenflächen zur Anlage an entsprechende Rampenflächen einer Hülse des Rotors. Die Rampenflächen sind unter einem Winkel von 75° bis 90° gegenüber der Drehachse der Antriebswelle geneigt. An den Rampenflächen erzeugen die Verriegelungshebel eine Axialkraft, mit welcher die Hülse des Rotors verspannt wird zwischen den Rampenflächen der Verriegelungshebel und einer einen entgegengesetzt orientierten Öffnungswinkel aufweisenden Kegelstumpffläche des Antriebskopfes. Auf diese Weise ist der Rotor axial auf dem Antriebskopf fixiert. Der Antriebskopf ist mit einer Stirnseite der Antriebswelle verschraubt. Die Schwenkbolzen, über die die Verriegelungshebel verschwenkbar an dem Antriebskopf gelagert sind, stehen aus dem Antriebskopf hervor und finden Aufnahme in entsprechenden Bohrungen des Rotors, womit eine formschlüssige Übertragung des Antriebsmomentes zwischen dem Antriebskopf und dem Rotor erfolgen kann.

[0008] Aus US 6,063,018 A ist eine Laborzentrifuge bekannt, bei welcher ein Antriebselement mit einer kegelstumpfförmigen Antriebsfläche von einem Motor angetrieben wird. Der Rotor verfügt über eine entsprechende kegelstumpfförmige innenliegende Reibfläche, mit welcher der Rotor infolge des Eigengewichts auf die kegelstumpfförmige Reibfläche des Antriebselements gepresst wird. Mit einsetzender Antriebsbewegung des Antriebselements führt die Reibkraft zwischen den Reibflächen zur Übertragung der Drehbewegung auf den Rotor. In einer Querebene des Antriebselements sind auf dem Umfang verteilt und einander gegenüberliegend zwei Kupplungshebel infolge der Zentrifugalkraft nach außen verschwenkbar gelagert. Gegenüber der Querrichtung des Antriebselements geneigte Kupplungsflächen der Kupplungshebel werden infolge der Zentrifugalkraft an entsprechende Kupplungsflächen des Rotors gepresst. Auf diese Weise wird einerseits eine formschlüssige axiale Sicherung des Rotors auf dem Antriebselement herbeigeführt. Infolge der Neigung der Kupplungsflächen führt die Zentrifugalkraft zu einer drehzahlabhängigen Axialkraftkomponente, welche mit zunehmender Drehzahl zunehmend die Anpresskraft der kegelstumpfförmigen Reibflächen aneinander erhöht. Nach dem Aufsetzen des Rotors auf das Antriebselement drücken Federn die Kupplungshebel radial nach außen, womit auch ohne Rotation bereits eine Verriegelung des Rotors erfolgt. Für eine Entriegelung des Rotors

ist eine manuelle Betätigung eines Knopfs erforderlich, welche zu einer Bewegung der Kupplungshebel radial nach innen führt mit damit einhergehender Entriegelung der Kupplungseinrichtung.

[0009] Weiterer Stand der Technik ist insbesondere aus DE 102012011 531 A1, JP 2008-126130 A, DE 10 2021 121 259 A1 und JP S56164040 U bekannt.

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zentrifuge mit einer alternativen zentrifugalkraftbetätigten Kupplungseinrichtung für ein drehfeste und axial gesicherte Kupplung eines Rotors mit einem Antriebselement einer Antriebseinheit vorzuschlagen, die insbesondere hinsichtlich

- der Sicherheit der Kupplungseinrichtung im Betrieb der Zentrifuge und/oder
- einer einfachen, aber dennoch zuverlässigen Bedienung und/oder
- der Komplexität erforderlichen Bauelemente und/oder
- der Kosten und/oder
- der Robustheit und/oder
- einer Bedienbarkeit ohne manuelle Betätigungselemente

verbessert ist. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen entsprechend verbesserten Rotor für eine Zentrifuge sowie einen entsprechend verbesserten Antriebskopf für eine Zentrifuge vorzuschlagen.

LÖSUNG

[0011] Die Aufgabe der Erfindung wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere bevorzugte erfindungsgemäße Ausgestaltungen sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die Erfindung schlägt eine Zentrifuge, insbesondere eine Laborzentrifuge, vor, bei der ein Rotor, insbesondere ein Festwinkelrotor, über eine zentrifugalkraftbetätigte Kupplungseinrichtung mit einem Antriebselement verbunden ist. Bei der erfindungsgemäßen Kupplungseinrichtung ist der Exzentermassekörper nicht beweglich an dem Rotor geführt. Vielmehr ist der Exzentermassekörper der Kupplungseinrichtung beweglich an dem Antriebselement geführt. Der Rotor verfügt vorzugsweise über einen Rotorrücksprung. Infolge der Zentrifugalkraft kann der Exzentermassekörper hinter den Rotorrücksprung bewegt werden, womit die Kupplungswirkung herbeigeführt werden kann. Alternativ oder kumulativ möglich ist, dass der Exzentermassekörper (insbesondere zur Herbeiführung der Kupplungs-

wirkung und/oder einer axialen Anpresskraft) durch die Zentrifugalkraft gegen eine Rampenfläche, insbesondere eine Rotorrücksprung-Rampenfläche oder Rotor-Rampenfläche, bewegt werden kann.

[0013] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass der Exzentermassekörper nicht verschwenkbar um eine Schwenkachse gelagert ist, sondern entlang einer Führungsbahn an dem Antriebselement geführt ist. Hierbei kann die Führungsbahn eine Führung entlang eines kurvenförmigen Freiheitsgrades vorgeben, wobei zumindest eine Komponente der Führungsbahn in radialer Richtung orientiert ist. Mittels der Zentrifugalkraft kann somit der Exzentermassekörper entlang der Führungsbahn bewegt werden. Vorzugsweise verfügt der Exzentermassekörper gegenüber dem Antriebselement über einen translatorischen Freiheitsgrad, der in radialer Richtung orientiert sein kann oder unter einem festen spitzen Winkel gegenüber der radialen Richtung orientiert sein kann.

[0014] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung beruht insbesondere auf der Erkenntnis, dass gemäß dem Stand der Technik bekannte, an dem Antriebselement gelagerte Verriegelungshebel einen großen Bauraum erfordern und hinsichtlich der Ausnutzung der Masse nicht optimal sind, da beidseits einer Schwenkachse angeordnete Verriegelungshebelteile entgegengesetzte Schwenkmomente erzeugen, sodass für die Verriegelungswirkung lediglich eine Differenz der Schwenkmomente genutzt werden kann. Hinzu kommt, dass die drehbare Lagerung einer Verriegelungshebels eine Lagerung mittels eines Gleit- oder Wälzlagers erfordert, die u. U. hohe Anforderungen an die Fertigung stellt, zusätzliche Bauelemente wie Wälzkörper oder Gleithülsen und geringere Fertigungstoleranzen im Bereich der Lagerflächen erfordert und verschleißanfällig ist. Hingegen kann im Rahmen der Erfindung im Extremfall ein klotzartiger Exzentermassekörper verwendet werden, der ausschließlich über flächige Gleitkontakte mit einer Führungsbahn geführt ist. Ein derartiger Exzentermassekörper kann einfach und kostengünstig hergestellt werden und ist auch bei dauerhaftem Betrieb bei hohen Drehzahlen einem geringen Verschleiß ausgesetzt. Über die Kontaktfläche des Exzentermassekörpers mit einer Führungsbahn können die Flächenpressungen klein gehalten werden und damit die mechanischen Beanspruchungen konstruktiv vorgegeben und reduziert werden. Im Vergleich zu dem zuvor genannten Verriegelungshebel kann des Weiteren die gesamte Masse des Exzentermassekörpers für die Erzeugung der Zentrifugalkraft und damit für die Kupplungskraft genutzt werden.

[0015] Möglich ist, dass der Exzentermassekörper nach der Bewegung hinter den Rotorrücksprung infolge der Zentrifugalkraft eine formschlüssige Sicherung oder Verriegelung gewährleistet. Für einen Vorschlag der Erfindung weist der Exzentermassekörper eine Exzentermassekörper-Rampenfläche auf, während der Rotor oder ein Rotorrücksprung eine Rotor-Rampenfläche aufweist (im Folgenden auch gemeinsamen "Rampenflä-

che"). Die Rampenflächen sind in einem Halblängsschnitt hinsichtlich der Drehachse des Rotors unter einem Rampenflächenwinkel gegenüber der Drehachse des Rotors geneigt, der kleiner ist als 45° (insbesondere kleiner ist als 30° oder kleiner ist 25° oder kleiner ist 20°). Dieser Ausgestaltung der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass für aus dem Stand der Technik bekannten Zentrifugen die Lösung des Verriegelungshebels nach Beendigung des Betriebs der Zentrifuge separate Maßnahmen wie das Betätigen eines Löseknopfes erfordert oder Verriegelungshebel über einer Feder beaufschlagt sein müssen, die bei Entfall der Zentrifugationswirkung den Verriegelungshebel wieder in die Ausgangsstellung bewegt, in der der Rotor von dem Antriebselement entnommen werden kann. Wird aber der zuvor gemäß der Erfindung vorgeschlagene kleine Rampenflächenwinkel gewählt, kann eine Rückbewegung des Exzentermassekörpers hervorgerufen werden allein unter Aufbringung von Entnahmekräften auf den Rotor. Der Grund hierfür ist, dass die an der Rampenfläche wirkende Entnahmekraft über den Rampenflächenwinkel umgewandelt wird in eine auf den Exzentermassekörper wirkende Rückstellkraft, die eine Rückstellbewegung in die Ausgangsstellung, die der gelösten Kupplungseinrichtung entspricht, unterstützt oder sogar alleine hervorruft. Vorzugsweise ist dabei der Rampenflächenwinkel derart gewählt, dass keine Selbsthemmung im Bereich des Kontakts der Rampenflächen auftritt.

[0016] Im Rahmen der Erfindung kann das Antriebselement beliebig ausgebildet sein. So ist durchaus möglich, dass das Antriebselement unmittelbar von der Antriebswelle des Antriebsmotors ausgebildet ist. Für einen besonderen Vorschlag der Erfindung ist das Antriebselement ein (ein- oder mehrteiliger) Antriebskopf, der drehfest an der Antriebswelle des Antriebsmotors gehalten ist. Möglich ist beispielsweise, dass der Antriebskopf über eine an sich bekannte, ein Antriebsmoment übertragende Welle-Nabe-Verbindung mit der Antriebswelle verbunden ist, wobei eine Sicherung über eine mit der Stirnseite der Antriebswelle verschraubte Befestigungsschraube erfolgen kann.

[0017] Für das Halten und Führen des Exzentermassekörpers an dem Antriebselement gibt es im Rahmen der Erfindung vielfältige Möglichkeiten, solange eine Führung entlang einer gradlinigen oder kurvenförmigen Führungsbahn erfolgt. Eine besonders einfache Führung des Exzentermassekörpers kann darin bestehen, dass die Führung mittels eines Eingriffs eines Führungsvorsprungs (insbesondere eines Bolzens oder Stiftes) in eine Nut oder ein Langloch gewährleistet wird. So kann beispielsweise der Exzentermassekörper die Nut oder das Langloch aufweisen, während das Antriebselement dann den Führungsvorsprung, Bolzen oder Stift aufweist (wobei aber auch eine umgekehrte Anordnung des Langloches oder der Nut einerseits und des Führungsvorsprungs andererseits möglich ist).

[0018] Im Rahmen der Erfindung kann eine beliebige Anzahl von Exzentermassekörpern Einsatz finden, wo-

bei die Exzentermasskörper gleiche oder unterschiedliche Geometrien aufweisen können und bei gleichen oder unterschiedlichen Radien angeordnet sein können. Vorzugsweise sind mehrere Exzentermasskörper gleichmäßig in Umfangsrichtung an dem Antriebs-
 5 element angeordnet und geführt. Eine besonders kompakte aber effiziente Ausgestaltung der Zentrifuge ergibt sich, wenn über den Umfang gleichmäßig verteilt genau drei Exzentermasskörper an dem Antriebs-
 10 element geführt sind. Die drei Exzentermasskörper gewährleisten eine stabile Abstützung zwischen dem Rotor und dem Antriebs-
 element in die erforderlichen Richtungen. Andererseits können die drei in Umfangsrichtung verteilten Exzentermasskörper eine verhältnismäßig große Masse aufweisen, womit eine hohe Sicherungswirkung herbeigeführt werden kann.

