

(19)



(11)

**EP 3 245 005 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.11.2024 Patentblatt 2024/46**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B04B 5/02** <sup>(2006.01)</sup>      **B02C 17/08** <sup>(2006.01)</sup>  
**B04B 9/12** <sup>(2006.01)</sup>      **B04B 9/14** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **15808121.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B04B 5/02; B02C 17/08; B04B 9/12; B04B 9/14**

(22) Anmeldetag: **24.11.2015**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/077540**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2016/113023 (21.07.2016 Gazette 2016/29)**

(54) **ROTOR UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER DUALEN ZENTRIFUGE**

ROTOR AND METHOD FOR OPERATING A DUAL CENTRIFUGE

ROTOR ET MÉTHODE POUR ACTIONNER UNE CENTRIFUGE DOUBLE

(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 MK MT NL NO  
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **MASSING, Ulrich**  
79249 Merzhausen (DE)
- **DOBOS, Jovan**  
78532 Tuttlingen (DE)
- **ZIROLI, Vittorio**  
79232 March (DE)

(30) Priorität: **16.01.2015 DE 102015100613**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.11.2017 Patentblatt 2017/47**

(74) Vertreter: **Puschmann Borchert Kaiser Klettner  
 Patentanwälte Partnerschaft mbB  
 Bajuwarenring 21  
 82041 Oberhaching (DE)**

(73) Patentinhaber: **Andreas Hettich GmbH & Co. KG  
 78532 Tuttlingen (DE)**

(72) Erfinder:

- **EBERLE, Klaus-Günter**  
78532 Tuttlingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 402 668 DE-A1- 102012 105 819**  
**JP-A- 2010 194 470 US-B1- 8 932 417**

**EP 3 245 005 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Rotor einer Dualen Zentrifuge gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen Art, und betrifft ein Verfahren gemäß Anspruch 14.

**[0002]** Aus der EP 2 263 653 A2 ist ein Verfahren zur Herstellung von lipidbasierten Nanopartikeln sowie Kits und Zubehör zur Herstellung der lipidbasierten Nanopartikel durch Homogenisation in einer asymmetrischen Dualen Zentrifuge bekannt. Wie der Druckschrift zu entnehmen ist, werden bessere Ergebnisse erzielt, wenn die Längsachse eines Probenbehälters, in dem die Materialien zur Herstellung der lipidbasierten Nanopartikel enthalten sind, in einem Winkel, vorzugsweise im Bereich von 70° bis 110°, zu einer Drehachse einer Dreheinheit angeordnet ist. Häufig sind in der Dualen Zentrifuge zwei oder mehr Dreheinheiten vorgesehen, um die Zahl der Probenbehälter zu erhöhen und somit mehr Probenmaterial gleichzeitig prozessieren zu können. Die Homogenisation von Materialien, wie auch das Mischen oder Mahlen von Proben in Probenbehältern, deren Längsachse vorzugsweise in einem Winkel von 70-110° zur Drehachse einer Dreheinheit angeordnet sind, basiert auf der raschen Bewegung der Materialien in den Probenbehältern, je nach Stellung der Behälter zur Zentrifugalkraft der Dualen Zentrifuge. Diese raschen Bewegungen von Material in den Behältern führen temporär zu einer Ungleichbeladung der Dualen Zentrifuge, und damit zur Unwucht.

**[0003]** Die für viele Homogenisier-, Misch-, oder Mahlprozesse erforderlichen hohen Umdrehungszahlen führen dann zu entsprechend großen Massenunwuchten. Die Ausrichtung der Probenbehälter kann eine wesentliche Ursache für die Entstehung von Unwuchten im Rotor sein. Wenn der Probenbehälter eine Längsachse aufweist, die nicht konzentrisch oder parallel mit der Drehachse der Dreheinheit ausgerichtet ist, liegt ein höheres Risiko vor, dass Unwuchten im Rotor entstehen. Zum anderen verstärkt eine asynchrone Anordnung der Probenbehälter in den einzelnen Dreheinheiten die Auswirkung der Massenunwuchten, da die Massenbewegungen in den Probenbehältern nicht synchron sein können.

**[0004]** Diese für den Prozess notwendigen Unwuchten führen nicht nur zu Lärm und störenden Vibrationen, sondern fördern auch vorzeitigen Verschleiß mechanischer Bauteile, was die Sicherheit der Zentrifuge negativ beeinflusst und unnötige Kosten verursacht. Hinzu kommt, dass auch die Qualität des herzustellenden Probenmaterials unter Unwuchten leidet, die über das notwendige Maß hinausgehen. Daher ist es erforderlich, die notwendigen Prozess-Unwuchten auf das erforderliche Maß zu reduzieren bzw. zu kompensieren.

**[0005]** Aus der genannten EP 2 263 653 A2, aber auch aus der FR 2 955 042 A1 sind asymmetrische Zentrifugen bekannt. Hier werden Massen in den Rotor zum Ausgleich der asymmetrischen Beladung eingesetzt. Gegenstand dieser Anmeldung ist jedoch eine symmetrische

Zentrifuge wie sie beispielsweise in DE 10 2012 105 819 A1 und betrifft somit eine andere Problemstellung.

**[0006]** Ein Ausgleich von Unwuchten in Zentrifugen über Dämpfungsmassen ist aus der US 8 932 417 B1 bekannt.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen Rotor einer Dualen Zentrifuge unter Vermeidung der genannten Nachteile zu schaffen, bei der zwar die für den Prozess notwendigen Masseverschiebungen und damit Unwuchten in den Probenbehältern auftreten, bei der aber die Unwuchten der kompletten Rotoreinheit das technisch vertretbare Maß nicht überschreiten.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 in Verbindung mit seinen Oberbegriffsmerkmalen gelöst.

**[0009]** Die Unteransprüche bilden vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, die Gesamtmasse des Rotors durch zusätzliche Dämpfungsmassen zu erhöhen und/oder die Probenbehälteraufnahme und somit die Probenbehälter zum Rotor gleich auszurichten und die Bewegung der zumindest zwei vorhandenen Dreheinheiten möglichst optimal zu synchronisieren.

**[0011]** Im Übrigen sind diese Erkenntnisse nicht nur im Zusammenhang mit der Herstellung von lipidbasierten Nanopartikeln gültig, sondern ganz allgemein auf Rotoren anwendbar, die in Dualen Zentrifugen zum Einsatz kommen. Als wichtige Prozesse sind hier beispielhaft das Mahlen von Proben bzw. das Mischen von Proben zu nennen.

**[0012]** Nach der Erfindung sind bei einem Rotor einer Dualen Zentrifuge, der um eine Hauptachse in der Zentrifuge drehbar ist, zumindest zweier zueinander symmetrisch angeordneter Dreheinheiten, die jeweils ein Lager und einen mit dem Lager verbundenen, in diesem über eine Drehachse drehbar gelagerten Drehkopf aufweist. Dabei sind die Drehköpfe relativ zum Rotor von einem weiteren Drehmechanismus der Zentrifuge um die Rotationsachse antreibbar und weist eine Drehkopfaufnahme für zumindest einen Probenbehälter und/oder zumindest eine Probenbehälteraufnahme auf. Die Rotationsachse der Dreheinheit des Rotors ist dabei zur Antriebsachse des Rotors schräg ausgerichtet. Die Drehkopfaufnahme ist für die Aufnahme einer länglichen Probenbehälteraufnahme und/oder eines länglichen Probenbehälters ausgebildet. Die Längsachse der in die Drehkopfaufnahme eingebrachten Probenbehälteraufnahme oder die Längsachse des in die Drehkopfaufnahme eingebrachten Probenbehälters ist senkrecht zur Drehachse des Drehkopfs oder zwischen größer 0° bis unter 90° zur Drehachse ausgerichtet. Zudem sind zwei der Dreheinheiten vorgesehen, die gleich ausgebildet und zur Hauptachse in einer Nullposition gleich ausgerichtet sind. Dabei sind die Drehkopfaufnahmen, vorzugsweise mit den Probenbehälteraufnahmen und/oder den Probenbehältern, in den Dreheinheiten jeweils gleich angeordnet und die Dreheinheiten führen im Be-

trieb miteinander eine synchrone Bewegung aus. Die Antriebsachse - Hauptachse - der Zentrifuge ist dabei die Spiegelachse der Dreheinheiten. Durch die gleiche Anordnung der Drehkopfaufnahmen, insbesondere mit den Probenbehälteraufnahmen und/oder den Probenbehältern, und die synchronen Bewegungen der Dreheinheiten wird dem Auftreten von Unwuchten in der gesamten Zentrifuge entgegengewirkt. Dabei ist es von Vorteil, wenn ebenfalls zumindest ein Verbindungsbereich am Rotor vorgesehen ist, an dem wahlweise zumindest eine Dämpfungsmasse lösbar und über eine Fixierung für den Betrieb fest anbringbar ist. Dabei ist der weitere Drehmechanismus derart ausgebildet, dass ein gegenüber der Motorwelle ortsfestes erstes Zahnrad und ein mit dem Drehkopf verbundenes zweites Zahnrad vorgesehen ist, wobei die Motorwelle den Rotor antreibt und durch die Drehbewegung des Rotors gegenüber dem feststehenden ersten Zahnrad das zweite Zahnrad antreibt, das mit dem ersten Zahnrad in Wirkverbindung steht, wodurch der Drehkopf bewegt wird. Diese Ausbildung des Drehmechanismus gewährleistet einen besonders gleichmäßigen Antrieb der einzelnen Drehköpfe und damit eine gleichmäßige Rotation der einzelnen Probenbehälter. Erfindungsgemäß ist in jedem Drehkopf eine erste Bohrung in der Nullposition vorgesehen, welche durch das zweite Zahnrad hindurchgeht und in der Nullposition mit einer entsprechenden zweiten Bohrung in einem bezogen auf den Rotor feststehenden Teil fluchtet. Dabei ist ein Stift in der Nullposition der Dreheinheit in die erste und zweite Bohrung einbringbar, wodurch die Dreheinheit in der Nullposition gegen ein Drehen aus der Nullposition gesichert ist. So werden die Drehköpfe noch genauer ausgerichtet, als es durch bloße optische Kontrolle möglich ist. Des Weiteren ist kein ungewolltes Verdrehen beim Einsetzen des Rotors in die Zentrifuge möglich. Dies erhöht die Sicherheit während der Anwendung. Vorzugsweise sind in diesem Zusammenhang auch die Merkmale des ersten Aspekts der Erfindung verwirklicht.

