



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.01.2025 Patentblatt 2025/01

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B04B 5/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 24213729.7

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B04B 15/06; B01L 13/02; B04B 5/0407;
B04B 7/02; B08B 3/003; B08B 3/104;
B08B 9/0804; B08B 9/34; B08B 9/44;
B01L 2300/0829; B01L 2400/0409

(22) Anmeldetag: 16.09.2022

(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

(72) Erfinder:
• Mann, Wolfgang
95512 Neudrossenfeld (DE)
• Feist, Frank
Concord, 01742 (US)

(30) Priorität: 16.09.2021 DE 102021124023

(74) Vertreter: HGF
HGF Europe LLP
Neumarkter Straße 18
81673 München (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
22196177.4 / 4 151 315

(71) Anmelder: BlueCatBio GmbH
95512 Neudrossenfeld (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 18.11.2024 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) ZENTRIFUGE UND VERFAHREN ZUM REINIGEN EINER ZENTRIFUGE

(57) Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit sowie ein Verfahren zum Reinigen einer solchen Zentrifuge. Die Zentrifuge weist einen Rotor und einen Rotorraum auf, in welchem der Rotor angeordnet und drehbar gelagert ist, wobei der Rotor einen Aufnahmebereich zum Aufnehmen der Reaktionsgefäßeinheit aufweist. Der Rotorraum ist von einem Gehäuse begrenzt, wobei das Gehäuse einen Ablauf aufweist, um aus den Reaktionsgefäßen ausgetra-

gene Flüssigkeit abzuführen und mit einem Zulauf versehen ist, um den Rotorraum mit einer Reinigungslösung derart zu füllen, dass beim Drehen des Rotors dieser zumindest teilweise in die Reinigungslösung eintaucht und diese im Rotorraum verteilt und/oder der Zulauf so ausgebildet ist, dass die Reinigungslösung beim Zuführen durch den sich drehenden Rotor im Rotorraum verteilt wird.

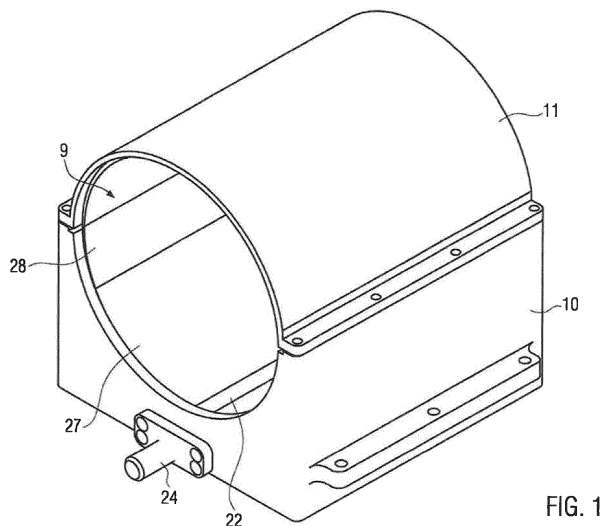


FIG. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zentrifuge zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit mit einem Rotor und einem Rotorraum, in welchem der Rotor angeordnet und drehbar gelagert ist, wobei der Rotor einen Aufnahmebereich zum Aufnehmen der Reaktionsgefäßeinheit aufweist.

[0002] Die EP 937502 A2 beschreibt ein Verfahren zur Handhabung einer Mikrotiterplatte, wobei die Mikrotiterplatte mittels Zentrifugation gereinigt wird. Hierfür wird die Mikrotiterplatte über ein Förderband in dem Rotationsgehäuse platziert, so dass die Öffnungen der Mikrotiterplatte von der Rotationsachse weggerichtet sind.