[0019] Im Rahmen der Erfindung ist durchaus möglich, dass eine Übertragung des Antriebsmomentes zwischen dem Antriebs-
 20 element und dem Rotor über eine reibschlüssige Verbindung erfolgen kann, wobei die reibschlüssige Verbindung vorzugsweise im Bereich von aneinander anliegenden Querflächen, Rampenflächen oder Konusflächen herbeigeführt wird. Hierbei kann die die Reibung hervorrufende Anpresskraft durch die Ge-
 25 wichtskraft des Rotors und/oder zumindest eine Komponente der Zentrifugalkraft oder Kupplungskraft hervorgerufen werden. Für einen Vorschlag der Erfindung weist das Antriebs-
 element aber zusätzlich ein Formschlusselement auf. Das Formschlusselement des Antriebs-
 30 elements tritt dann mit einem Gegen-Formschlusselement des Rotors zur formschlüssigen Übertragung des Antriebsmomentes in Wechselwirkung. Für die Ausgestaltung des Formschlusselements und des Gegen-
 Formschlusselements gibt es vielfältige Möglichkeiten, wobei auch die aus dem Stand der Technik bekannten Möglichkeiten im Rahmen der Erfindung genutzt werden können. Vorzugsweise verfügen das Formschlusselement und das Gegen-
 35 Formschlusselement über einen unrunder, das Antriebsmoment übertragenden Querschnitt. So können beispielsweise das Formschlusselement und das Gegen-Formschlusselement als eine Art Verzahnung mit beliebiger Zahngeometrie oder als runder Querschnitt mit überlagerter Wellenkontur ausgebildet sein. Vorzugsweise bilden das Formschlusselement und das Gegen-
 40 Formschlusselement Einführhilfen oder -schrägen aus, die das Aufstecken des Rotors auf das Antriebs-
 element nicht nur dann ermöglichen, wenn der Rotor in der exakten Drehwinkelstellung um die Rotationsachse an das Antriebs-
 element angenähert wird.

[0020] Durchaus erwünscht sein kann, dass eine Sicherung des Exzentermasskörpers in der Ausgangs-
 45 stellung, die der gelösten Kupplungseinrichtung entspricht, erfolgt. Eine derartige Sicherung in der Ausgangs-
 stellung kann vorteilhaft sein um zu vermeiden, dass die Exzentermasskörper unerwünscht für einen entnommenen Rotor die Ausgangsstellung verlassen, womit dann das Aufstecken eines neuen Rotors unmöglich oder erschwert sein kann. Für die Sicherung des

Exzentermasskörpers in der Ausgangsstellung können beliebige Rasteinrichtungen oder eine Feder (vgl. den eingangs genannten Stand der Technik) verwendet werden, um lediglich einige die Erfindung nicht beschrän-
 5 kende Beispiele zu nennen. Für einen Vorschlag der Erfindung ist der Exzentermasskörper über einen Magneten in einer Ausgangsstellung gesichert. So können bspw. das Antriebs-
 element und der Exzentermasskörper (Permanent-) Magnete aufweisen, deren aneinander
 10 anziehende Pole in der Ausgangsstellung fluchtend und eng benachbart angeordnet sind, während sich deren Abstand bei dem Verlassen der Ausgangsstellung vergrößert. Neben der Sicherungswirkung in der Ausgangs-
 stellung kann ein Magnet auch einen Beitrag dazu leisten, dass der Exzentermasskörper nach der Beendi-
 15 gung der Zentrifugation in die Ausgangsstellung zurückkehrt. Die Auslegung des Magneten und der durch den Magneten herbeigeführten Sicherungswirkung erfolgt dabei so, dass die Sicherung automatisch gelöst wird, wenn eine Verdrehung des Antriebs-
 20 elements mit dem Exzentermasskörper mit einem Schwellwert der Drehzahl erfolgt, bis zu welcher die Sicherungswirkung gewünscht ist. In diesem Fall ruft die Drehzahl eine auf den Exzentermasskörper wirkende Zentrifugalkraft hervor,
 25 die die magnetische Sicherungskraft überwinden kann.

[0021] Für einen weiteren Vorschlag der Erfindung weist das Antriebs-
 30 element eine Antriebs-
 element-Konusfläche auf. Der Rotor weist eine Rotor-Konusfläche auf. Die Antriebs-
 element-Konusfläche und die Rotor-Konusfläche sind entgegengesetzt zu der Exzentermasskörper-Rampenfläche und der Rotor-Rampenfläche geneigt, was zur Folge hat, dass der Rotor mit der Rotor-Konusfläche und Rotor-Rampenfläche "gefangen ist"
 35 zwischen der Antriebs-
 element-Konusfläche und der Exzentermasskörper-Rampenfläche. Hierbei können die entgegengesetzten Winkel einerseits der Antriebs-
 element-Konusfläche und der Rotor-Konusfläche und andererseits der Exzentermasskörper-Rampenfläche und der Rotor-Rampenfläche gleich groß oder unterschiedlich groß sein.

[0022] Alternativ möglich ist, dass die Antriebs-
 40 element-Konusfläche und die Exzentermasskörper-Rampenfläche zwischen der Rotor-Konusfläche und der Rotor-Rampenfläche "gefangen sind". Für diese Ausgestaltung erzeugen die Zentrifugalkraft und die hierdurch hervorgerufene Kupplungskraft eine Anpresskraft an die genannten Konusflächen und Rampenflächen, so dass ein axiales Verspannen des Rotors an dem Antriebs-
 45 element erfolgt.

[0023] Während durchaus auch eine andere Anord-
 50 nung möglich ist, schlägt die Erfindung für einen weiteren Vorschlag vor, dass die Antriebs-
 element-Konusfläche und die Rotor-Konusfläche auf der dem Antrieb abgewandten Seite (dass heißt für eine vertikale Anordnung der Rotorachse mit unten liegendem Antrieb oberhalb) von der Exzentermasskörper-Rampenfläche und der Rotor-Rampenfläche angeordnet sind. Dies ermöglicht eine besonders kompakte, zuverlässige und beständige

Ausgestaltung der gebildeten Welle-Nabe-Verbindung zum Halten des Rotors und für die Kupplungseinrichtung.

[0024] Auch für die Anordnung des Formschlusselements und des Gegen-Formschlusselements in axialer Richtung und relativ zu den Konusflächen und Rampenflächen gibt es im Rahmen der Erfindung vielfältige Möglichkeiten. Für einen Vorschlag der Erfindung sind das Formschlusselement und das Gegenformschlusselement zwischen einerseits Antriebselement-Konusfläche und der Rotor-Konusfläche und andererseits der Exzentermassekörper-Rampenfläche und der Rotor-Rampenfläche angeordnet. Diese Ausgestaltung verlagert vorzugsweise das Formschlusselement und das Gegenformschlusselement von dem innenliegend von dem Rotor angeordneten Endbereich des Antriebselements weg, was zur Folge haben kann, dass eine besonders steife und zuverlässige Übertragung des Antriebsmomentes zwischen dem Formschlusselement und dem Gegen-Formschlusselement möglich ist und unter Umständen auch mehr Material im Bereich des Antriebselements für die Ausgestaltung und Abstützung des Formschlusselementes vorhanden ist.

[0025] Der Rotor kann auf beliebige Weise die erläuterten Funktionsflächen für die Wechselwirkung mit dem Antriebselement ausbilden, wobei der Rotor hierzu eine beliebige Anzahl von Bauelementen aufweisen kann. Gemäß einem Vorschlag der Erfindung weist der Rotor eine (ein- oder mehrteilige) Einsatzhülse auf. In diese Einsatzhülse kann dann das Antriebselement eintreten und zumindest ein Teil der erforderlichen Wechselwirkungen herbeiführen und die Funktionsflächen bereitstellen. Zu diesem Zweck kann die Einsatzhülse die Rotor-Rampenfläche und/oder das Gegen-Formschlusselement ausbilden. Optional möglich ist, dass die Einsatzhülse dann auch die Rotor-Konusfläche ausbildet.

[0026] Auch für die Ausgestaltung des Antriebselements, insbesondere des Antriebskopfes, gibt es vielfältige Möglichkeiten, wobei vorzugsweise das Antriebselement mehrteilig ausgebildet ist. Für einen Vorschlag der Erfindung weist das Antriebselement einen Grundkörper auf. Vorzugsweise bildet dieser Grundkörper dann die Antriebselement-Konusfläche aus. Des Weiteren verfügt das Antriebselement über einen Abdeckkörper, der mit dem Grundkörper verbunden ist. Zwischen dem Grundkörper und dem Abdeckkörper ist dann ein Exzentermassekörper-Aufnahmeraum gebildet. In dem Exzentermassekörper-Aufnahmeraum kann dann der Exzentermassekörper beweglich angeordnet sein. In dem Exzentermassekörper-Aufnahmeraum ist dann der Exzentermassekörper auch entlang der Führungsbahn geführt. Vorzugsweise erfolgt diese Führung durch eine Kontaktfläche des Exzentermassekörpers mit dem Grundkörper und/oder dem Abdeckkörper. Eine derartige Kontaktfläche kann eine Flächennormale aufweisen, die parallel zur Drehachse des Rotors orientiert ist. Das Weiteren möglich ist, dass der Grundkörper und/oder der Abdeckkörper radial orientierte Rippen aufweisen, über

welche (unter Umständen zusätzlich zu dem Führungsvorsprung, der Nut oder dem Langloch) eine Führung des Exzentermassekörpers erfolgen kann, wobei dann beispielsweise eine Flächennormale einer Kontaktfläche des Exzentermassekörpers mit einer derartigen Rippe tangential zur Umfangsrichtung orientiert sein kann.

[0027] Für die Form des (ein- oder mehrteiligen) Exzentermassekörpers gibt es vielfältige Möglichkeiten. Für einen Vorschlag der Erfindung ist der Exzentermassekörper (zumindest in grober Näherung) als (einstückiges oder mehrstückiges) Kreisringsegment ausgebildet. Eine radial außenliegende Stirnseite des Kreisringsegments kann dann die Exzentermassekörper-Rampenfläche ausbilden. Möglich ist beispielsweise, dass die Mittelpunkte der Innenfläche und der Außenfläche des Kreisringsegments in radialer Richtung versetzt zueinander angeordnet sind. So ist bspw. möglich, dass die Mittelpunkte um den Verschiebeweg des Exzentermassekörpers versetzt zueinander angeordnet sind, woraus sich eine besonders kompakte Ausführungsform ergeben kann.

[0028] Finden mehrere als Kreisringsegment ausgebildete Exzentermassekörper Einsatz, die dieselbe Form und dieselben Radien aufweisen, ist die Summe der Erstreckungen der Kreisringsegmente vorzugsweise größer als 300° , größer als 320° oder größer als 330° , womit eine sehr kompakte Ausgestaltung trotz hoher Masse der Exzentermassekörper gewährleistet werden kann.

[0029] Zusätzlich zu den erläuterten Verbindungs- und Sicherungsmaßnahmen für die Befestigung des Rotors an dem Antriebskopf können beliebige weitere Verbindungs- und/oder Sicherungsmaßnahmen Einsatz finden. Für einen Vorschlag der Erfindung weist der Exzentermassekörper ein Verriegelungselement auf, welches mit einer Nut oder Hinterschneidung des Rotors in Wechselwirkung tritt. Mittels der Wechselwirkung, insbesondere eines Eingriffs des Verriegelungselements in die Nut oder hinter die Hinterschneidung, kann eine formschlüssige Sicherung gewährleistet werden. Eine Entriegelung kann beispielsweise bei Stillstand infolge der Magnetkraft der Magneten erfolgen, mittels eines manuell betätigten Entriegelungsmechanismus erfolgen oder über eine Feder erfolgen.

[0030] Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe stellt ein Rotor dar, der für eine Zentrifuge bestimmt ist, wie diese zuvor erläutert worden ist, und entsprechend gestaltet ist.

- Um lediglich einige Beispiele zu nennen, kann der Rotor einen Rotorrücksprung aufweisen, hinter den der Exzentermassekörper infolge der Zentrifugalkraft bewegt werden kann.

- Der Rotorrücksprung kann eine Rotor-Rampenfläche aufweisen, die in einem Halblängsschnitt unter einem Rampenflächenwinkel gegenüber einer Drehachse des Rotors geneigt ist, der kleiner ist

als 45° (insbesondere kleiner ist 30° oder kleiner ist 25° oder kleiner ist als 20°).