**[0013]** Günstig ist es, wenn zumindest eine Dämpfungsmasse am Rotor im Verbindungsbereich angeordnet ist. Dadurch wird die Auswirkung der systemimmanenten Unwucht auf das Gesamtsystem erheblich verringert.

**[0014]** Wenn die Dämpfungsmasse eines Verbindungsbereichs aus mehreren Masseelementen besteht, kann der Unwucht noch gezielter entgegengewirkt werden. Mit anderen Worten kann ein Optimum geschaffen werden zwischen möglichst hoher Dämpfungsmasse zum Ausgleich der Unwuchten und der Gesamtmasse des Rotors, die wegen der notwendigen Rotorbeschleunigung und der vorhandenen Motoraufhängung jedoch wiederum nicht zu hoch sein sollte. Für geringere Rotorgewichte kann zum Beispiel der Sicherheitstopf der Zentrifuge schwächer ausgelegt werden.

**[0015]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist daher ein Satz von unterschiedlich schweren Masseelementen vorgesehen, aus denen bedarfsweise eine vorbestimmt schwere Dämpfungsmasse gebildet wird oder

mehrere vorbestimmt schwere, jeweils gleiche und/oder ungleiche Dämpfungsmassen gebildet werden. Dies ermöglicht eine besonders genaue Wahl der Dämpfungsmasse, um unterschiedlichsten Anforderungen wie etwa die ungleichmäßige Beladung der Zentrifuge mit Proben oder den unterschiedlichen Größen der durch die Drehkopfaufnahme mit Probenbehälteraufnahme und/oder Probenbehälter bewegten Masse zu begegnen.

**[0016]** Möglich ist es auch, statt die Dämpfungsmasse aus unterschiedlichen Masseelementen bedarfsweise zusammenzustellen, von vornherein einen Satz von unterschiedlich schweren und/oder gleich schweren Dämpfungsmassen vorzusehen. Bedarfsweise wird eine Dämpfungsmasse in den Verbindungsbereich oder werden mehrere Dämpfungsmassen in Verbindungsbereiche eingebracht werden. So kann der Bediener der Zentrifuge der jeweiligen Anwendung entsprechend schnell die nötige Dämpfungsmasse wählen und anbringen.

**[0017]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist zumindest eine Probenbehälteraufnahme oder ein Probenbehälter in der Drehkopfaufnahme anbringbar, und die Dämpfungsmassen sind in Abhängigkeit einer Gesamtmasse aus einem in die Probenbehälteraufnahme eingebrachten Probenbehälter mit Probenladung und Probenbehälteraufnahme bzw. in Abhängigkeit einer Gesamtmasse aus einem Probenbehälter mit Probenbeladung sowie der Masse der Dreheinheit bestimmt. Dadurch wird ein exakter Ausgleich der Massen gewährleistet, die eine Unwucht hervorrufen können. Der Betrieb der Zentrifuge wird noch ruhiger und sicherer.

**[0018]** Sehr günstig ist es weiterhin, wenn die Summe der am Rotor angebrachten Dämpfungsmasse bzw. Dämpfungsmassen in einem Verhältnis von zumindest 0,5 : 1, insbesondere von 1 : 1 zur Gesamtmasse, die sich aus der Masse der Probenladungen, der Probenbehälter, der Probenbehälteraufnahmen, der Drehkopfaufnahme und der Dreheinheit zusammensetzt, ausgebildet ist bzw. sind. Bei diesen Verhältnissen steht ausreichend Dämpfungsmasse zur Verfügung, um Unwuchten die nicht komplett durch Synchronisation der Probenbehälterorientierung kompensiert werden können, wirksam entgegenzuwirken, ohne dabei jedoch eine zu große Belastung für die Zentrifuge darzustellen.

**[0019]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn mehrere Dreheinheiten vorgesehen sind. Wenn dabei die Übertragung der Drehbewegung von dem ersten Zahnrad auf jeweils ein zweites Zahnrad und somit auf den jeweiligen Drehkopf der Dreheinheit so gestaltet ist, dass alle Drehköpfe der Dreheinheiten ein formidentisches Zahnrad aufweisen und daher eine gleiche Winkelbewegung durchführen, so wird eine synchrone Bewegung der Dreheinheiten gewährleistet.

**[0020]** Vorzugsweise weisen dabei die Drehköpfe und somit die Drehkopfaufnahmen mit den Probenaufnahmen und/oder den Probenbehältern eine Nullposition bezogen auf den Rotor auf, in der sich Schnittpunkte der radialen Linie senkrecht zur Drehachse der Dreheinheit

ten durch die Nullposition mit einer radial verlaufenden Linie senkrecht zur Hauptachse des Rotors bilden. Die Probenaufnahmen und die Probenbehälter können dabei nur in einer Ausrichtung in die Drehkopfaufnahme eingesetzt werden. Alle Schnittpunkte liegen dabei auf einem Kreis um die Hauptachse. Durch diese Anordnung wird die Synchronisierung der Drehköpfe auf einfache Weise ermöglicht, da neben der eigentlichen Drehbewegung auch die Ausgangspunkte der Drehbewegung zueinander festgelegt werden.

**[0021]** Die Drehkopfaufnahmen und die darin mittelbar oder unmittelbar eingebrachten Probenbehälter mit Proben sind vorzugsweise in den Nullpositionen der Drehköpfe alle bezogen auf den Rotor gleich ausgerichtet. Dabei ist insbesondere jeweils ein Deckel des Probenbehälters radial außen bezogen auf den Rotor angeordnet. Hierdurch wird eine weitere Verbesserung der Synchronisierung der Drehköpfe erreicht.

**[0022]** Wenn die Summe der Zähne der angreifenden zweiten Zahnräder der Drehköpfe ganzzahlig teilbar durch die Anzahl der Zähne des ersten Zahnrads ist, ist es leichter, konstant gleichmäßige Winkel zwischen den Drehköpfen einerseits und dem Rotor andererseits beizubehalten.

**[0023]** Eine größere Flexibilität hinsichtlich des Verhältnisses zwischen der Hauptdrehgeschwindigkeit der Dualen Zentrifuge und der Drehgeschwindigkeit der Dreheinheiten wird dadurch erreicht, wenn zwischen dem ersten Zahnrad und dem zweiten Zahnrad ein Übertragerzahnrad zwischengeschaltet ist, wobei die einzelnen Übertragerzahnräder formidentisch ausgebildet sind. Durch den Austausch des jeweiligen Übertragerzahnrads kann bequem ein verändertes Übertragungsverhältnis erreicht werden.

**[0024]** Um das manuelle Justieren der Dualen Zentrifuge hinsichtlich der Stellungen der Drehköpfe vor der Inbetriebnahme zu erleichtern, ist es vorteilhaft, wenn die Nullposition des Drehkopfs optisch gekennzeichnet ist. So kann der Benutzer auf den ersten Blick erkennen, wie die Drehköpfe ausgerichtet werden müssen, um eine synchrone Bewegung zu erhalten.

**[0025]** Um die Ausrichtung der Dreheinheiten weiter zu vereinfachen und um die Bedienung sicherer zu machen, können die den Bohrungen zugeordneten Stifte über eine Klammer so miteinander verbunden sein, dass die Position der Stifte dafür sorgt, dass die Gewichtsverteilung zweier Dreheinheiten symmetrisch zueinander ausgerichtet ist. Dadurch kann die Sicherung der Ausrichtung aller Drehköpfe mit einem einzigen Handgriff erfolgen.

**[0026]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind der Stift und/oder die Klammer mit einer Blockiervorrichtung versehen, die im montierten Zustand des Stiftes bzw. der Klammer ein Schließen eines Zentrifugendeckels verhindert. Dies kann z. B. über die Nutzung besonders langer Stifte bzw. über eine besonders ausladende Klammer erfolgen. So wird verhindert, dass die Zentrifuge in Betrieb genommen wird, während die Dreh-

köpfe noch in ihrer jeweiligen Nullposition gesichert sind, und dabei Schaden am Gerät entsteht.

**[0027]** Alternativ kann die Anordnung von Bohrung und Stift auch umgekehrt werden, so dass der Drehkopf einen Stift aufweist und die Klammer eine zugeordnete Bohrung.

**[0028]** Wesentlich verbessert wird die Genauigkeit der Ausrichtung der Drehköpfe dadurch, dass die Nullposition ein Spiel von maximal 2,5° in Drehrichtung aufweist.

**[0029]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Drehköpfe über einen weiteren Drehmechanismus miteinander gekoppelt und die Winkelstellung der Drehköpfe ist durch unterschiedliche Dreheinheiten zueinander festgelegt. So wird die Gefahr, dass während des Betriebs der Zentrifuge die Synchronisierung der Bewegung der Drehköpfe verloren geht, erheblich verringert.

**[0030]** Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

**[0031]** In der Beschreibung, in den Ansprüchen und in der Zeichnung werden die in der unten aufgeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet. In der Zeichnung bedeutet:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Rotors;
- Fig. 2 eine Draufsicht auf den in Fig. 1 dargestellten Rotor;
- Fig. 3 eine seitliche Schnittansicht des in Fig. 1 dargestellten Rotor;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Dreheinheit von unten;
- Fig. 4a eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Stifts;
- Fig. 5 eine Draufsicht auf die in der Fig. 4 dargestellte Dreheinheit;
- Fig. 6 eine Ansicht einer erfindungsgemäßen Klammer;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform einer Drehkopfaufnahme;
- Fig. 8a eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines in der in Fig. 7 dargestellten Drehkopfaufnahme anordbaren Probenbehälteraufnahme, und

Fig. 8b eine perspektivische Ansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform eines in der in Fig. 7 dargestellten Drehkopfaufnahme anordbaren Probenbehälters.

**[0032]** Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Rotors 10 als Teil einer symmetrischen Zentrifuge mit zwei Dreheinheiten 26 zum Einsatz in einer in den Figuren nicht dargestellten Dualen Zentrifuge. Fig. 2 zeigt eine Draufsicht und Fig. 3 eine seitliche Schnittansicht des in Fig. 1 dargestellten Rotors 10.

**[0033]** Der Rotor 10 weist einen Rotorkopf 12 mit einer rotationssymmetrischen Grundform auf, welche eine Umhüllende beschreibt. Der Rotorkopf 12 ist mit einem Boden 14 und einer den Boden 14 umlaufenden, sich nach oben erstreckenden Wandung 18 versehen. Eine Antriebsachse A verläuft senkrecht in das Zentrum 16 des Rotorkopfes 12. Eine in den Figuren nicht dargestellte Antriebswelle durchgreift mit ihrem freien Ende durch eine im Boden 14 vorgesehene mit der Antriebsachse A konzentrische Ausnehmung 20 den Rotorkopf 12. Oberhalb der Ausnehmung 20 ist eine einstückig mit dem Boden 14 ausgeführte Aufnahmeöhre 22 angeordnet, die der Zentrierung und vertikalen Festlegung des Rotorkopfes 12 auf der Antriebswelle dient.

**[0034]** Die Wandung 18 weist einen vertikalen Abschnitt 18a und einen schräg nach unten in Richtung Antriebsachse angestellten Abschnitt 18b auf. Es sind zwei bezogen auf die Antriebsachse A einander gegenüberliegende Ausnehmungen 24 vorgesehen, die den vertikalen Abschnitt 18a der Wandung 18 und den schräg angestellten Abschnitt 18b der Wandung 18 bereichsweise durchgreifen. In die Ausnehmungen 24 sind jeweils die Dreheinheiten 26 eingebracht.

**[0035]** Die Dreheinheiten 26 weisen jeweils eine Rotationsachse R1, R2 auf und sind durch die Ausnehmungen 24 so ausgerichtet, dass die Rotationsachsen R1 und R2 die Antriebsachse A oberhalb des Rotors 10 in einem spitzen Winkel schneiden. Ferner stehen die von der Antriebsachse A wegweisenden freien Enden der Dreheinheiten 26, nämlich die im Folgenden erläuterten Gehäuse 28, siehe Fig. 4, im Bereich des schräg angestellten Abschnitts 18b der Wandung 18 über die Umhüllende hervor.

**[0036]** Die Dreheinheit 26 weist jeweils eine weitestgehend rotationssymmetrische Außenkontur auf und umfasst einen drehbar gelagerten Drehkopf 30, siehe Fig. 3, zur Lagerung einer Drehkopfaufnahme 80 mit eingebrachter Probenbehälteraufnahme 100, 110 für Probenbehälter mit zu zentrifugierende Proben und ein Gehäuse 28, in das ein Lager 32 für den Drehkopf 30 eingebracht ist, in welches wiederum der Drehkopf 30 mit einer an seiner dem Gehäuse 28 zugewandten Seite vorgesehenen, der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellten, Lagerwelle eingreift.

**[0037]** Der Drehkopf 30 weist eine konzentrisch zur Rotationsachse R1, R2 angeordnete äußere Wandung 34 auf. Das Gehäuse 28 ist mit einer konzentrisch zur

Rotationsachse R1, R2 angeordnete Wandung 38 versehen. Dabei ist der Durchmesser des Drehkopfes 30 größer als der des Gehäuses 28, so dass zwischen der äußeren Wandung 34 des Drehkopfes 30 und der Wandung 38 des Gehäuses 28 ein Absatz 36 ausgebildet ist, mit dem die Dreheinheit 26 bereichsweise in die ihr zugeordnete Ausnehmung 24 eingreift, siehe Fig. 1.

**[0038]** Das Gehäuse 28 ist in seinen Maßen an die jeweils zugeordneten Bereiche der Ausnehmungen 24 angepasst. Zur Herstellung der Drehfestigkeit zwischen Gehäuse 28 und Rotorkopf 12 ist im Gehäuse 28 eine parallel zur Rotationsachse R1, R2 ausgebildete Nut vorgesehen und am Rotorkopf 12 ein der Nut zugeordneter Vorsprung. Nut und Vorsprung sind aus Gründen der Übersicht in den Figuren nicht dargestellt. Im Übrigen kann die Anordnung von Nut und Vorsprung auch vertauscht werden. Ferner ist es denkbar, an Stelle der zylindrischen Ausbildung des Gehäuses 28 eine mehreckige Ausführung zu wählen, um so eine drehfeste Einbringung eines Gehäuses in einen Rotorkopf zu erreichen.

**[0039]** Gemäß Fig. 1 ist an der vom Gehäuse 28 entfernt gelegenen Seite der Drehkopf 30 ferner durch einen konzentrisch mit der Rotationsachse R1, R2 angeordneten Verschlussdeckel 40 verschlossen. Ebenso konzentrisch ist auf dem Verschlussdeckel 40 ein Verschlussknopf 42 vorgesehen, der als Handhabe dient, um den Verschlussdeckel 40 durch eine Drehbewegung zu entriegeln und abzunehmen bzw. um den Verschlussdeckel 40 aufzusetzen und durch eine der Entriegelungsrichtung gegenläufige Drehbewegung zu verriegeln.

**[0040]** An der äußeren Wandung 34 ist benachbart zum Absatz 36 umlaufend ein Vorsprung 44 vorgesehen, siehe z.B. Fig. 4, der eine drehfest mit der äußeren Wandung 34 verbundene Verzahnung in Form eines Zahnrads 46 konzentrisch zur Rotationsachse R1, R2 festlegt. Zur Übertragung der Drehbewegung der Drehköpfe 30 um die Rotationsachsen R1, R2 der Dreheinheiten 26 ist unterhalb des Rotorkopfes 12 ein der besseren Übersicht halber in den Figuren nicht gezeigtes zentrales Zahnrad, das gegenüber dem drehbaren Rotorkopf 12 drehfest beispielsweise durch eine Schraubverbindung an einem in den Figuren nicht dargestellten Motorgehäuse verbunden ist. Zwischen Zahnrad 46 und zentralem Zahnrad kann ein Übertragerzahnrad vorgesehen werden, um unterschiedliche Übertragungsverhältnisse zu erzielen. Eine derartige Übertragung von Drehbewegungen ist hinlänglich bekannt und bereits im Stand der Technik beschrieben, so dass auf weitere Erläuterungen hierzu verzichtet werden kann.

**[0041]** Das Verhältnis von Hauptdrehung (Drehung des Rotors 10) zu Rückdrehung (Drehung des Drehkopfes 30) ist durch das Übertragungsverhältnis zwischen dem Zahnrad 46 und dem nicht dargestellten zentralen Zahnrad und gegebenenfalls einem weiteren Übertragerzahnrad gegeben. Bei abgenommenen Rotorkopf 12 sind das nicht dargestellte Übertragerzahnrad und das zentrale Zahnrad leicht austauschbar. Daher kann auf einfache Weise das Drehzahlverhältnis geändert

werden, indem das nicht dargestellte Zahnrad und das zentrale Zahnrad im Durchmesser angepasst werden.

**[0042]** An der vom Drehkopf 30 entfernt gelegenen Seite des Gehäuses 28 sind Kühlrippen 50 eingebracht. Die Kühlrippen 42 sind senkrecht zur Drehrichtung des Rotorkopfs 12 ausgerichtet.

**[0043]** Die dem Zentrum 16 des Rotorkopfs 12 zugewandte Seite der Wandung 18 ist als Verbindungsbereich 52 ausgebildet, auf dem zwei, bezogen auf das Zentrum 16 des Rotorkopfs 12, einander gegenüberliegende scheibenförmige Dämpfungsmassen 54 angeordnet sind. Die Dämpfungsmassen 54 sind vorgesehen, um Auswirkungen von Unwuchten, die insbesondere in den Dreheinheiten 26 während des Betriebs auftreten können, zu verringern.

**[0044]** In Fig. 4 ist die in den Figuren 1 bis 3 gezeigte Dreheinheit 26 mit abgenommenem Verschlussdeckel 40 in einer perspektivischen Ansicht von unten dargestellt. Durch diese Ansicht wird die Anordnung insbesondere des Vorsprungs 44 und dem Zahnrad 46 an der äußeren Wandung des Drehkopfs 30 sowie der Kühlrippen 50 an der vom Drehkopf 30 abgewandten Seite des Gehäuses 28 sichtbar.

**[0045]** In Fig. 5 ist die in Fig. 4 dargestellte Dreheinheit 26 von oben gezeigt. Ein Boden 60, der eine kreisförmige Fläche und einen Mittelpunkt 62 aufweist, und eine auf dem Umfang des Bodens 60 angeordnete, konzentrisch mit der äußeren Wandung 34 des Drehkopfs 30 verlaufende innere Wandung 58 begrenzen einen nach oben offenen Aufnahmebereich 56 für eine nachfolgend in Fig. 7 dargestellte Drehkopfaufnahme 80.