- Der Rotor kann ein Gegen-Formschlusselement aufweisen, welches mit dem Formschlusselement des Antriebselements zur formschlüssigen Übertragung des Antriebsmomentes in Wechselwirkung tritt.
- Der Rotor kann eine Rotor-Konusfläche aufweisen, wobei die Rotor-Konusfläche entgegengesetzt zu der Rotor-Rampenfläche geneigt sein kann.
- Möglich ist, dass die Rotor-Rampenfläche weiter außenliegend, also in Richtung des Antriebs vorgeordnet, angeordnet sein kann als die Rotor-Konusfläche.
- Das Gegen-Formschlusselement des Rotors kann zwischen der Rotor-Konusfläche und der Rotor-Rampenfläche angeordnet sein.
- Der Rotor kann eine Einsatzhülse aufweisen, die die Rotor-Rampenfläche und/oder das Gegen-Formschlusselement und/oder die Rotor-Konusfläche ausbildet.

[0031] Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrunde liegenden Aufgabe stellt ein Antriebskopf dar, der für eine Zentrifuge bestimmt ist, wie diese zuvor erläutert worden ist, und entsprechend gestaltet ist. Der Antriebskopf weist eine zentrifugalkraftbetätigten Kupplungseinrichtung auf, die einen an dem Antriebskopf beweglich geführten Exzentermassekörper aufweist. Der Exzentermassekörper ist entlang einer Führungsbahn an dem Antriebskopf, vorzugsweise mit einem translatorischen Freiheitsgrad, geführt.

[0032] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0033] Die in der Beschreibung genannten Vorteile von Merkmalen und von Kombinationen mehrerer Merkmale sind lediglich beispielhaft und können alternativ oder kumulativ zur Wirkung kommen, ohne dass die Vorteile zwingend von erfindungsgemäßen Ausführungsformen erzielt werden müssen.

[0034] Hinsichtlich des Offenbarungsgehalts - nicht des Schutzbereichs - der ursprünglichen Anmeldeunterlagen und des Patents gilt Folgendes: Weitere Merkmale sind den Zeichnungen - insbesondere den dargestellten Geometrien und den relativen Abmessungen mehrerer Bauteile zueinander sowie deren relativer Anordnung und Wirkverbindung - zu entnehmen. Die Kombination von Merkmalen unterschiedlicher Ausführungsformen der Erfindung oder von Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche ist ebenfalls abweichend von den gewählten Rückbeziehungen der Patentansprüche möglich und wird hiermit angeregt. Dies betrifft auch

solche Merkmale, die in separaten Zeichnungen dargestellt sind oder bei deren Beschreibung genannt werden. Diese Merkmale können auch mit Merkmalen unterschiedlicher Patentansprüche kombiniert werden. Ebenso können in den Patentansprüchen aufgeführte Merkmale für weitere Ausführungsformen der Erfindung entfallen, was aber nicht für die unabhängigen Patentansprüche des erteilten Patents gilt.

[0035] Die in den Patentansprüchen und der Beschreibung genannten Merkmale sind bezüglich ihrer Anzahl so zu verstehen, dass genau diese Anzahl oder eine größere Anzahl als die genannte Anzahl vorhanden ist, ohne dass es einer expliziten Verwendung des Adverbs "mindestens" bedarf. Wenn also beispielsweise von einem Exzentermassekörper oder Magnet die Rede ist, ist dies so zu verstehen, dass genau ein Exzentermassekörper oder Magnet, zwei Exzentermassekörper oder Magnete oder mehr Exzentermassekörper oder Magnete vorhanden sind. Die in den Patentansprüchen angeführten Merkmale können durch weitere Merkmale ergänzt werden oder die einzigen Merkmale sein, die der Gegenstand des jeweiligen Patentanspruchs aufweist.

[0036] Die in den Patentansprüchen enthaltenen Bezugszeichen stellen keine Beschränkung des Umfangs der durch die Patentansprüche geschützten Gegenstände dar. Sie dienen lediglich dem Zweck, die Patentansprüche leichter verständlich zu machen.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0037] Im Folgenden wird die Erfindung anhand in den Figuren dargestellter bevorzugter Ausführungsbeispiele weiter erläutert und beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein als Antriebskopf ausgebildetes Antriebselement einer Laborzentrifuge in einer räumlichen Explosionsdarstellung.

Fig. 2 zeigt einen Rotor mit darin angeordnetem Antriebskopf gemäß Fig. 1 in einem räumlichen Halblängsschnitt, wobei die Kupplungseinrichtung gelöst ist.

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch den Rotor mit Antriebskopf gemäß Fig. 2.

Fig. 4 zeigt einen Längsschnitt durch den Antriebskopf gemäß Fig. 1, wobei die Kupplungseinrichtung in der gelösten Ausgangsstellung ist.

Fig. 5 zeigt den Antriebskopf gemäß Fig. 1 und 4 in der gelösten Ausgangsstellung in einer räumlichen Ansicht.

Fig. 6 bis 9 zeigen den Fig. 2 bis 5 entsprechen-

de Darstellungen, wobei sich hier allerdings die die Kupplungseinrichtung in der gekuppelten Stellung befindet.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Antriebskopfes mit dessen Annäherung an einen Rotor in einem Längsschnitt.

Fig. 11 zeigt den Rotor und den Antriebskopf gemäß Fig. 10 in einem räumlichen Halblängsschnitt.

Fig. 12 und 13 zeigen Ansichten gemäß Fig. 10 und 11, wobei hier aber die Kupplungseinrichtung die gelöste Ausgangsstellung verlassen hat und eine gekuppelte Stellung eingenommen hat.

Fig. 14 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Antriebskopfes im Kupplungsbereich mit einem Rotor in einem Detail eines Halblängsschnitts.

FIGURENBESCHREIBUNG

[0038] In der folgenden Figurenbeschreibung sind teilweise Bauelemente oder Merkmale mit denselben Bezugsnummern gekennzeichnet, wobei diese dann durch den ergänzenden Buchstaben a, b,... voneinander unterschieden sein können. In diesem Fall kann auch ohne den zusätzlichen Buchstaben auf das Bauelement oder Merkmal Bezug genommen werden, womit dann ein Bauelement oder Merkmal, mehrere Bauelemente oder Merkmale oder sämtliche Bauelemente oder Merkmale angesprochen sein können.

[0039] **Fig. 1** zeigt ein Antriebselement 1, welches als Antriebskopf 2 ausgebildet ist. Der Antriebskopf 2 kann drehfest an einer Antriebswelle eines Antriebsmotors der Zentrifuge (hier nicht dargestellt) befestigt werden. Der Antriebskopf 2 verfügt über einen Abdeckkörper 3 und einen Grundkörper 4.

[0040] Der Grundkörper 4 bildet in dem unteren Endbereich eine Antriebselement-Konusfläche 5 aus, die sich ausgehend von einer zylindrischen Führungsfläche 6 erweitert. Ohne dass dies zwingend der Fall ist, bildet der Grundkörper 4 integral einen Sternkörper 7 aus. Der Sternkörper 7 verfügt über radial orientierte Rippen 8, die von einer Sternhülse 9 ausgehen.

[0041] Der Abdeckkörper 3 verfügt über eine Kreisscheibe 10, die von oben auf den Sternkörper 7 aufgelegt ist und mittels Schrauben 11a, 11b, 11c an dem Sternkörper 7 gesichert ist. Hierbei sind die Schrauben 11a, 11b, 11c durch Bohrungen 12a, 12b, 12c der Kreisscheibe 10 mit Gewindebohrungen 13a, 13b, 13c im Bereich der Rippen 8a, 8b, 8c verschraubt. Zwischen dem Abdeckkörper 3 und dem Grundkörper sind drei Exzen-

termassekörper-Aufnahmeräume 14a, 14b, 14c gebildet, die radial nach außen offen sind, radial nach innen durch die Sternhülse 9 begrenzt sind und in Umfangsrichtung begrenzt sind durch die Rippen 8a, 8b, 8c.

[0042] Der Abdeckkörper 3 verfügt auf der außenliegenden Seite über ein Formschlusselement 15.

[0043] Gemäß Fig. 1 verfügt das Formschlusselement 15 über eine Mantelfläche 16 mit einem sternförmigen Querschnitt oder einer beliebig geformten Verzahnung, einem Mehrkant o. Ä.

[0044] Der Antriebskopf 2 verfügt über eine in Richtung einer Drehachse 39 durchgehende Ausnehmung 17. In **Fig. 2** ist zu erkennen, dass diese Ausnehmung 17 in dem unteren Endbereich eine kegelstumpfförmige Konusfläche aufweist, die sich in eine zylindrische Bohrung fortsetzt. Die Ausnehmung 17 dient der Befestigung des Antriebskopfes 2 an einer Antriebswelle der Laborzentrifuge, was hier nicht näher beschrieben wird.

[0045] In den Exzentermassekörper-Aufnahmeräumen 14a, 14b, 14c ist jeweils ein Exzentermassekörper 18a, 18b, 18c angeordnet. Die Exzentermassekörper 18 sind jeweils als Kreisringsegmente 19a, 19b, 19c ausgebildet. Vorzugsweise ist die radial innenliegende Stirnfläche der Kreisringsegmente 19 zylindersegmentförmig ausgebildet. Die Stirnflächen der Kreisringsegmente 19 in Umfangsrichtung sind radial zur Drehachse 39 orientiert. Die Unter- und Oberseiten der Kreisringsegmente 19 sind parallel zueinander orientiert mit einer Flächennormale, die parallel zur Drehachse 39 orientiert ist. Die äußere Mantelfläche 20 der Kreisringsegmente 19 ist kegelstumpfförmig ausgebildet und bildet eine Exzentermassekörper-Rampenfläche 21, die gegenüber einer Drehachse 39 mit einem Rampenflächenwinkel 22 geneigt ist, der vorzugsweise $15^\circ \pm 5^\circ$ beträgt.

[0046] In die Exzentermassekörper-Aufnahmeräume 14 erstrecken sich jeweils zwei Führungsvorsprünge 24, 25, die für das dargestellte Ausführungsbeispiel als parallel zur Drehachse 39 orientierte Führungsbolzen 26, 27 ausgebildet sind. Die Führungsbolzen 26, 27 treten ein in radial orientierte Nuten oder Langlöcher auf der Unterseite der Exzentermassekörper 18, deren Längsachse vorzugsweise radial zu Drehachse 39 orientiert ist. Der Eingriff der Führungsbolzen 26, 27 in die Nuten oder Langlöcher gewährleistet eine Führung des Exzentermassekörpers 18 derart, dass die Bewegung des Exzentermassekörpers in radialer Richtung zu der Drehachse 39 erfolgt.

[0047] Des Weiteren ist im Bereich der Exzentermassekörper-Aufnahmeräume 14 jeweils ein als Permanentmagnet ausgebildeter Magnet 28 angeordnet, dessen radial außen liegender Pol vorzugsweise bündig zu der Gleitfläche zwischen dem Exzentermassekörper 18 und dem Antriebskopf 2 angeordnet ist.

[0048] Ist der Abdeckkörper 3 mit dem Grundkörper 4 montiert, sind die Exzentermassekörper 18 in den Exzentermassekörper-Aufnahmeräumen 14 zwischen dem Abdeckkörper 3 und der Anlagefläche an dem Grundkörper 4 in Richtung der Drehachse 39 gefangen,

womit die Führungsbolzen 26, 27 nicht aus den Nuten oder Langlöchern austreten können. Der maximale Bewegungsweg der Exzentermassekörper 18 radial nach außen ist vorgegeben durch die Länge der Nuten oder der Langlöcher.

[0049] Fig. 2 zeigt in einem räumlichen Teilschnitt einen Rotor 23 mit darin montiertem Antriebskopf 2. Ein Grundkörper 29 des Rotors 23 weist eine koaxial zur Drehachse 39 orientierte durchgehende Ausnehmung 30 auf. Die Ausnehmung 30 verfügt in Richtung der Drehachse 39 über die folgenden Abschnitte, die unmittelbar aneinander anschließen:

- eine kegelstumpfförmige Rotor-Konusfläche 31,
- eine zylindrische Führungsfläche 32,
- eine mit dem Rampenflächenwinkel 22 gegenüber der Drehachse 39 geneigte RotorRücksprung-Rampenfläche 33, die vorzugsweise im Bereich eines Rotorrücksprungs 40 des Rotors 23, der bspw. eine Hinterschneidung bilden kann, ausgebildet wird,
- einen zylindrischen Zwischenabschnitt 34, im Bereich dessen der Abdeckkörper 3 angeordnet ist und
- einen Abschnitt mit verringertem Durchmesser, in dem die Ausnehmung 30 das Gegen-Formschlusselement 35 ausbildet.

[0050] Das Gegen-Formschlusselement 35 verfügt dabei über eine Innenfläche, deren Querschnitt dem Querschnitt der Mantelfläche 16 des Formschlusselements 15 entspricht, sodass das Formschlusselement 15 passgenau und formschlüssig zur Übertragung eines Antriebsmoments in dem Gegen-Formschlusselement 35 angeordnet werden kann.