**[0046]** Im Boden 60 sind auf einer um den Mittelpunkt 62 verlaufenden Kreislinie K2 zehn gleichmäßig voneinander beabstandete Bohrungen für der Übersichtlichkeit vorgesehen, mittels derer der Drehkopf 30 und das Gehäuse 28 miteinander vernietet sind und eine Baueinheit bilden.

**[0047]** Auf einer weiteren, ebenso um den Mittelpunkt 62 verlaufenden, Kreislinie K2 sind acht gleichmäßig voneinander beabstandete Ausnehmungen 66 vorgesehen. Die Ausnehmungen 66 dienen beim Einsatz der Drehkopfaufnahme 80, wie beispielhaft in Fig. 7 dargestellt, der Aufnahme von Keilen, Stiften oder dergleichen, die zur Führung und zur Verbesserung der Sicherheit der Lagerung an der Drehkopfaufnahme 80 angeordnet sind. Durch eine hier nicht dargestellte seitliche Führung, welche eine entsprechende Gegenführung an der äußeren Wandung hat, kann die Drehkopfaufnahme 80 nur in einer Ausrichtung in die Dreheinheit eingebracht werden.

**[0048]** Ferner ist benachbart zur inneren Wandung 58 eine Bohrung 68 im Boden 60 vorgesehen. Die Bohrung 68 durchgreift, wie auch aus Fig. 4 ersichtlich ist, den Boden 60 vollständig und dient der Aufnahme eines in Fig. 4a gezeigten Stiftes 70. Gleichzeitig markiert die Bohrung 68 eine Nullposition N der Dreheinheit 26, mittels der sich die Dreheinheit 26 so ausrichten lässt, dass sie mit anderen im Rotorkopf 12 angeordneten Drehein-

heiten 26 eine synchrone Bewegung ausführt. Diametral gegenüberliegend zur Bohrung 68 kann eine weitere Bohrung vorgesehen sein, um die Symmetrie zu wahren und somit durch die Bohrung 68 hervorgerufene Unwucht zu vermeiden.

**[0049]** Der Stift 70 weist an einem Ende eine kugelförmige Handhabe 71 auf und ist in seiner Länge so bemessen, dass er die Bohrung 68 durchgreift und mit seinem freien Ende in eine im Rotorkopf 12 vorgesehene Bohrung, die der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt ist, eingreift. Dadurch ist die Dreheinheit 26 in der Nullposition N festgelegt. Zudem kann der Stift so dimensioniert werden, dass ein Schließen eines Deckels der Zentrifuge verhindert wird.

**[0050]** Fig. 6 zeigt eine Klammer 72, mittels derer zwei Dreheinheiten 26 gleichzeitig in ihrer jeweiligen Nullposition N festlegbar sind. An den beiden freien Enden der Klammer 72 ist jeweils ein Stift 74 angeordnet. Die beiden Stifte 74 weisen dieselbe Länge auf wie der Stift 70 und sind über eine federelastische Verbindungsspanne 76 so voneinander beabstandet und in einem solchen Winkel zueinander angestellt, dass sie gleichzeitig in zwei Bohrungen 68 von zwei Drehköpfen 30 eingebracht werden können. Die federelastische Ausbildung der Verbindungsspanne 76 ermöglicht kleine Korrekturen des Abstands und des Anstellwinkels, die während des Einbringens und Herausziehens der Stifte 74 erforderlich sind.

**[0051]** Mittig auf der Verbindungsspanne 76 ist eine kugelförmige Handhabe 78 angeordnet. Die Handhabe 78 erleichtert zum einen die Bedienung der Klammer 72 und ist zum anderen im eingebrachten Zustand der Klammer 72 so positioniert, dass sie ein vollständiges Schließen eines Zentrifugendeckels verhindert.

**[0052]** Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform einer Drehkopfaufnahme 80, die zur sicheren Lagerung von in den Figuren 8a und 8b beispielhaft dargestellten Probebehälteraufnahmen 100 und 110 in den Aufnahmebereich 56 des Drehkopfs 30 einbringbar ist. Der Außenumfang der Drehkopfaufnahme 80 ist dabei an den Aufnahmebereich 56 angepasst.

**[0053]** Die Drehkopfaufnahme 80 weist eine Sicherheitswandung 82 und einen Boden 84 auf. Durch eine Innenkontur 86 der Sicherheitswandung 82 und den Boden 84 wird ein nach oben offener kreuzförmiger Aufnahmebereich 88 begrenzt. Dabei sind zwei rechteckige Schenkel 88a und 88b des Aufnahmebereichs 88 lotrecht zueinander angeordnet, wobei die Grundflächen des ersten Schenkels 88a und des zweiten Schenkels 88b identisch sind und den Grundflächen der in den Figuren 8a und 8b dargestellten Probenbehälteraufnahme 100, 110 entsprechen.

**[0054]** Der erste Schenkel 88a dient der Aufnahme der Probenbehälteraufnahme 100. Dazu ist beiden Enden des Schenkels 88a eine Ausnehmung 90 in der Sicherheitswandung 82 vorgesehen, wobei die beiden Ausnehmungen 90 bezogen auf den Schenkel 88a diametral zueinander angeordnet sind. Die Ausnehmungen 90 dienen der sicheren Verkeilung der Probenbehälteraufnah-

me 100 mit eingesetzten Zentrifugenröhrchen in die Drehkopfaufnahme 80, wie anhand von Fig. 8a noch genauer erläutert werden wird.

**[0055]** Der zweite Schenkel 88b dient der Aufnahme der Probenbehälteraufnahme 110. Dazu sind an einem Ende des Schenkels 88b eine Ausnehmung 92 und am zweiten Ende des Schenkels 88b zwei Ausnehmungen 94 in der Sicherheitswandung 82 vorgesehen. Die Ausnehmungen 92, 94 dienen der sicheren Verkeilung der Probenbehälteraufnahme 110 in der Drehkopfaufnahme 80, wie anhand von Fig. 8b noch genauer erläutert werden wird.

**[0056]** Fig. 8a zeigt eine erste erfindungsgemäße Probenbehälteraufnahme 100, die, wie im Zusammenhang mit Fig. 7 beschrieben, zur Aufnahme in den ersten Schenkel 88a der Drehkopfaufnahme 80 ausgelegt ist.

**[0057]** Die Probenbehälteraufnahme 100 weist an zwei Stirnseiten 102 jeweils eine Ausnehmung 104 auf, in die jeweils ein der besseren Übersicht wegen nicht dargestelltes Zentrifugenröhrchen als Probenbehälter zur vertikalen Lagerung eingebracht werden kann. Dabei greift auf beiden

**[0058]** Stirnseiten 102 ein aus der jeweiligen Ausnehmung 104 herausragendes Ende eines Zentrifugenröhrchens (Deckelseite) in eine zugeordnete Ausnehmung 90 in der Sicherheitswandung 82 ein. Dadurch ist die Probenbehälteraufnahme 100 in der Drehkopfaufnahme 80 verkeilt.

**[0059]** In Fig. 8b ist eine zweite Probenbehälteraufnahme 110 dargestellt, die zur Aufnahme in den zweiten Schenkel 88b der Drehkopfaufnahme 80 ausgelegt ist.

**[0060]** Die Probenbehälteraufnahme 110 weist auf einer in Figur 8b dem Betrachter zugewandten Stirnseite 112 eine Ausnehmung 114 und auf einer vom Betrachter abgewandten Stirnseite 112 zwei Ausnehmungen 114. In die Ausnehmungen 114 können der besseren Übersicht wegen nicht dargestellte Zentrifugenröhrchen zur vertikalen Lagerung eingebracht werden. Vergleichbar mit der in Fig. 8a gezeigten Lösung greifen auch auf beiden Stirnseiten 112 aus der jeweiligen Ausnehmung 114 herausragende Ende eines Zentrifugenröhrchens in eine zugeordnete Ausnehmung 92, 94 in der Sicherheitswandung 82 ein. Dadurch ist die Probenbehälteraufnahme 110 in der Drehkopfaufnahme 80 verkeilt.

**[0061]** Die Drehkopfaufnahme 80 und die Probenbehälteraufnahmen 100 und 110 wurden als Beispiel gewählt, da eine Anordnung von länglichen Probenbehälteraufnahmen mit Probenbehältern lotrecht zur Rotationsachse R1, R2 der Dreheinheit 26 ein hohes Risiko birgt, dass Unwuchten entstehen, und daher eine Anbringung von Dämpfungsmasse besonders vorteilhaft ist. Es sind jedoch noch unzählige weitere Beispiele für unterschiedliche Lagerung von Probenbehälteraufnahmen für Probenbehälter denkbar, auch die Lagerung der Probenbehälter unmittelbar in der Drehkopfaufnahme.

## Bezugszeichenliste

### [0062]

5	10	Rotor
	12	Rotorkopf
	14	Boden
	16	Zentrum
	18	Wandung
10	18a	vertikaler Abschnitt
	18b	schräg angestellter Abschnitt
	20	Ausnehmung
	22	Aufnahmeröhre
	24	Ausnehmung
15	26	Dreheinheit
	28	Gehäuse
	30	Drehkopf
	32	Lager
	34	äußere Wandung
20	36	Absatz
	38	Wandung
	40	Verschlussdeckel
	42	Verschlussknopf
	44	Vorsprung
25	46	Verzahnung/Zahnrad als Teil des Drehmechanismus
	50	Kühlrippen
	52	Verbindungsbereich
	54	Dämpfungsmassen
30	56	Aufnahmebereich
	58	innere Wandung
	60	Boden
	62	Mittelpunkt
	64	Bohrungen
35	66	Ausnehmungen
	68	Bohrung
	70	Stift
	71	Handhabe
	72	Klammer
40	74	Stifte
	76	Verbindungsspanne
	78	Handhabe
	80	Drehkopfaufnahme
	82	Sicherheitswandung
45	84	Boden
	86	Innenkontur
	88	Aufnahmeraum
	88a	erster Schenkel
	88b	zweiter Schenkel
50	90	Ausnehmung
	92	Ausnehmung
	94	Ausnehmung
	100	Probenbehälteraufnahme
	102	Stirnseite
55	104	Ausnehmung
	110	Probenbehälteraufnahme
	112	Stirnseite
	114	Ausnehmung

A	Antriebsachse
R1, R2	Rotationsachsen
K1	Kreislinie
K2	Kreislinie
N	Nullposition

### Patentansprüche

1. Rotor einer Dualen Zentrifuge, der um eine Antriebsachse (A) in einer Zentrifuge drehbar ist, mit zumindest zweier zueinander symmetrisch angeordneter Dreheinheiten (26), die jeweils ein Lager (32) und einen mit dem Lager (32) verbundenen, in diesem über eine Rotationsachse (R1, R2) drehbar gelagerten Drehkopf (30) aufweist, wobei der Drehkopf (30) relativ zum Rotor von einem weiteren Drehmechanismus der Zentrifuge um die Rotationsachse (R1, R2) antreibbar ist und eine Drehkopfaufnahme (80) für zumindest einen Probenbehälter oder zumindest eine Probenbehälteraufnahme (100, 110) aufweist, die Rotationsachse (R1, R2) des Drehkopfes (30) zur Antriebsachse (A) des Rotors schräg ausgerichtet ist, die Drehkopfaufnahme (80) für die Aufnahme einer länglichen Probenbehälteraufnahme (100, 110) oder eines länglichen Probenbehälters ausgebildet ist, die Längsachse der in die Drehkopfaufnahme (80) eingebrachten Probenbehälteraufnahme (100, 110) oder die Längsachse des in die Drehkopfaufnahme (80) eingebrachten Probenbehälters senkrecht zur Rotationsachse (R1, R2) des Drehkopfes (30) oder zwischen größer 0° bis unter 90° zur Rotationsachse (R1, R2) ausgerichtet ist, wobei zwei der Dreheinheiten (26) vorgesehen sind, die gleich ausgebildet sind, wobei die Dreheinheiten (26) zur Antriebsachse (A) in einer Nullposition (N) gleich ausgerichtet sind, die Drehkopfaufnahmen (80) in der Dreheinheit (26) jeweils gleich angeordnet und ausgerichtet sind und die Dreheinheiten (26) im Betrieb mit den Drehkopfaufnahmen (80), den Probenbehälteraufnahmen (100, 110) und/oder den Probenbehältern miteinander eine synchrone Bewegung ausführen, und wobei der weitere Drehmechanismus derart ausgebildet ist, dass ein gegenüber einer Motorwelle ortsfestes erstes Zahnrad und ein mit dem Drehkopf (30) verbundenes zweites Zahnrad (46) vorgesehen ist, wobei die Motorwelle den Rotor antreibt und durch die Drehbewegung des Rotors gegenüber dem feststehenden ersten Zahnrad das zweite Zahnrad (46) antreibt, das mit dem ersten Zahnrad in Wirkverbindung steht., **dadurch gekennzeichnet, dass** in jedem Drehkopf (30) eine erste Bohrung (68) in der Nullposition (N) vorgesehen ist, welche durch das zweite Zahnrad hindurchgeht und in der Nullposition (N) mit einer entsprechenden zweiten Bohrung in einem Rotorkopf (12) fluchtet, wobei ein Stift (70, 74) in der Nullposition (N) der Dreheinheit (26) in die erste (68) und zweite

Bohrung einbringbar ist, und dadurch die Dreheinheit (26) in der Nullposition (N) vor einem Drehen aus der Nullposition (N) sichert.

- 5 2. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dass zumindest ein Verbindungsbereich (52) vorgesehen ist, an dem wahlweise zumindest eine Dämpfungsmasse (54) lösbar und über eine Fixierung für den Betrieb fest angeordnet ist.
- 10 3. Rotor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dämpfungsmasse (54) des Verbindungsbereichs (52) aus mehreren Masselementen besteht.
- 15 4. Rotor nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Satz von unterschiedlich schweren Masselementen vorgesehen ist, aus denen bedarfsweise eine vorbestimmt schwere Dämpfungsmasse (54) gebildet ist oder mehrere vorbestimmt schwere, jeweils gleiche und/oder ungleiche Dämpfungsmassen (54) gebildet sind und in den Verbindungsbereich eingebracht ist bzw. sind.
- 20 5. Rotor nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Satz von unterschiedlich schweren und/oder gleich schweren Dämpfungsmassen (54) vorgesehen ist, wobei bedarfsweise eine Dämpfungsmasse (54) in den Verbindungsbereich (52) eingebracht ist oder mehrere Dämpfungsmassen (54) in Verbindungsbereiche (52) eingebracht sind.
- 25 6. Rotor nach einem der der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Dreheinheiten (26) vorgesehen sind und dass die Übertragung der Drehbewegung von dem ersten Zahnrad auf jeweils ein zweites Zahnrad (46) und somit auf den jeweiligen Drehkopf (30) der Dreheinheit (26) so gestaltet ist, dass alle Drehköpfe (30) der Dreheinheiten (26) ein im Hinblick auf die Zähne formidentisches Zahnrad aufweisen und daher eine gleiche Winkelbewegung durchführen, wobei vorzugsweise die Drehköpfe (30) und somit die Drehkopfaufnahmen (80) eine Nullposition (N) bezogen auf den Rotor aufweisen, dass sich Schnittpunkte der radialen Linie senkrecht zur Rotationsachse (R1, R2) der Drehköpfe (30) durch die Nullposition (N) mit einer radial verlaufenden Linie senkrecht zur Antriebsachse (A) des Rotors bilden und dass alle Schnittpunkte auf einem Kreis um die Antriebsachse (A) liegen.
- 30 7. Rotor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehkopfaufnahmen (80) und die darin mittelbar oder unmittelbar eingebrachten Probenbehälter in den Nullpositionen (N) der Drehköpfe (30) alle bezogen auf den Rotor gleich ausgerichtet sind, insbesondere jeweils ein Deckel der Probenbehälters

radial außen bezogen auf den Rotor angeordnet ist.

8. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der Zähne der angreifenden zweiten Zahnräder (46) der Drehköpfe (30) ganzzahlig teilbar durch die Anzahl der Zähne des ersten Zahnrads ist. 5
9. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nullposition (N) des Drehkopfes (30) optisch gekennzeichnet ist. 10
10. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Bohrungen (68) zugeordneten Stifte (74) über eine Verbindungsspanne (76) zu einer Klammer (72) miteinander verbunden sind, so dass die Position der Stifte (74) relativ zueinander der Position der Bohrungen (68), in der sie sich in den Nullpositionen (N) der Drehköpfe (30) relativ zueinander befinden, entspricht. 15
11. Rotor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stift (70) und/oder die Klammer (72) mit einer Blockiervorrichtung (78) versehen sind, die im montierten Zustand des Stiftes (70) bzw. der Klammer (72) ein Schließen eines Zentrifugendeckels verhindert. 20
12. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nullposition ein Spiel von maximal  $2,5^\circ$  in Drehrichtung aufweist. 25
13. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehköpfe (30) über einen weiteren Drehmechanismus miteinander gekoppelt und die Winkelstellung der Drehköpfe (30) unterschiedlicher Dreheinheiten (26) durch die Kopplung zueinander festgelegt ist. 30
14. Verfahren zum Betreiben eines Rotors nach einem der Ansprüche 2 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Probenbehälteraufnahme (100, 110) oder ein Probenbehälter in der Drehkopfaufnahme (80) des Rotors (10) eingebracht werden, und die Dämpfungsmassen (54) in Abhängigkeit einer Gesamtmasse aus einem in die Probenbehälteraufnahme (100, 110) eingebrachten Probenbehälter mit Probenladung und Probenbehälteraufnahme bzw. in Abhängigkeit einer Gesamtmasse aus einem Probenbehälter mit Probenladung sowie der Masse der Dreheinheit (26) bestimmt wird. 35
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der am Rotor angebrachten Dämpfungsmasse (54) bzw. Dämpfungsmassen (54) in einem Verhältnis von zumindest 0,5 : 1, insbesondere von 1 : 1 zur Gesamtmasse, die sich 40

aus der Masse der Probenladungen, der Probenbehälter, der Probenbehälteraufnahmen (100, 110), der Drehkopfaufnahme (80) und der Dreheinheit (26) zusammensetzt, ausgebildet ist bzw. sind. 45