[0051] Fig. 2 ist zu erkennen, dass auf der dem Magneten 28 zugewandten Seite in einer Bohrung des Exzentermassekörpers 18 ein als Permanentmagnet ausgebildeter Magnet 36 angeordnet ist.

[0052] In Fig. 2 befinden sich die Exzentermassekörper 18 in ihrer Ausgangsstellung. In dieser Ausgangsstellung ist der Magnet 36 der Exzentermassekörper 18 mit dem entgegengesetzten Pol benachbart und fluchtend zu dem Pol des Magneten 28 angeordnet, sodass über die Magnetkraft zwischen den Magneten 28, 36 die Ausgangsstellung gesichert ist.

[0053] Wird der Antriebsmotor betätigt, wird über die Welle-Nabe-Verbindung zwischen der Antriebswelle und dem Antriebskopf 2 die Antriebsbewegung auf den Antriebskopf 2 übertragen, die wiederum über den Formschluss zwischen den Formschlusselement 15 und dem Gegen-Formschlusselement 35 auf den Rotor 23 übertragen wird. Überwindet die an den Exzentermassekörpern 18 wirkende Zentrifugalkraft die magnetische Sicherungskraft, gleiten die Exzentermassekörper 18 in den Exzentermassekörper-Aufnahmeräumen 14 radial nach außen, bis die Exzentermassekörper 18 mit den Exzentermassekörper-Rampenflächen 21 zur Anlage kommen an die Rotor-Rampenflächen 33. Die in der dadurch erzeugten Kontaktfläche wirkenden Zentrifugal-

kräfte werden infolge des Rampenflächenwinkels 22 umgewandelt in eine Axialkraft, die den Grundkörper 29 des Rotors 23 mit der Rotor-Konusfläche 31 gegen die Antriebsselement-Konusfläche 5 presst.

[0054] Die Wechselwirkung der Exzentermassekörper 18 mit den Exzentermassekörper-Rampenflächen 21 mit den Rotor-Rampenflächen 33 des Grundkörpers 29 des Rotors bildet eine Kupplungseinrichtung 37, über die eine zuverlässige Verbindung zwischen dem Rotor 23 und dem Antriebskopf gewährleistet ist, solange infolge der Verdrehung eine hinreichende Zentrifugalkraft an den Exzentermassekörpern 18 erzeugt wird.

[0055] Fig. 3, 4 und 5 zeigen den Antriebskopf 2 in einem Zustand der Kupplungseinrichtung 37, in welcher sich die Exzentermassekörper 18 in der Ausgangsstellung befinden. Hingegen zeigen Fig. 6 bis 9 einen Betriebszustand der Kupplungseinrichtung 37, in dem sich die Exzentermassekörper 18 in der gekuppelten Stellung oder Sicherungsstellung befinden. Ist nach der Beendigung der Zentrifugation eine Entnahme des Rotors 23 von dem Antriebskopf 2 gewünscht, können sich durchaus die Exzentermassekörper 18 noch in der Sicherungsstellung befinden. Werden dann aber parallel zur Drehachse 39 orientierte Entnahmekräfte auf den Rotor 23 aufgebracht, erzeugen diese Entnahmekräfte infolge des Rampenflächenwinkels 22 an den Exzentermassekörper-Rampenflächen 21 eine Kraftkomponente, die radial nach innen orientiert ist, womit die Exzentermassekörper 18 radial nach innen gleiten können, bis diese die Entnahme des Rotors 23 freigeben und die Ausgangsstellung der Exzentermassekörper 18 durch die Wechselwirkung zwischen den Magneten 28, 36 gesichert werden kann.

[0056] In dem in Fig. 1 bis 9 dargestellten Ausführungsbeispiel kann eine Führung durch passgenaue zylindrische Kontaktflächen zwischen den Führungsflächen 6, 32 gewährleistet werden. Ebenfalls möglich ist, dass in diesen Bereichen keine Führung über Kontaktflächen erfolgt, sondern vielmehr ein Spiel vorhanden ist. In diesem Fall kann eine Führung mittels Führungsflächen 42, 43 erfolgen, die von der Mantelfläche der Kreisscheibe 10 und einer Innenfläche des Rotors 23 ausgebildet werden.

[0057] Für das in Fig. 1 bis 9 dargestellte Ausführungsbeispiel sind für einen an dem Antriebskopf 2 montierten Rotor 23 das Formschlusselement 15 und das Gegen-Formschlusselement 35, die Exzentermassekörper-Rampenfläche 21 und die Rotor-Rampenfläche 33 und die Antriebsselement-Konusfläche 5 und die Rotor-Konusfläche 31 in dieser axialen Reihenfolge angeordnet, wobei das Formschlusselement 15 am weitesten in dem Rotor 23 angeordnet ist. In Fig. 10 bis 13 ist ein anderes Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Antriebsselement-Konusfläche 5 und die Rotor-Konusfläche 31, das Formschlusselement 15 und das Gegen-Formschlusselement 35 und die Exzentermassekörper-Rampenfläche 21 und die Rotor-Rampenfläche 33 in dieser axialen Reihenfolge angeordnet sind, wobei in diesem

Fall die Antriebselement-Konusfläche 5 und die Rotor-Konusfläche 21 am Weitesten im Inneren des Rotors 23 angeordnet sind. Diese Ausführungsform ermöglicht beispielsweise, dass das Formschlusselement 15 und das Gegen-Formschlusselement 35 einen größeren Durchmesser aufweisen können, sodass eine verbesserte Übertragung des Antriebsmomentes gewährleistet ist. Des Weiteren kann auf diese Weise unter Umständen auch die Anordnung des Formschlusselements 15 und des Gegen-Formschlusselements 35 und/oder der Exzentermassekörper-Rampenfläche 21 und der Rotor-Rampenfläche 33 in einem Materialbereich des Rotor 23 erfolgen, der einen kleineren axialen Abstand von dem Antrieb hat für eine steife Abstützung und einem reduzierten Hebelarm etwaiger Kräfte. Alternativ oder kumulativ möglich ist, dass diese Ausgestaltung ermöglicht, dass im Bereich der genannten Elemente mehr Material zur Verfügung gestellt wird, wodurch sich eine verbesserte Festigkeit ergeben kann.

[0058] Für das in Fig. 1 bis 9 dargestellte Ausführungsbeispiel wurden die Funktionsflächen, mit denen der Rotor 23 mit dem Antriebskopf 2 in Wechselwirkung tritt, einstückig von dem Grundkörper 29 ausgebildet. Hingegen werden gemäß dem Ausführungsbeispiel in Fig. 10 bis 13 diese Funktionsflächen von einer Einsatzhülse 38, die in den Grundkörper 29 eingesetzt und mit diesen verschraubt sein kann, zumindest teilweise ausgebildet. Für das dargestellte Ausführungsbeispiel bildet die Einsatzhülse 38 sowohl die Rotor-Rampenfläche 33 als auch das Gegen-Formschlusselement 35 aus, während die Rotor-Konusfläche 31 von dem Grundkörper 29 ausgebildet wird.

[0059] Vorzugsweise sind die Exzentermassekörper-Rampenflächen 21 im Bereich der axialen Kanten abgerundet.

[0060] Die Kupplungseinrichtung 37 kann insbesondere werkzeuglos durch Applikation von Entnahmekräften auf den Rotor 23 gelöst werden. Möglich ist, dass nach dem Betrieb der Zentrifuge mit dem Erreichen des Stillstands des Rotors 23 die Magnete 28, 36 die Exzentermassekörper 18 automatisch in die nicht verriegelte Ausgangsstellung zurückbewegen. Möglich ist aber auch, dass alternativ oder kumulativ die von dem Benutzer manuell auf den Rotor 23 aufgebrachten Entnahmekräfte über den Neigungswinkel der Exzentermassekörper-Rampenflächen 21 in eine Kraft umgewandelt werden, die die Exzentermassekörper 18 in die nicht verriegelte Ausgangsstellung zurückbewegen.

[0061] Vorzugsweise sind die Exzentermassekörper 18 aus Edelstahl hergestellt, wobei möglich ist, dass dann der Grundkörper 29 des Rotors 23 und/oder die Einsatzhülse 38 aus Aluminium oder Edelstahl hergestellt ist.

[0062] Erfindungsgemäß sind die Exzentermassekörper 18 durch eine Führungsbahn 41 geführt. Die Führungsbahn 41 kann wie folgt alternativ oder kumulativ bereitgestellt werden:

- Möglich ist, dass die Führungsbahn 41 durch die Führung der Führungsvorsprünge 24, 25 in den Nuten oder Langlöchern der Exzentermassekörper 18 erfolgt. Vorzugsweise wird auf diese Weise eine Führung der Exzentermassekörper 18 in radialer Richtung gewährleistet und ein radial außenliegender oder radial innenliegender Anschlag für die Bewegung der Exzentermasse Körper 18 bereitgestellt.
- Möglich ist, dass die Führungsbahn 41 durch die Führung der Exzentermassekörper 18 zwischen der Unterseite des Abdeckkörpers 3 und der Oberseite des Grundkörpers 4 bereitgestellt wird. Diese Führung gewährleistet insbesondere, dass kein Veranken der Exzentermassekörper 18 erfolgen kann und/oder keine Bewegung der Exzentermassekörper 18 in axialer Richtung erfolgen kann.
- Möglich ist des Weiteren, dass die Führungsbahn 41 gewährleistet wird von Kontaktflächen zwischen den Stirnseiten der Exzentermassekörper 18 in Umfangsrichtung und den Seitenflächen der Rippen 8 (für das dargestellte Ausführungsbeispiel ist dies nicht der Fall).

[0063] Abweichend zu den dargestellten Ausführungsbeispielen kann das Gegen-Formschlusselement 35 auch axial außenliegend an dem Rotor 23 angeordnet sein, womit dann das Formschlusselement 15 im unteren Endbereich des Grundkörpers 4 angeordnet ist.

[0064] Fig. 14 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Verbindung zwischen dem Antriebskopf 2 und dem Rotor 23 nicht ausschließlich dadurch erfolgt und gesichert ist, dass der Rotor 23 mit der Rotor-Konusfläche 31 und der Rotor-Rampenfläche 33 zwischen der Exzentermassekörper-Rampenfläche 21 und der Abtriebselement-Konusfläche 5 verspannt ist. Vielmehr erfolgt hier eine zusätzliche Verbindung und Sicherung dadurch, dass der Grundkörper 29 des Rotors 23 über eine Nut oder Hinterschneidung 44 verfügt. In diesem Fall weist der Exzentermassekörper 18 ein nach außen orientiertes Verriegelungselement 45 auf. Für das dargestellte Ausführungsbeispiel schließt das Verriegelungselement 45 unmittelbar an die Exzentermassekörper-Rampenfläche 21 an, wobei das Verriegelungselement 45 in dem Endbereich der Exzentermassekörper-Rampenfläche 21 angeordnet ist, der den kleineren Abstand von der Drehachse 39 aufweist. Werden die Exzentermassekörper 18 infolge des Zentrifugierens radial nach außen bewegt, tritt das Verriegelungselement 45 in die Nut oder Hinterschneidung 44 ein, womit ein verriegelter Betriebszustand erreicht ist. Das Verriegelungselement 45 und die Nut oder Hinterschneidung 44 bilden in dem verriegelten Betriebszustand einen Formschluss, der eine Entnahme des Rotors 23 von dem Antriebskopf 2 in eine Entnahmerichtung, die der Richtung der Drehachse 39 entspricht, blockiert.

[0065] Die Kontaktflächen 46, 47 des Exzentermassekörpers 18 und der Nut oder Hinterschneidung 44 können beliebig geformt sein. Beispielsweise können die Kontaktflächen 46, 47 als Kreisringsegmentflächen ausgebildet sein, deren Flächennormale der Drehachse 39 entspricht, oder die Kontaktflächen 46, 47 können einen beliebigen Konuswinkel zu der Drehachse 39 ausbilden. Fig. 14 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Kontaktfläche 47 der Nut oder Hinterschneidung 44 eine Nase 48 aufweist, die eingreift in eine Vertiefung 49 der Kontaktfläche 46.

[0066] Eine Entriegelung kann erfolgen, wenn mit der Abbremsung des Rotors 23 die Kraft der Magnete 28, 36 auf die Exzentermassekörper 18 größer wird als die in den Kontaktflächen wirkende, radial nach außen wirkende Reibkraftkomponente und die verbleibende, auf die Exzentermassekörper 18 wirkende Zentrifugalkraft. Alternativ oder kumulativ kann die Entriegelung bspw. über eine Feder oder eine manuell betätigte Entriegelungseinrichtung erfolgen.