#### Claims

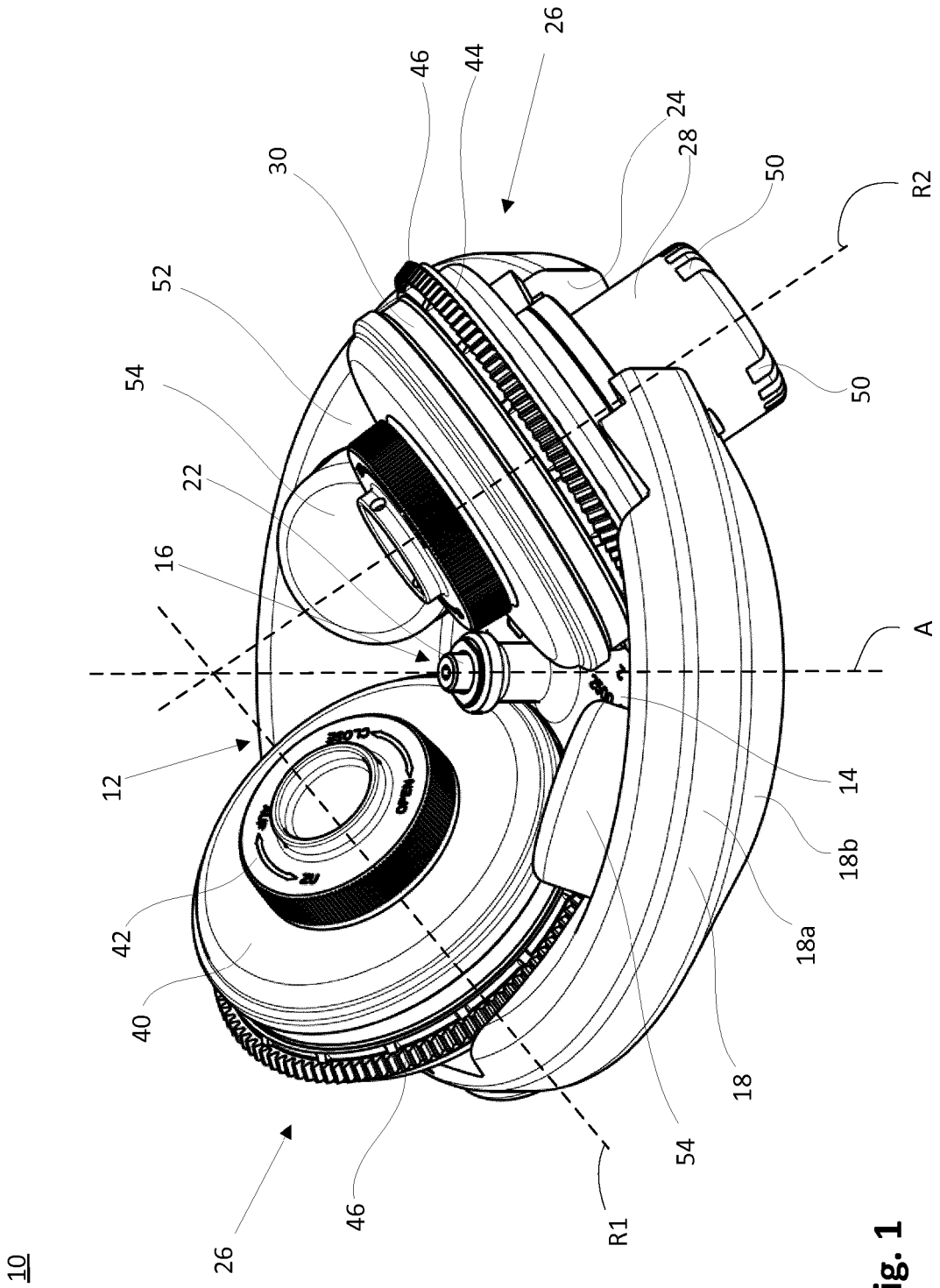
1. Rotor of a dual centrifuge, which rotor is adapted to be rotatable around a drive axle (A) in a centrifuge, comprising at least two rotary units (26) arranged symmetrically to one another, each having a bearing (32) and a rotary head (30) connected to the bearing (32) and mounted rotatably therein via a rotation axis (R1, R2), wherein the rotary head (30) can be driven relative to the rotor by an additional rotating mechanism of the centrifuge about the rotation axis (R1, R2) and has a rotary head mount (80) for at least one sample container or at least one sample container receptacle (100, 110), with the rotation axis (R1, R2) of the rotary head (30) being aligned obliquely to the drive axle (A) of the rotor, the rotary head mount (80) being designed to receive an elongate sample container receptacle (100, 110) or an elongate sample container, with the longitudinal axis of the sample container receptacle (100, 110) inserted into the rotary head mount (80) or the longitudinal axis of the sample container inserted into the rotary head mount (80) being perpendicular to the rotation axis (R1, R2) of the rotary head (30) or being oriented between more than  $0^\circ$  and less than  $90^\circ$  to the rotation axis (R1, R2), wherein two of the rotary units (26) are provided which are of the same design, wherein the rotary units (26) are aligned identically in a zero position (N) with respect to the drive axle (A), with the rotary head mounts (80) in the rotary unit (26) each being arranged and aligned identically, and with the rotary units (26) performing a synchronous movement together with the rotary head mounts (80), the sample container receptacles (100, 110) and/or the sample containers during operation, and wherein the additional rotary mechanism is designed in such a way that a first gearwheel, which is stationary relative to a motor shaft, and a second gearwheel (46), which is connected to the rotary head (30), are provided, wherein the motor shaft drives the rotor and by the rotary movement of the rotor drives the second gearwheel (46) relative to the stationary first gearwheel, which second gearwheel is operatively connected to the first gearwheel, **characterized in that** a first bore (68) is provided in the zero position (N) in each rotary head (30), which bore passes through the second gearwheel and, in the zero position (N), is aligned with a corresponding second bore in a rotor head (12), wherein a pin (70, 74) can be inserted into the first bore (68) and second bore in the zero position (N) of the rotary unit (26), thereby securing the rotary unit (26) in the zero po- 50

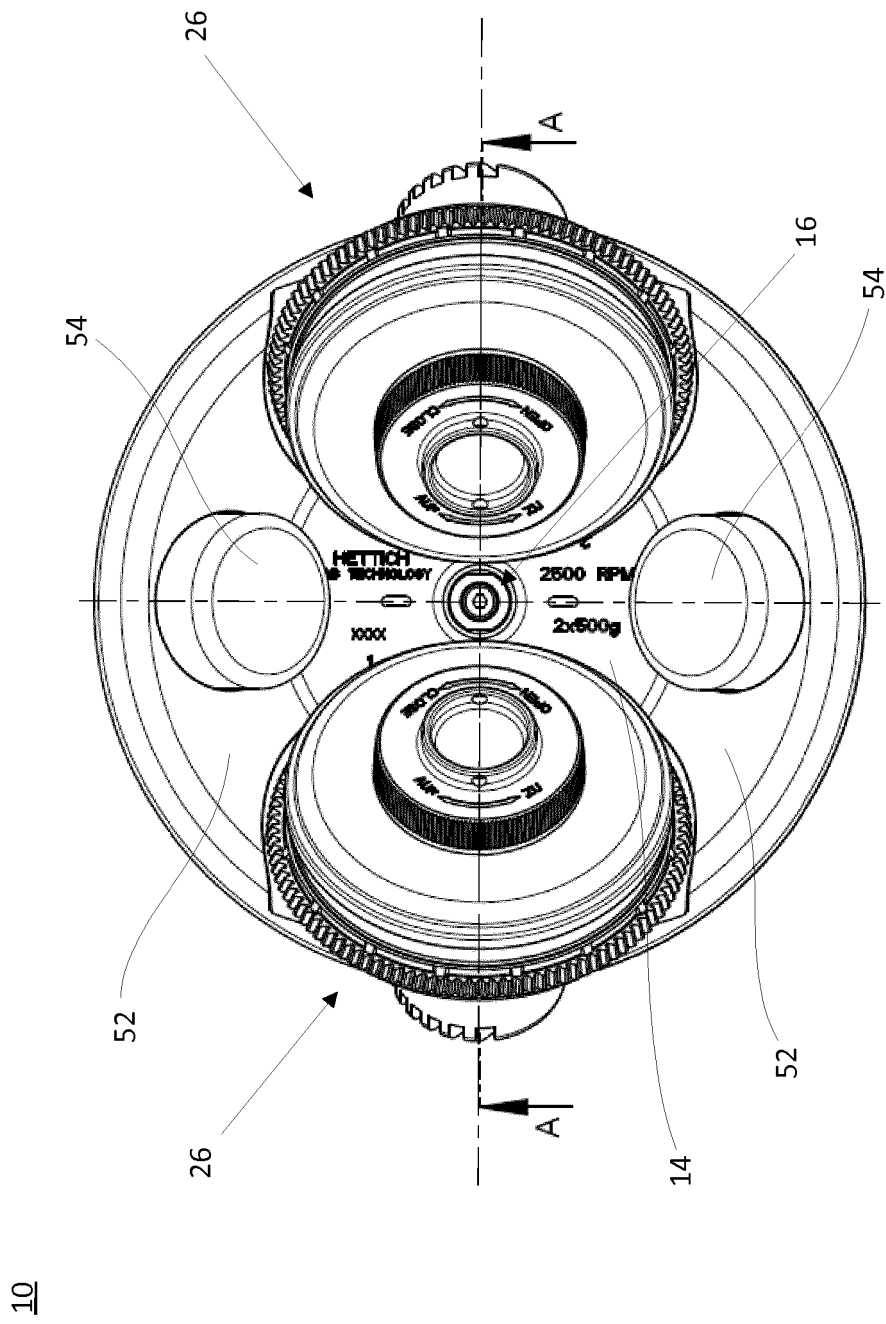
- sition (N) to prevent it from rotating out of the zero position (N).
2. Rotor according to claim 1, **characterized in that** at least one connecting region (52) is provided, which optionally has at least one damping mass (54) detachably arranged thereon and secured in place for operation using a fixation means. 5
  3. Rotor according to claim 2, **characterized in that** the damping mass of the connecting region (52) consists of multiple mass elements. 10
  4. Rotor according to any one of claims 2 and 3 above, **characterized in that** a set of mass elements of different weights is provided, which mass elements are used as required to form a single damping mass (54) of a predetermined weight or a plurality of equal and/or unequal damping masses (54) of predetermined weights, which damping mass(es) (54) is/are introduced into the connecting region. 15 20
  5. Rotor according to any one of claims 3 or 4 above, **characterized in that** a set of damping masses (54) of different weights and/or of the same weight each is provided, wherein either a single damping mass (54) is introduced into the connecting region (52) or a plurality of damping masses (54) are introduced into connecting regions (52) as required. 25
  6. Rotor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a plurality of rotary units (26) are provided and **in that** the transmission of the rotary movement from the first gearwheel to a respective second gearwheel (46), and thus to the respective rotary head (30) of the rotary unit (26), is implemented such that all the rotary heads (30) of the rotary units (26) have a gearwheel that, regarding the design of its teeth, is identical to the other gearwheels, thus causing the rotary heads to perform an identical angular movement, wherein preferably the rotary heads (30), and thus the rotary head mounts (80), are in a zero position (N) relative to the rotor, that intersection points are formed by the radial line perpendicular to the rotation axis (R1, R2) of the rotary heads (30) through the zero position (N) and a radial line perpendicular to the drive axle (A) of the rotor, and that all intersection points lie on a circle around the drive axle (A). 30 35 40 45
  7. Rotor according to claim 6, **characterized in that** the rotary head receptacles (80) and the sample containers inserted directly or indirectly therein are all aligned identically with respect to the rotor in the zero positions (N) of the rotary heads (30), in particular in each case one lid of the sample container is arranged radially on the outside with respect to the rotor. 50 55
  8. Rotor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the sum of the teeth of the engaging second gearwheels (46) of the rotary heads (30) is divisible without remainder by the number of teeth of the first gearwheel. 5
  9. Rotor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the zero position (N) of the rotary head (30) is visibly marked. 10
  10. Rotor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the pins (74) assigned to the bores (68) are connected to one another via a connecting clip (76) to form a clamp (72), which results in the position of the pins (74) relative to one another corresponding to the position of the bores (68) in which they are located in the zero positions (N) of the rotary heads (30) relative to one another. 15 20
  11. Rotor according to claim 10, **characterized in that** the pin (70) and/or the clamp (72) are provided with a blocking device (78) which prevents a centrifuge cover from closing once the pin (70) or the clamp (72) has been fitted. 25
  12. Rotor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the zero position has a maximum play of 2.5° in the direction of rotation. 30
  13. Rotor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the rotary heads (30) are coupled to one another via an additional rotary mechanism, and that this coupling acts to fix the rotary heads (30) of different rotary units (26) in their angular position relative to one another. 35 40
  14. Method for operating a rotor according to any one of claims 2 to 13, **characterized in that** at least one sample container receptacle (100, 110) or one sample container is introduced into the rotary head mount (80) of the rotor (10), and the damping masses (54) are determined as a function of a total mass of a sample container with a sample load and sample container receptacle introduced into the sample container receptacle (100, 110), or as a function of a total mass of a sample container with a sample load and the mass of the rotary unit (26). 45 50
  15. Method according to claim 14, **characterized in that** the sum of the one or plural damping mass(es) (54) attached to the rotor is or are designed in a ratio of at least 0.5:1, in particular of 1:1, relative to the total mass, which is composed of the mass of the sample loads, the sample containers, the sample container receptacles (100, 110), the rotary head mount (80) and the rotary unit (26). 55

## Revendications

1. Rotor d'une centrifugeuse double, qui peut être amené en rotation autour d'un axe d'entraînement (A) dans une centrifugeuse, avec au moins deux unités rotatives (26) disposées de manière symétrique l'une par rapport à l'autre, qui présente respectivement un palier (32) et une tête rotative (30) reliée au palier (32), montée en rotation dans celui-ci par l'intermédiaire d'un axe de rotation (R1, R2), dans lequel la tête rotative (30) peut être entraînée par rapport au rotor d'un autre mécanisme de rotation de la centrifugeuse autour de l'axe de rotation (R1, R2) et présente un logement de tête rotative (80) pour au moins un récipient pour échantillon ou au moins un logement de récipient pour échantillon (100, 110), l'axe de rotation (R1, R2) de la tête rotative (30) est orienté de manière inclinée par rapport à l'axe d'entraînement (A) du rotor, le logement de tête rotative (80) est réalisé pour la réception d'un logement de récipient pour échantillon (100, 110) allongé ou d'un récipient pour échantillon allongé, l'axe longitudinal du logement de récipient pour échantillon (100, 110) introduit dans le logement de tête rotative (80) ou l'axe longitudinal du récipient pour échantillon introduit dans le logement de tête rotative (80) est orienté perpendiculairement à l'axe de rotation (R1, R2) de la tête rotative (30) ou entre plus de 0° à moins de 90° par rapport à l'axe de rotation (R1, R2), dans lequel deux des unités rotatives (26) sont prévues, qui sont réalisées de la même façon, dans lequel les unités rotatives (26) sont orientées de la même façon par rapport à l'axe d'entraînement (A) dans une position zéro (N), les logements de tête rotative (80) sont disposés et orientés dans l'unité rotative (26) respectivement de la même façon et les unités rotatives (26) pendant le fonctionnement exécutent avec les logements de tête rotative (80), les logements de récipient pour échantillon (100, 110) et/ou les récipients pour échantillon les uns avec les autres un mouvement synchrone, et dans lequel l'autre mécanisme de rotation est réalisé de telle sorte qu'une première roue dentée fixe par rapport à un arbre de moteur et une deuxième roue dentée (46) reliée à la tête rotative (30) est prévue, dans lequel l'arbre de moteur entraîne le rotor et du fait du mouvement de rotation du rotor par rapport à la première roue dentée fixe entraîne la deuxième roue dentée (46), qui est en liaison fonctionnelle avec la première roue dentée, **caractérisé en ce qu'un** premier trou (68) dans la position zéro (N), lequel traverse la deuxième roue dentée et dans la position zéro (N) est en affleurement avec un deuxième trou correspondant dans une tête de rotor (12), est prévu dans chaque tête rotative (30), dans lequel une tige (70, 74) dans la position zéro (N) de l'unité rotative (26) peut être introduite dans le premier (68) et deuxième trou, et ainsi bloque l'unité rotative (26) dans la position zéro (N) avant une rotation à partir de la position zéro (N).
2. Rotor selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'au moins** une zone de liaison (52) est prévue, sur laquelle sélectivement au moins une masse d'amortissement (54) est disposée de manière libérable et fixe par l'intermédiaire d'une fixation pour le fonctionnement.
3. Rotor selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la masse d'amortissement (54) de la zone de liaison (52) est constituée de plusieurs éléments de masse.
4. Rotor selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce qu'un** groupe d'éléments de masse différemment lourds est prévu, à partir desquels si besoin est, une masse d'amortissement (54) lourde de manière prédéfinie est formée ou plusieurs masses d'amortissement (54) lourdes de manière prédéfinie, respectivement identiques et/ou différentes, sont formées et est ou sont introduites dans la zone de liaison.
5. Rotor selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'un** groupe de masses d'amortissement (54) différemment lourdes et/ou aussi lourdes est prévu, dans lequel si besoin est, une masse d'amortissement (54) est introduite dans la zone de liaison (52) ou plusieurs masses d'amortissement (54) sont introduites dans les zones de liaison (52).
6. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs unités rotatives (26) sont prévues et que la transmission du mouvement de rotation à partir de la première roue dentée sur respectivement une deuxième roue dentée (46) et donc sur la tête rotative (30) respective de l'unité rotative (26) est conçue de sorte que toutes les têtes rotatives (30) des unités rotatives (26) présentent une roue dentée de forme identique en ce qui concerne les dents et mettent en oeuvre pour cette raison un même mouvement angulaire, dans lequel de préférence les têtes rotatives (30) et donc les logements de tête rotative (80) présentent une position zéro (N) par rapport au rotor, que des points d'intersection de la ligne radiale se forment perpendiculairement à l'axe de rotation (R1, R2) des têtes rotatives (30) du fait de la position zéro (N) avec une ligne s'étendant radialement perpendiculairement à l'axe d'entraînement (A) du rotor et que tous les points d'intersection se situent sur un cercle autour de l'axe d'entraînement (A).
7. Rotor selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les logements de tête rotative (80) et les récipients pour échantillon introduits indirectement ou directement dans ceux-ci dans les positions zéro (N)

- des têtes rotatives (30) sont tous orientés de la même façon par rapport au rotor, en particulier respectivement un couvercle des récipients pour échantillon est disposé radialement à l'extérieur par rapport au rotor.
8. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la somme des dents des deuxièmes roues dentées (46) appliquées des têtes rotatives (30) peut être divisée sans reste par le nombre des dents de la première roue dentée. 5
9. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position zéro (N) de la tête rotative (30) est identifiée de manière optique. 10
10. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les tiges (74) associées aux trous (68) sont reliées les unes aux autres en une agrafe (72) par l'intermédiaire d'une barrette de liaison (76), de sorte que la position des tiges (74) les unes par rapport aux autres correspond à la position des trous (68) dans laquelle elles se trouvent dans les positions zéro (N) des têtes rotatives (30) les unes par rapport aux autres. 15
11. Rotor selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la tige (70) et/ou l'agrafe (72) sont pourvues d'un dispositif de blocage (78), qui dans l'état monté de la tige (70) ou de l'agrafe (72) empêche une fermeture d'un couvercle de centrifugeuse. 20
12. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position zéro présente un jeu de maximum 2,5° dans la direction de rotation. 25
13. Rotor selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les têtes rotatives (30) sont accouplées les unes aux autres par l'intermédiaire d'un autre mécanisme de rotation et la position angulaire des têtes rotatives (30) de différentes unités rotatives (26) est immobilisée les unes par rapport aux autres par l'accouplement. 30
14. Procédé pour faire fonctionner un rotor selon l'une quelconque des revendications 2 à 13, **caractérisé en ce qu'**au moins un logement de récipient pour échantillon (100, 110) ou un récipient pour échantillon sont introduits dans le logement de tête rotative (80) du rotor (10), et les masses d'amortissement (54) est déterminée en fonction d'une masse totale d'un récipient pour échantillon introduit dans le logement de récipient pour échantillon (100, 110) avec un chargement en échantillon et d'un logement de récipient pour échantillon ou en fonction d'une masse totale d'un récipient pour échantillon avec un 35
- chargement en échantillon ainsi que de la masse de l'unité rotative (26). 40
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la somme de la masse d'amortissement (54) ou des masses d'amortissement (54) placées sur le rotor dans un rapport d'au moins 0,5/1, en particulier de 1/1 par rapport à la masse totale, qui se compose de la masse des chargements en échantillon, des récipients pour échantillon, des logements de récipient pour échantillon (100, 110), du logement de tête rotative (80) et de l'unité rotative (26), est ou sont réalisées. 45
- 50
- 55