[0067] Für das dargestellte Ausführungsbeispiel bilden die Exzentermassekörper 18 jeweils sowohl die Exzentermassekörper-Rampenflächen 21 als auch die Verriegelungselemente 45 aus. Es ist aber auch möglich, dass erste Exzentermassekörper die Exzentermassekörper-Rampenflächen 21 ausbilden, während die Verriegelungselemente 45 vom zweiten Exzentermassekörper ausgebildet sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0068]

1	Antriebselement
2	Antriebskopf
3	Abdeckkörper
4	Grundkörper
5	Antriebselement-Konusfläche
6	Führungsfläche
7	Sternkörper
8	Rippe
9	Sternhülse
10	Kreisscheibe
11	Schrauben
12	Bohrung
13	Gewindebohrungen
14	Exzentermassekörper-Aufnahmeraum
15	Formschlusselement
16	Mantelfläche
17	Ausnehmung
18	Exzentermassekörper
19	Kreisringsegment
20	Mantelfläche
21	Exzentermassekörper-Rampenfläche
22	Rampenflächenwinkel
23	Rotor
24	Führungsvorsprung
25	Führungsvorsprung

26	Führungsbolzen
27	Führungsbolzen
28	Magnet
29	Grundkörper
5 30	Ausnehmung
31	Rotor-Konusfläche
32	Führungsfläche
33	Rotor-Rampenfläche
34	Zwischenabschnitt
10 35	Gegen-Formschlusselement
36	Magnet
37	Kupplungseinrichtung
38	Einsatzhülse
39	Drehachse
15 40	Rotorrücksprung
41	Führungsbahn
42	Führungsfläche
43	Führungsfläche
44	Nut, Hinterschneidung
20 45	Verriegelungselement
46	Kontaktfläche
47	Kontaktfläche
48	Nase
49	Vertiefung

25

Patentansprüche

1. Zentrifuge mit einem Rotor (23), der über eine zentrifugalkraftbetätigte Kupplungseinrichtung (37) mit einem Antriebselement (1) verbunden ist, wobei die Kupplungseinrichtung (37) einen an dem Antriebselement (1) beweglich geführten Exzentermassekörper (18) aufweist, wobei der Exzentermassekörper (18) vorzugsweise durch die Zentrifugalkraft hinter einen Rotorrücksprung (40) und/oder gegen eine Rotor-Rampenfläche (33) bewegt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzentermassekörper (18) entlang einer Führungsbahn (41) an dem Antriebselement (1), vorzugsweise mit einem translatorischen Freiheitsgrad, geführt ist.
2. Zentrifuge nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzentermassekörper (18) eine Exzentermassekörper-Rampenfläche (21) und der Rotor (23) eine Rotor-Rampenfläche (33) aufweisen, die in einem Halblängsschnitt unter einem Rampenflächenwinkel (22) gegenüber einer Drehachse (39) des Rotors (23) geneigt ist, der kleiner ist als 45°, insbesondere kleiner ist als 30° oder kleiner ist als 25° oder kleiner ist als 20°.
3. Zentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antriebselement (1) ein drehfest mit einer Antriebswelle verbindbarer Antriebskopf (2) ist.
4. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprü-

- che, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzentermassekörper (18) über einen Eingriff eines Führungsvorsprungs (24, 25) in eine Nut oder ein Langloch geführt ist.
5. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den Umfang verteilt drei Exzentermassekörper (18a, 18b, 18c) an dem Antriebselement (1) geführt sind.
6. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antriebselement (1) ein Formschlusselement (15) aufweist, welche mit einem Gegen-Formschlusselement (35) des Rotors (23) zur formschlüssigen Übertragung des Antriebsmomentes in Wechselwirkung tritt.
7. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzentermassekörper (18) über einen Magneten (28, 36) in einer Ausgangsstellung gesichert ist.
8. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- a) das Antriebselement (1) eine Antriebselement-Konusfläche (5) aufweist und
- b) der Rotor (23) eine Rotor-Konusfläche (31) aufweist,
- wobei die Antriebselement-Konusfläche (5) und die Rotor-Konusfläche (31) entgegengesetzt zu der Exzentermassekörper-Rampenfläche (21) und der Rotor-Rampenfläche (33) geneigt sind, wobei vorzugsweise die Antriebselement-Konusfläche (5) und die Rotor-Konusfläche (31) auf der dem Antrieb abgewandten Seite von der Exzentermassekörper-Rampenfläche (21) und der Rotor-Rampenfläche (33) angeordnet sind.
9. Zentrifuge nach Anspruch 8 in direkter oder indirekter Rückbeziehung auf Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formschlusselement (15) und das Gegen-Formschlusselement (35) zwischen
- a) der Antriebselement-Konusfläche (5) und der Rotor-Konusfläche (31) und
- b) der Exzentermassekörper-Rampenfläche (21) und der Rotor-Rampenfläche (33) angeordnet sind.
10. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (23) eine Einsatzhülse (38) aufweist, die die Rotor-Rampenfläche (33) und/oder das Gegen-Formschlusselement (35) und/oder die Rotor-Konusfläche (31) ausbildet.
11. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antriebselement (1)
- a) einen Grundkörper (4) aufweist, der vorzugsweise die Antriebselement-Konusfläche (5) ausbildet, und
- b) einen mit dem Grundkörper (4) verbundenen Abdeckkörper (3) aufweist,
- wobei zwischen dem Grundkörper (4) und dem Abdeckkörper (3) ein Exzentermassekörper-Aufnahmeraum (14) gebildet ist, in dem der Exzentermassekörper (18) angeordnet und geführt ist.
12. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzentermassekörper (18) als Kreisringsegment (19) ausgebildet ist.
13. Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder ein Exzentermassekörper (18) ein Verriegelungselement (45) aufweist, welches mit einer Nut oder Hinterschneidung (44) des Rotors (23) in Wechselwirkung tritt.
14. Rotor (23) für eine Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei vorzugsweise der Rotor (23) eine Rotor-Rampenfläche (33) aufweist, die in einem Halblängsschnitt mit einem Rampenflächenwinkel (22) gegenüber einer Drehachse (39) des Rotors (23) geneigt ist, der kleiner ist als 45° , insbesondere kleiner ist als 30° oder kleiner ist als 25° oder kleiner ist als 20° .
15. Antriebskopf (2) für eine Zentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer zentrifugalkraftbetätigten Kupplungseinrichtung (37), wobei die Kupplungseinrichtung (37) einen an dem Antriebskopf (2) beweglich geführten Exzentermassekörper (18) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Exzentermassekörper (18) entlang einer Führungsbahn (41) an dem Antriebskopf (1), vorzugsweise mit einem translatorischen Freiheitsgrad, geführt ist.