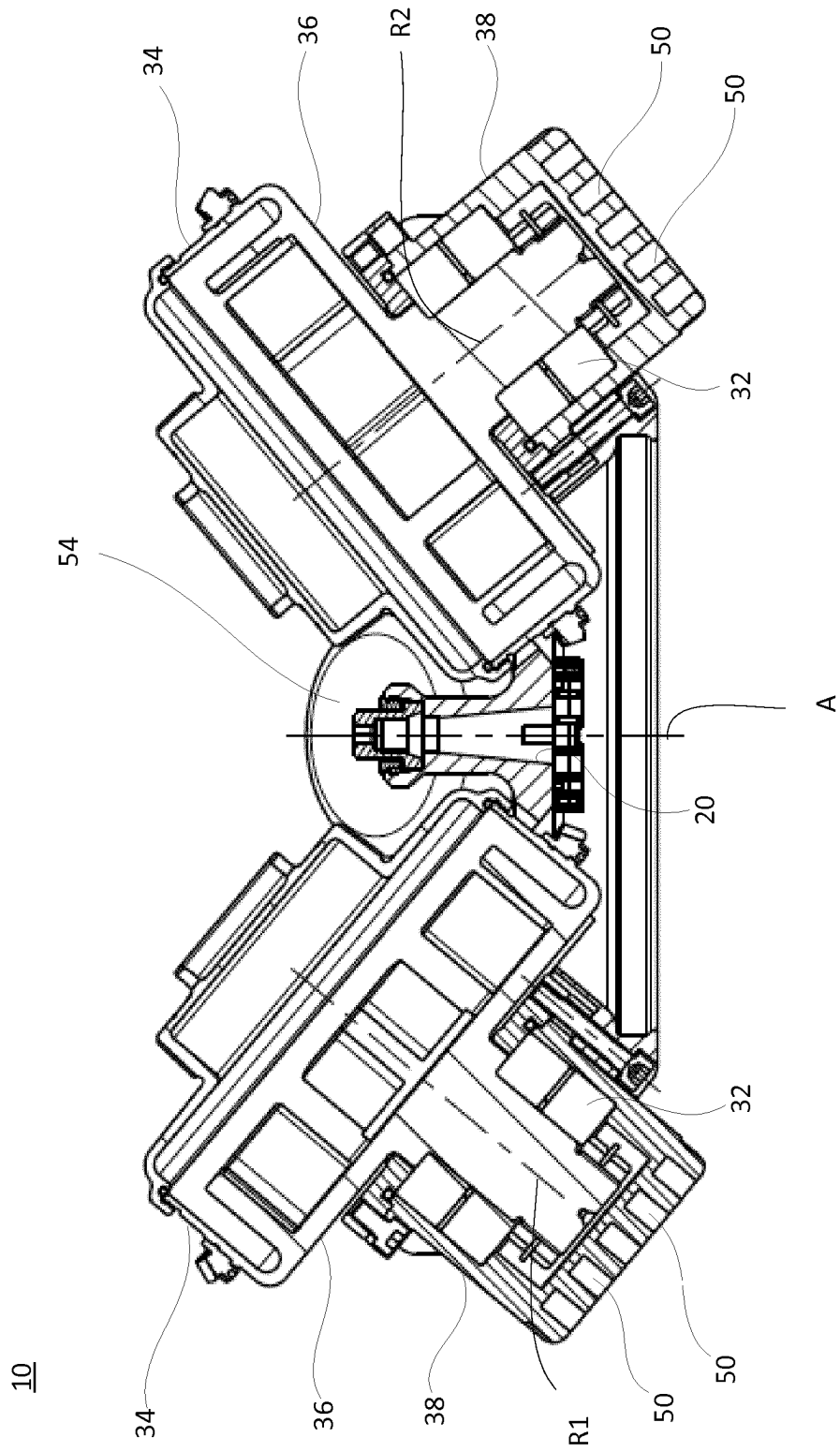


Fig. 3

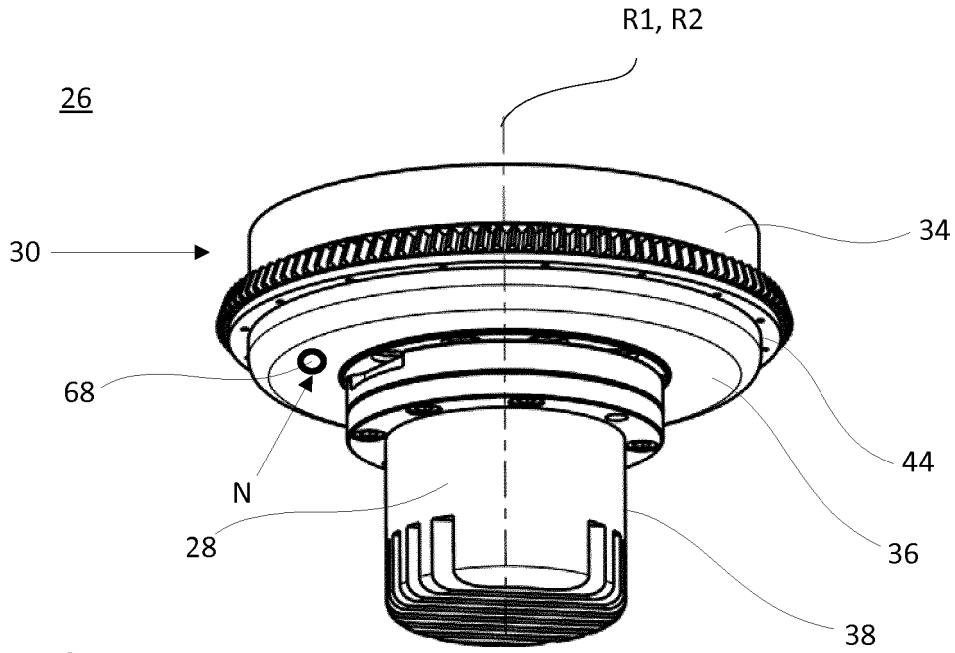


Fig. 4

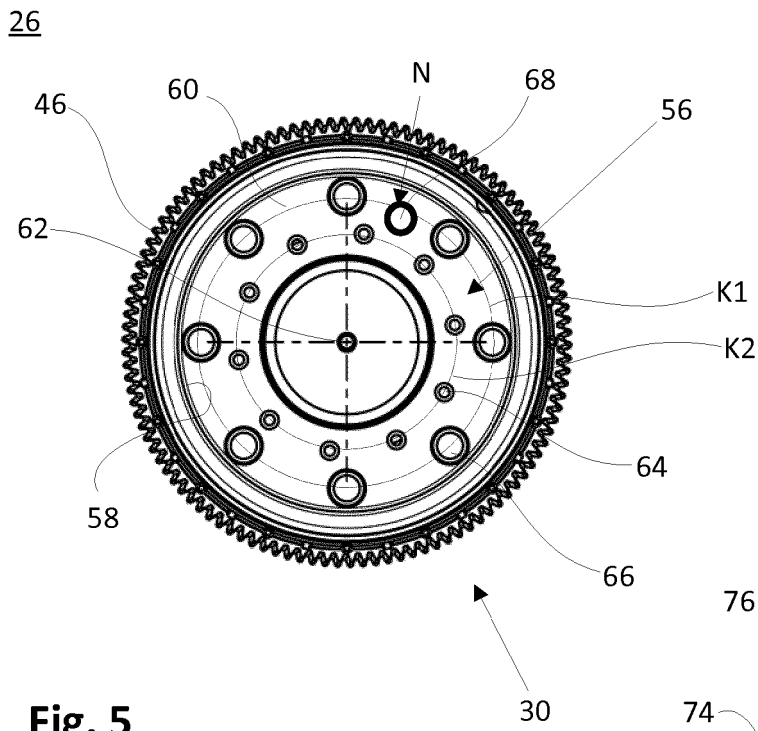


Fig. 5

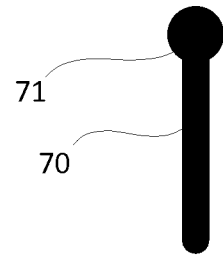


Fig. 4a

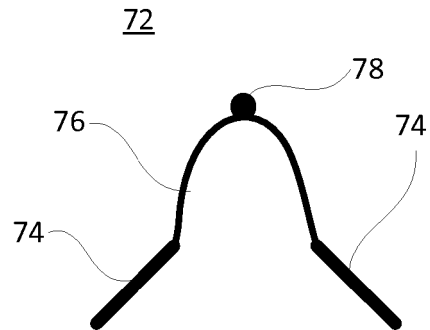


Fig. 6



**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**

- EP 2263653 A2 [0002] [0005]
- FR 2955042 A1 [0005]
- DE 102012105819 A1 [0005]
- US 8932417 B1 [0006]