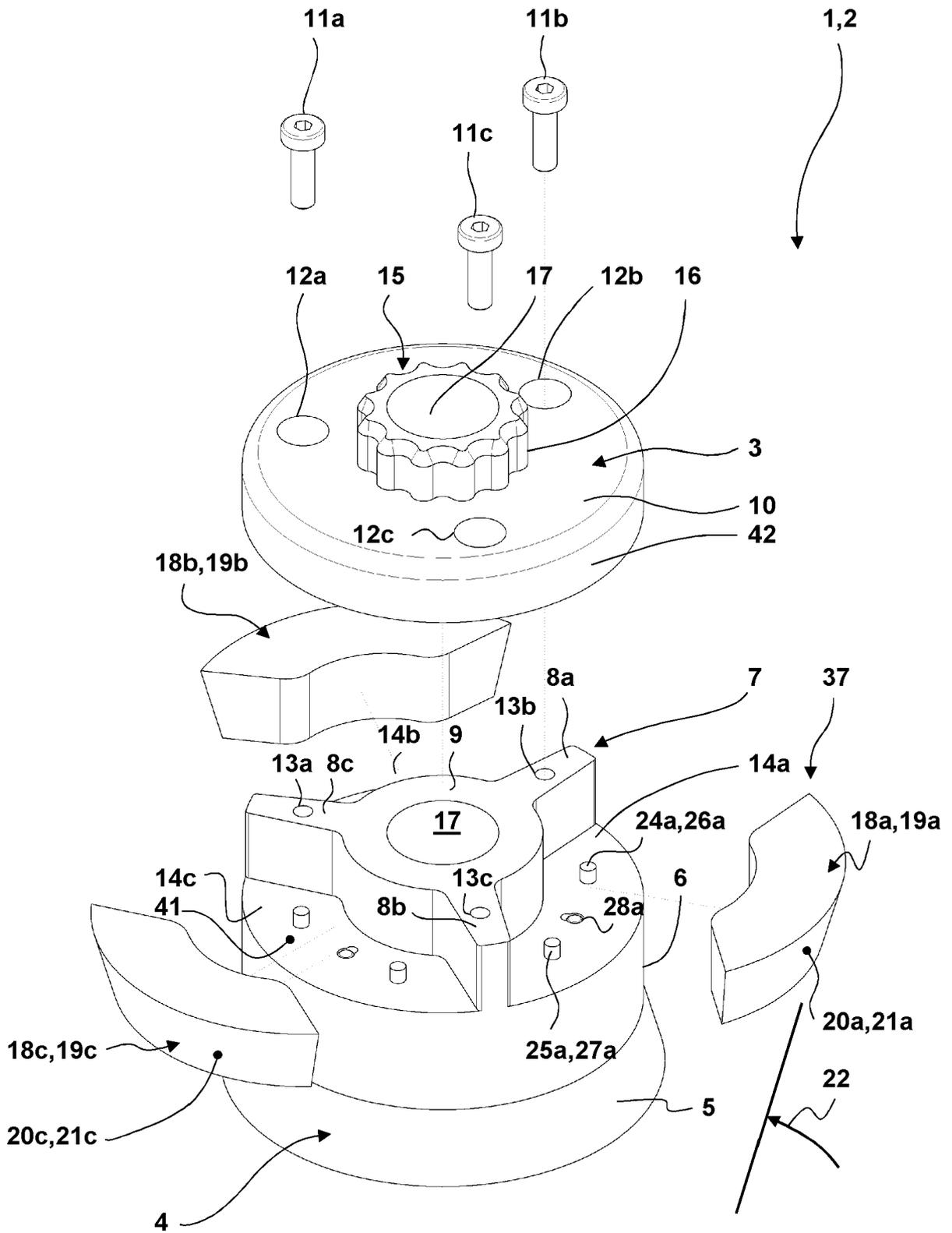


Fig. 1

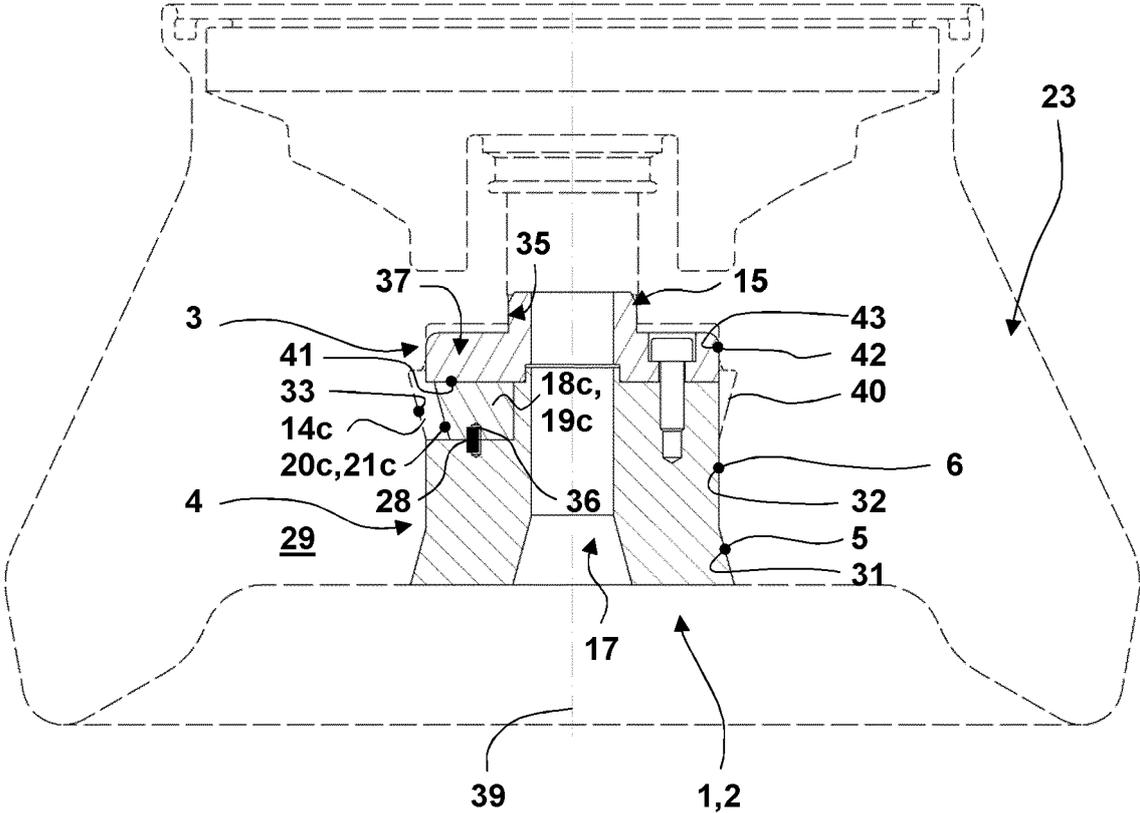


Fig. 3

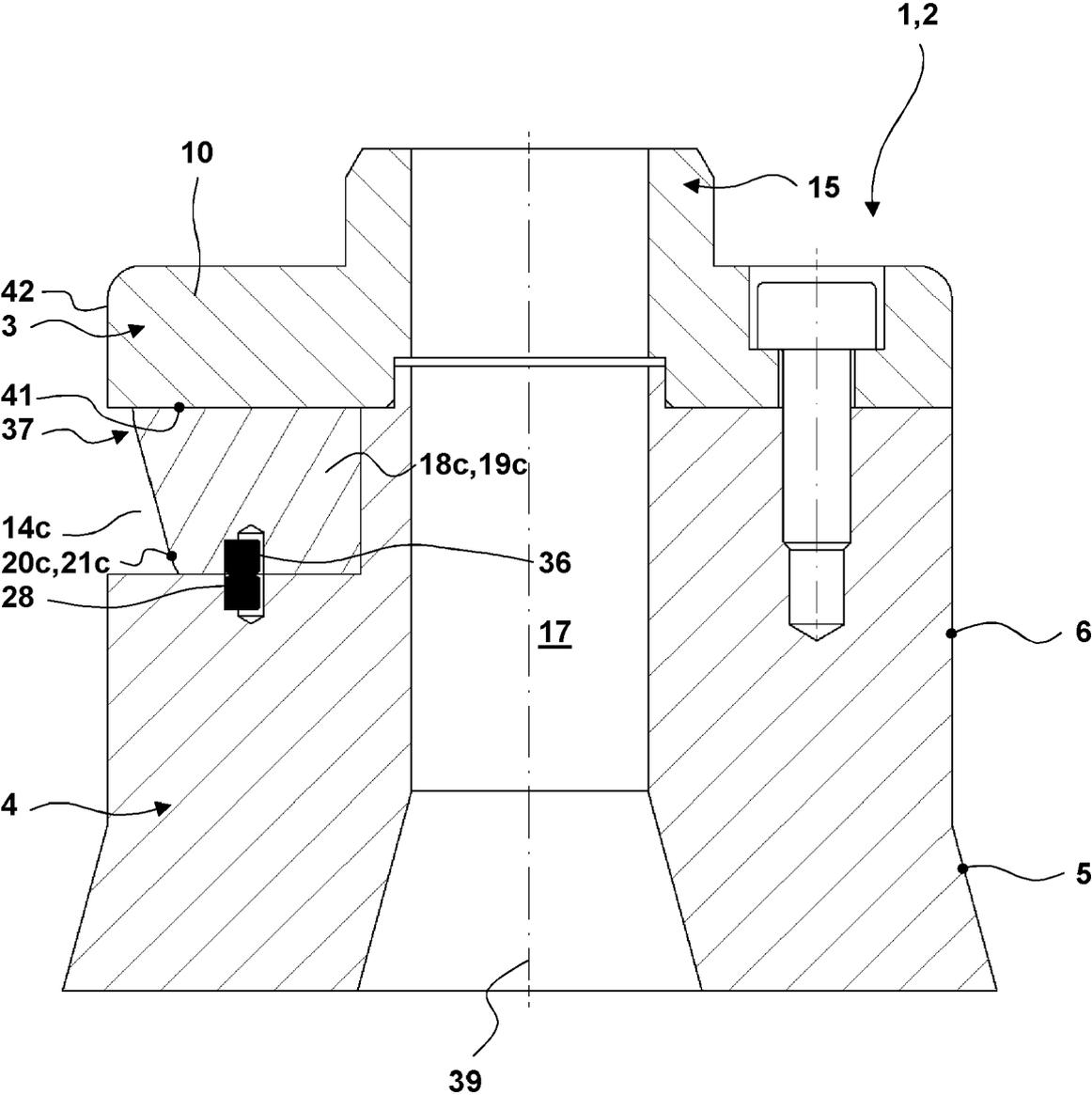


Fig. 4

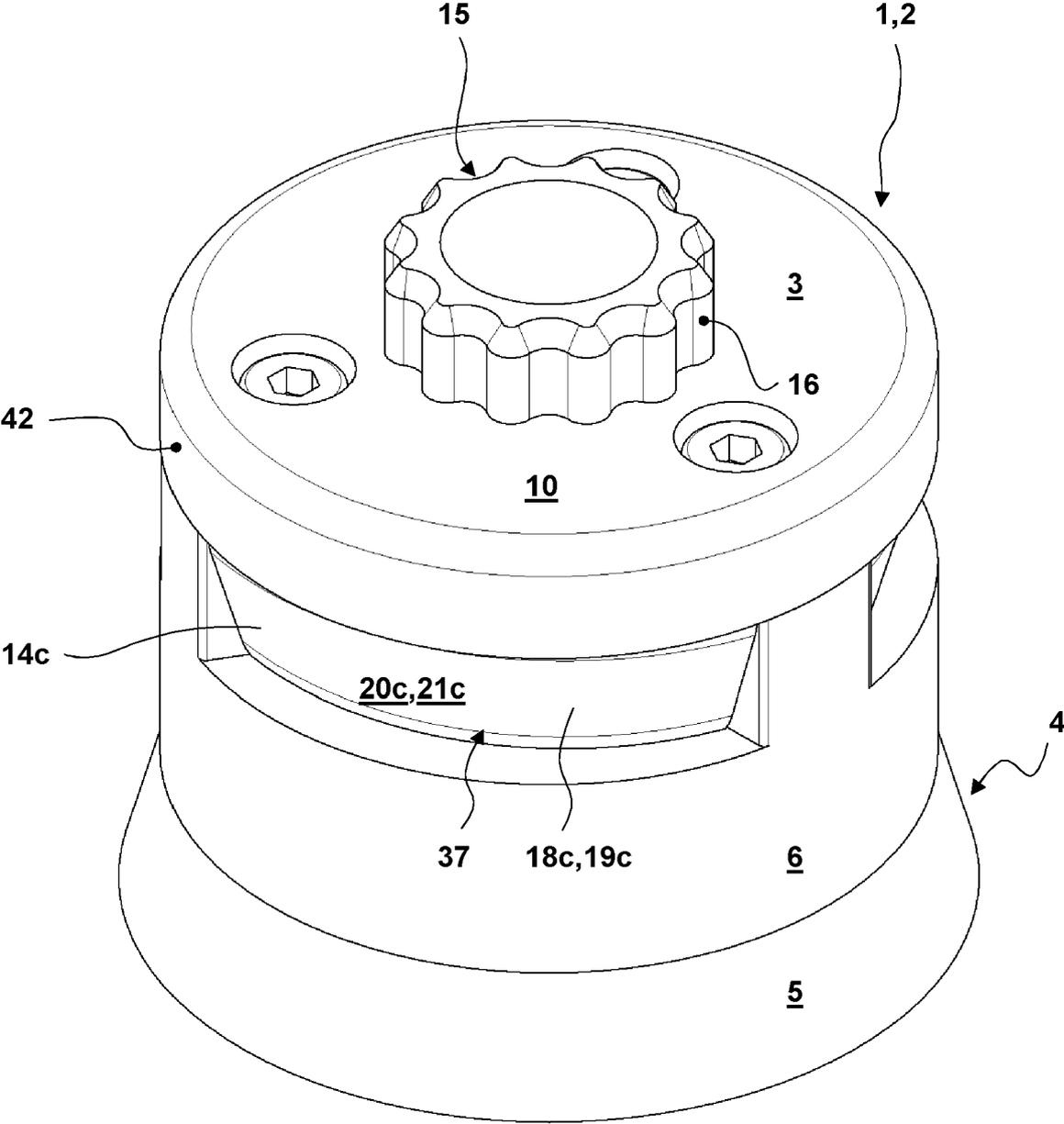


Fig. 5

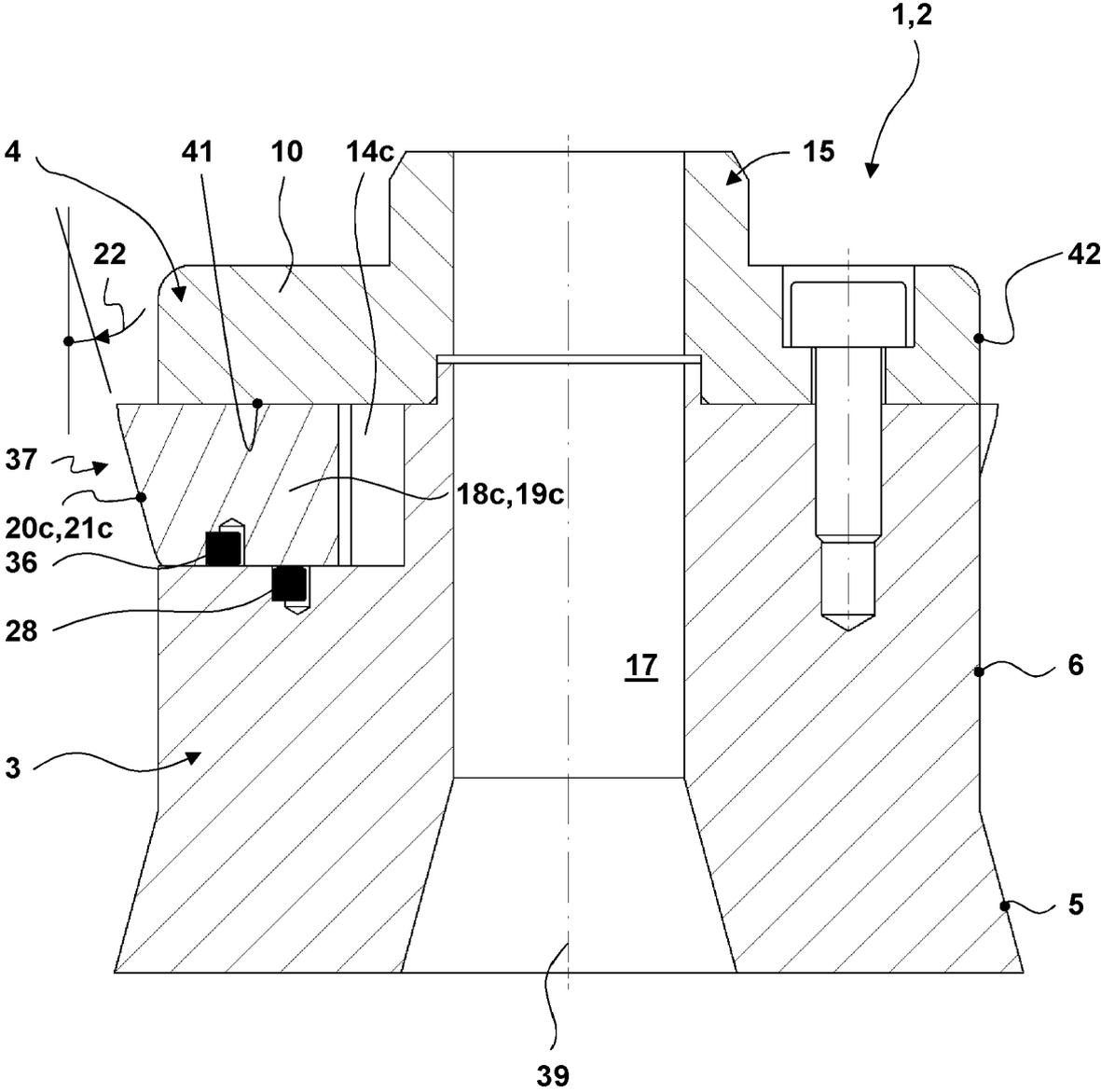


Fig. 8

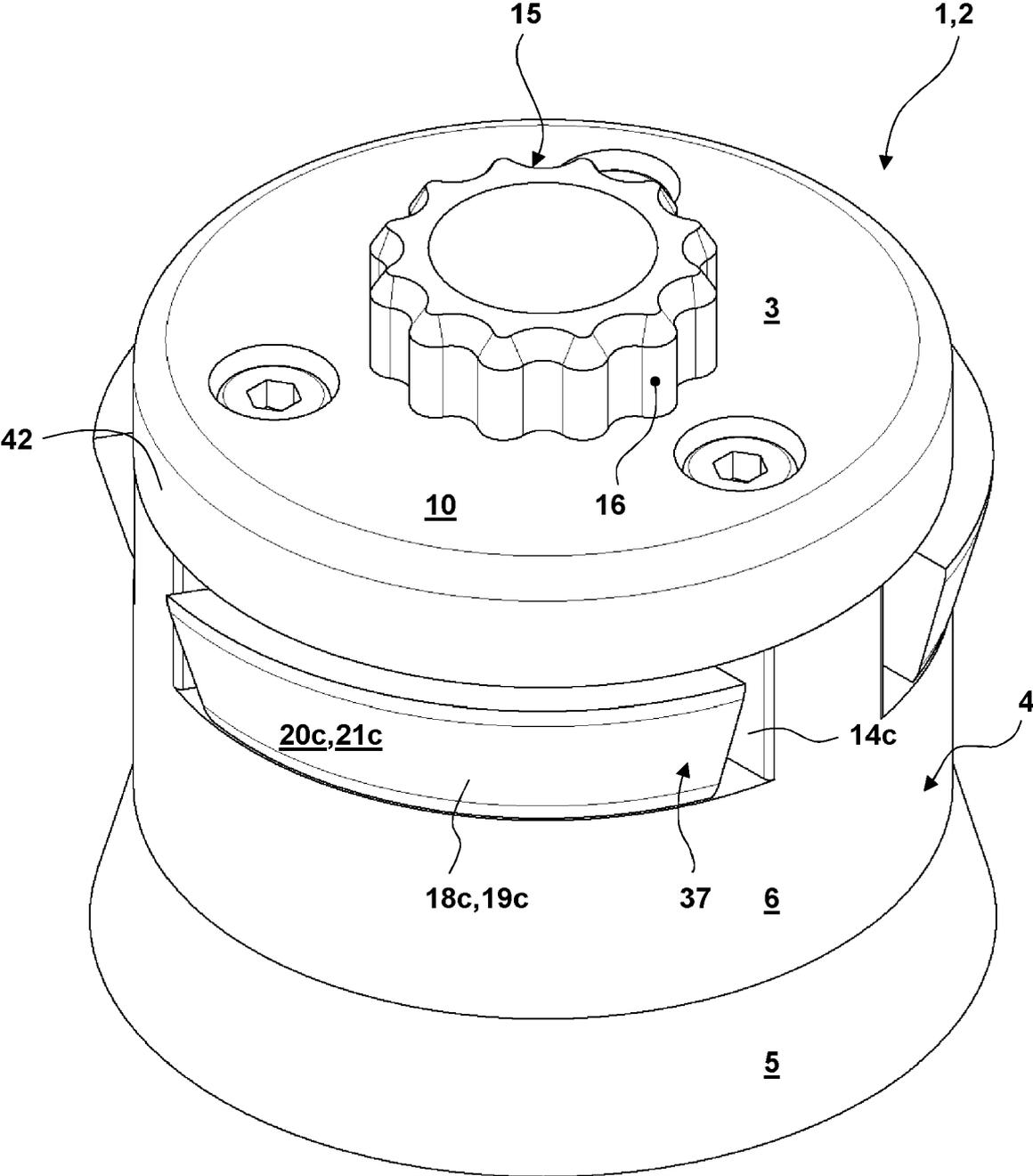


Fig. 9

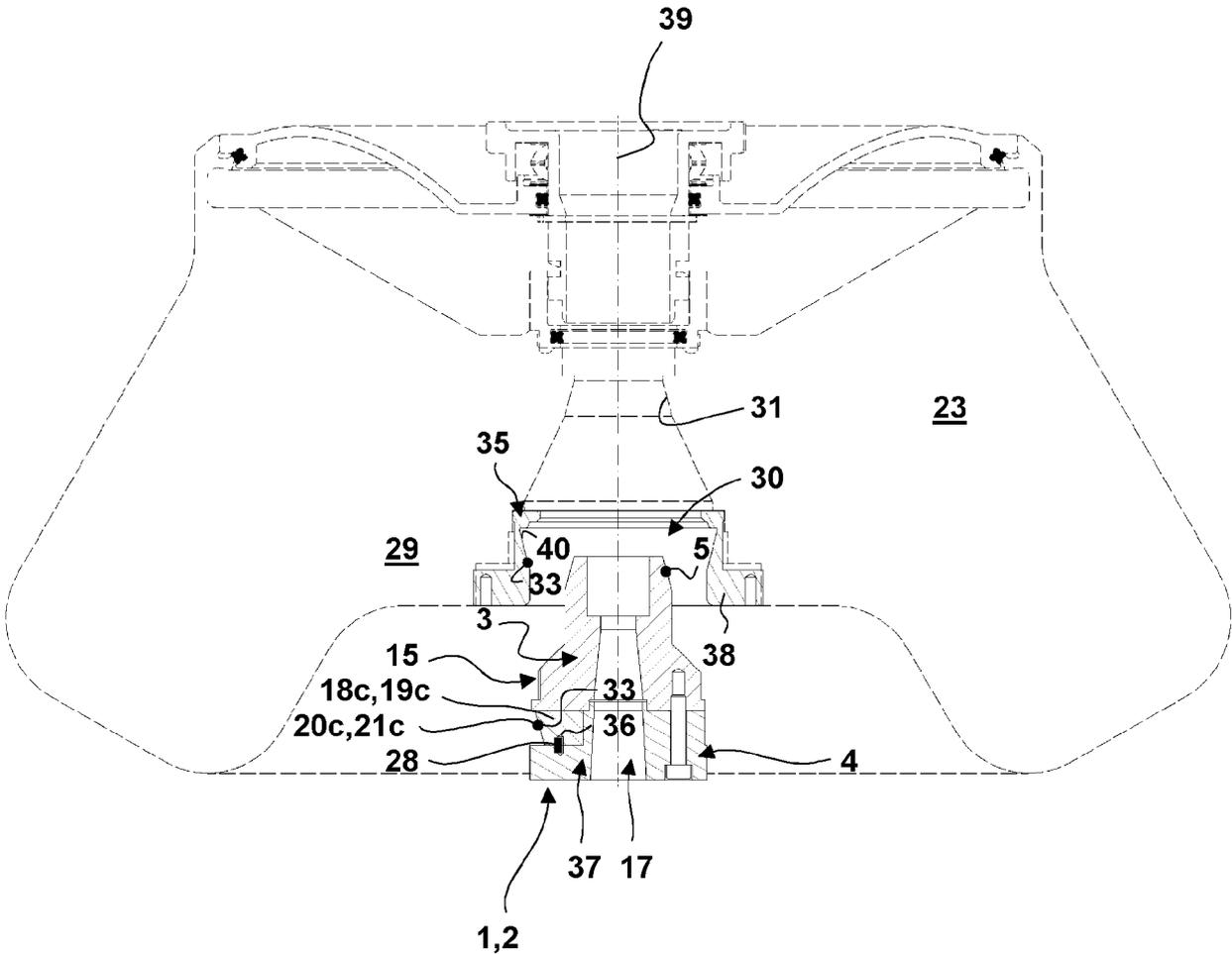


Fig. 10

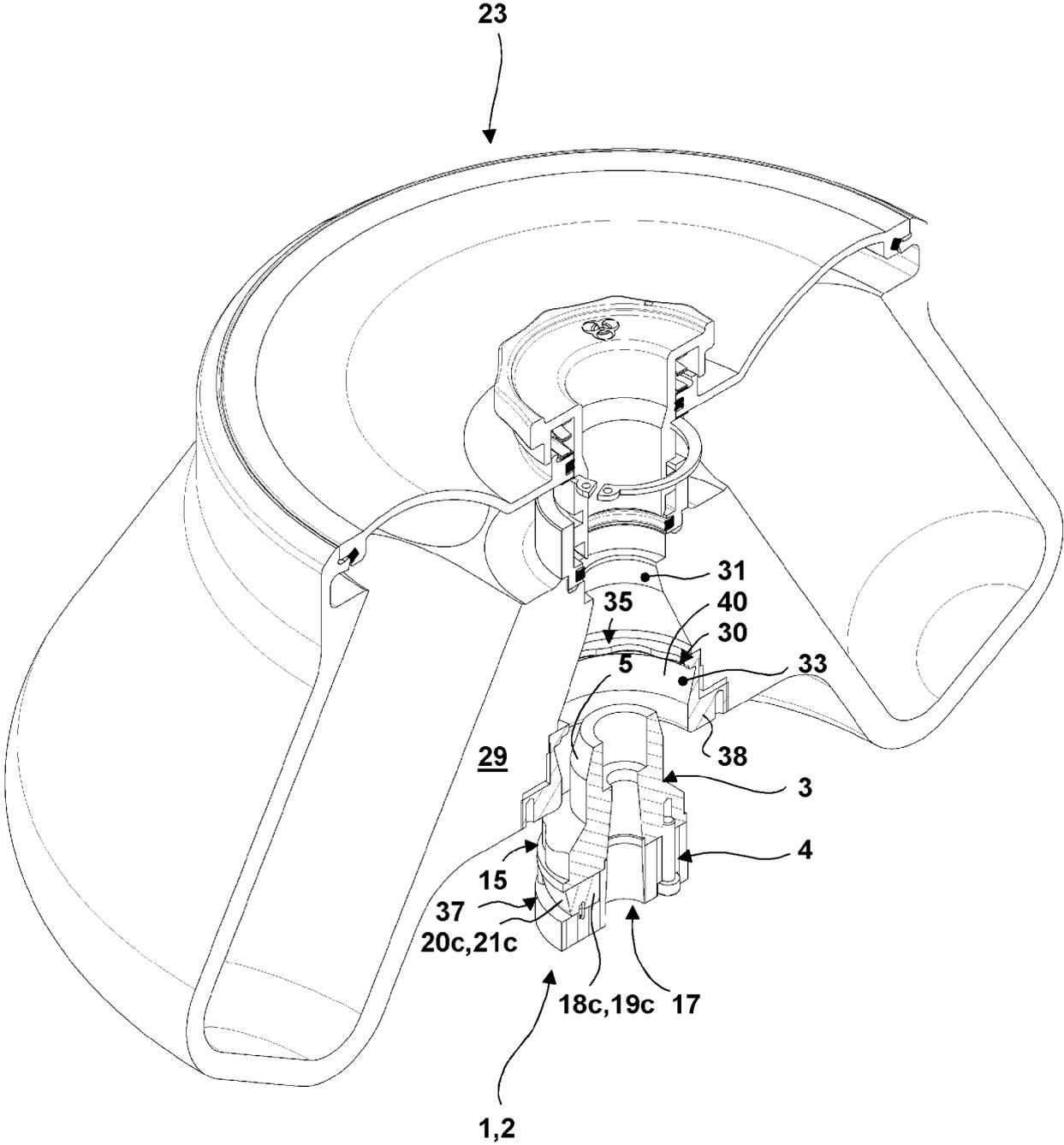


Fig. 11

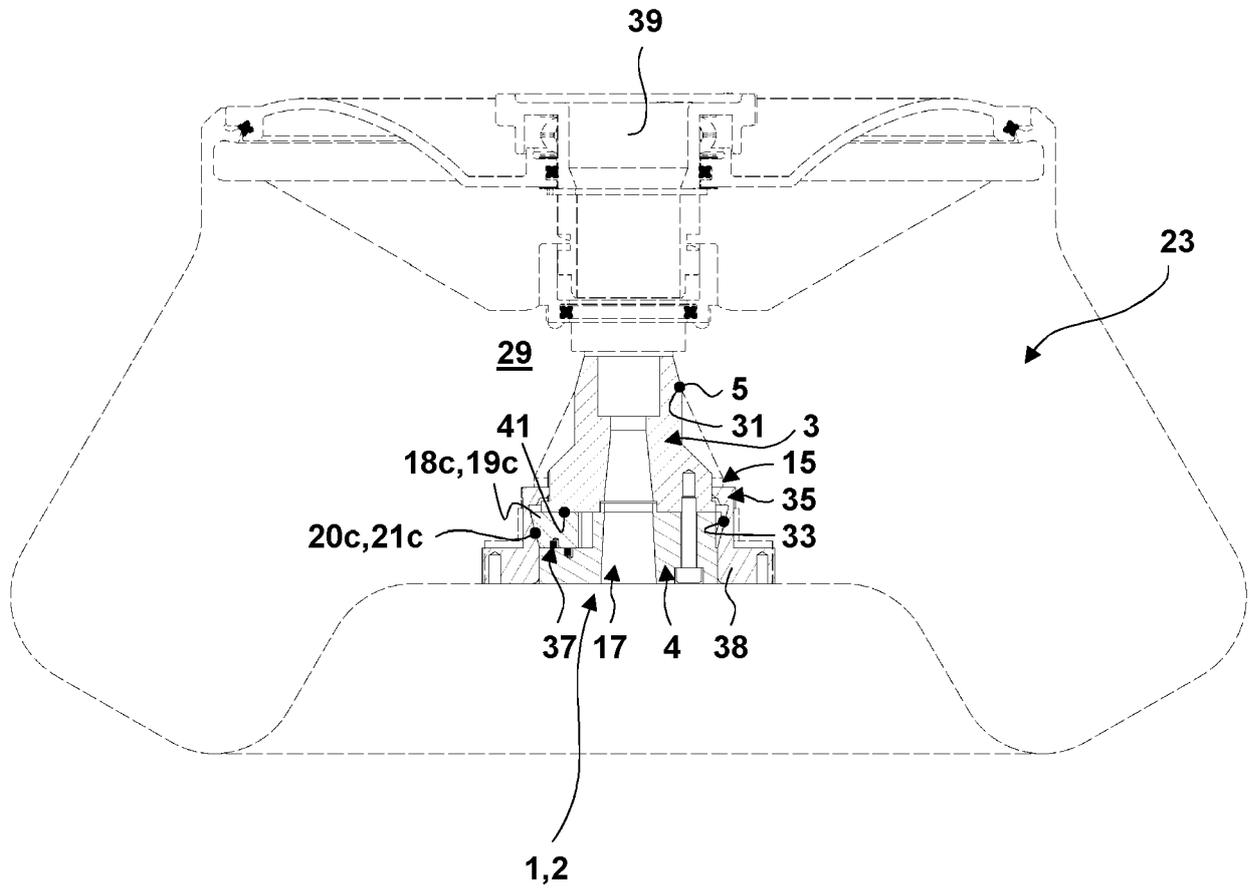


Fig. 12

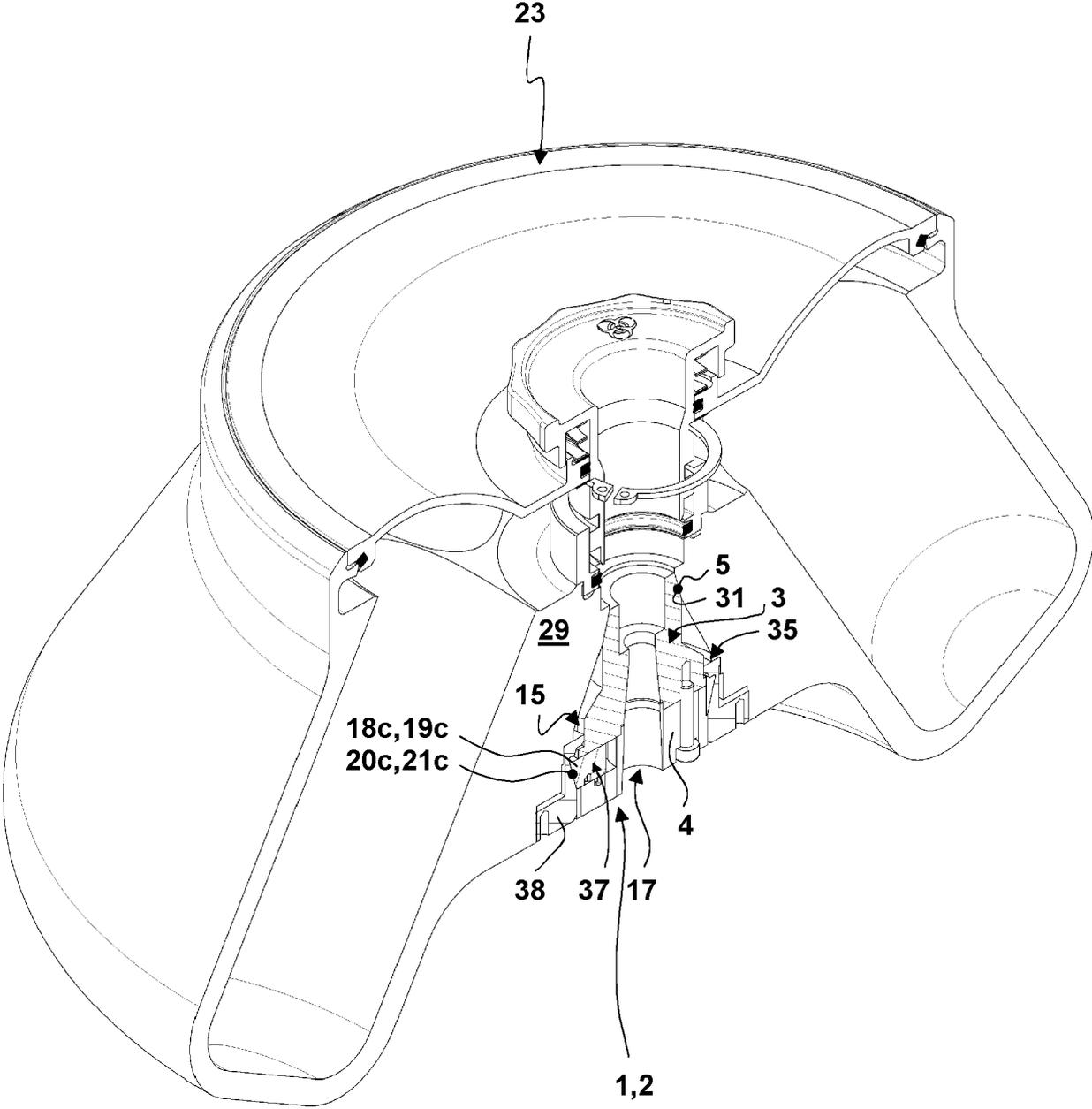


Fig. 13

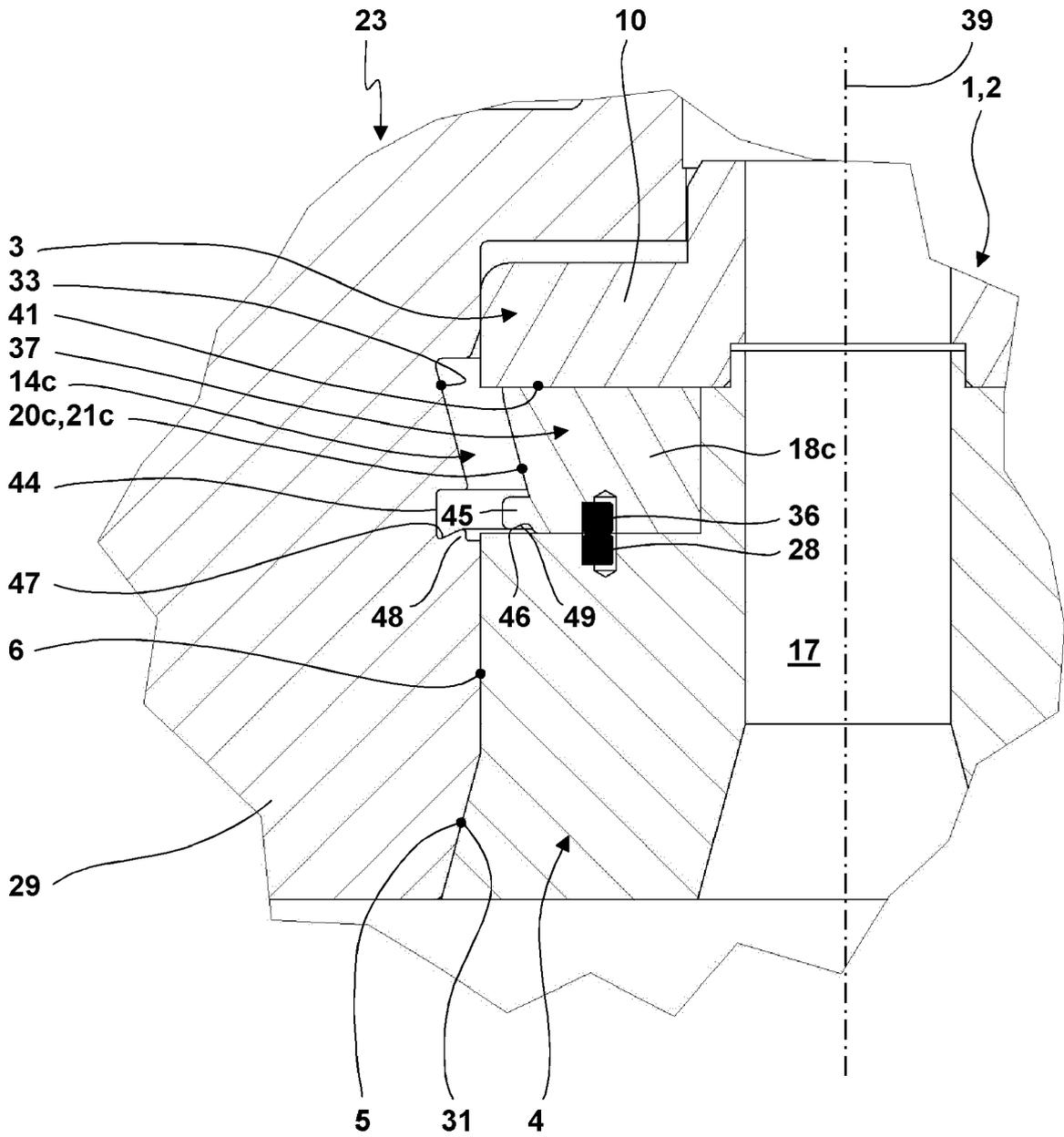


Fig. 14



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 18 3336

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	US 6 063 018 A (LETOURNEUR JEAN CLAUDE [FR]) 16. Mai 2000 (2000-05-16) * Spalten 3-6; Abbildungen 2-5 *	1, 3, 5, 6, 8, 11-15 2, 4, 7, 9, 10	INV. B04B9/08
X A	----- GB 2 502 894 A (THERMO ELECTRON LED GMBH [DE]) 11. Dezember 2013 (2013-12-11) * das ganze Dokument *	1, 3, 5, 6, 8, 11-15 2, 4, 7, 9, 10	
A	----- EP 3 012 027 B1 (SIGMA LABORZENTRIFUGEN GMBH, DE) 21. September 2016 (2016-09-21) * Seiten 3-6; Abbildungen 9-13 *	1-15	
A	----- US 2015/231648 A1 (HENNE SEBASTIAN [DE]) 20. August 2015 (2015-08-20) * Absätze [0002] - [0007], [0016], [0032] - [0037]; Abbildungen 5, 6 *	1-15	
			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
			B04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. Dezember 2023	Prüfer von Mittelstaedt, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 18 3336

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-12-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 6063018	A	16-05-2000	AT E229375 T1	15-12-2002
			DE 69810060 T2	09-10-2003
			EP 0911080 A1	28-04-1999
			ES 2189110 T3	01-07-2003
			FR 2770154 A1	30-04-1999
			JP 4239119 B2	18-03-2009
			JP H11197549 A	27-07-1999
		US 6063018 A	16-05-2000	

GB 2502894	A	11-12-2013	CN 103480511 A	01-01-2014
			DE 102012011531 A1	12-12-2013
			GB 2502894 A	11-12-2013
			JP 5778718 B2	16-09-2015
			JP 2013255914 A	26-12-2013
			US 2013331253 A1	12-12-2013

EP 3012027	B1	21-09-2016	EP 3012027 A1	27-04-2016
			US 2016107171 A1	21-04-2016

US 2015231648	A1	20-08-2015	CN 104841577 A	19-08-2015
			DE 102014002126 A1	20-08-2015
			GB 2523663 A	02-09-2015
			JP 6157518 B2	05-07-2017
			JP 2015150560 A	24-08-2015
			US 2015231648 A1	20-08-2015

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20130237399 A1 [0005]
- US 20130203581 A1 [0005]
- WO 2012059151 A1 [0005]
- US 20140329658 A1 [0005]
- WO 2011001729 A1 [0005]
- EP 3012027 B1 [0006]
- EP 2321058 B1 [0007]
- US 6063018 A [0008]
- DE 102012011531 A1 [0009]
- JP 2008126130 A [0009]
- DE 102021121259 A1 [0009]
- JP S56164040 U [0009]