[0003] Aus der WO 2015/018878 A1 geht eine weitere Zentrifuge hervor, welche einen elastischen Arm aufweist, mit welchem Mikrotiterplatten in ein Rotor der Zentrifuge gezogen werden können bzw. aus dem diesem Rotor geschoben werden können. Dabei weist der Rotor nur einen sehr geringen Abstand zu dem umliegenden Gehäuse und auch zu der im unteren Bereich angeordneten Abflusssrinne auf. Dieser kurze Abschnitt ist beabsichtigt, um durch den entstehenden Zirkulationswind die aus den Reaktionsgefäßen ausgetretene Flüssigkeit in die Abflusssrinne zu treiben und sie dann mittels einer Pumpe abzupumpen. Durch den geringen Abstand besteht die Gefahr, dass der Flüssigkeitspegel über der Abflusssrinne liegt. Hierdurch kann der Rotor beim Drehen in die Flüssigkeit eintauchen. Dies ist insbesondere dann kritisch, wenn die Flüssigkeit eine Waschlösung mit Detergentien ist, da dann der Rotor die Flüssigkeit zu Schaum schlägt. Dieser Schaum kann schnell einen Großteil des Volumens des Rotors füllen und bei der Tür austreten. Auch kann das aufschäumende Material durch die beschriebene Pumpe nicht gut abgepumpt werden, sondern verbleibt vielmehr im Rotorraum bzw. in der Abflusssrinne. Der nahe Abstand des Rotors zu der Abflusssrinne ergibt sich vor allem durch die zylindrische Form des Rotorraums, welcher derart gewählt ist, um den gewünschten Zirkulationswind zu erzeugen.

[0004] Es ist bekannt, dass bei zylinderförmigen Rotorräumen von Zentrifuge durch den sich drehenden Rotor Zirkulationswinde entstehen. In diesem Zusammenhang wird auf die US 2007/0037684 A1, DE 103 55 179 A1, DBP 1033446, EP 2 705 903 A1 und DE 2404036 verwiesen.

[0005] Aus der WO 2018/234420 A1 geht eine weitere Zentrifuge zum Reinigen von Reaktionsgefäßeinheiten hervor. Diese Zentrifuge weist einen Rotor und einen Rotorraum auf, in welchem der Rotor drehbar gelagert ist. Eine Reaktionsgefäßeinheit wird in die Zentrifuge mit ihren Öffnungen nach außenweisend eingesetzt, so dass sich beim Drehen des Rotors die darin befindlichen Reagenzien aus den jeweiligen Reaktionsgefäßen getrieben werden. Hierdurch können die Reaktionsgefäße im Wesentlichen rückstandsfrei gereinigt werden. Diese Zentrifuge kann eine Dispensiereinheit aufweisen, wobei die Dispensiereinheit mehrere Dispensierdüsen auf-

weist. Die Dispensierdüsen sind vorzugsweise entlang einer Linie nebeneinanderliegend angeordnet, wobei sich diese Linie quer zur Bewegungsrichtung der Reaktionsgefäßeinheit beim Be- oder Entladen der Zentrifuge erstreckt. Die Düsen der Dispensiereinheit sind benachbart zu einer Öffnung zum Be- und Entladen der Zentrifuge mit der Reaktionsgefäßeinheit angeordnet.

[0006] Aus der WO2017/125598 A1 geht noch eine weitere Zentrifuge hervor, welche wiederum eine Beladungs- und Entladungseinrichtung aufweist, bei welcher Reaktionsgefäßeinheiten mittels einer starren Verschiebestange positioniert werden.

[0007] CN 102175855 A offenbart einen vollautomatischen 360° Grad Plattenwaschautomaten. Die Rotationsachse dieses Automaten läuft parallel zur horizontalen Ebene und erlaubt so das Waschen mehrerer Platten gleichzeitig in einem Gehäuse, wodurch die Effektivität gesteigert und die Kosten stark reduziert werden können.

[0008] US 4,953,575 betrifft eine Waschvorrichtung für Küvetten. Hierfür werden die Küvetten in einer Halterung in einem Rotor platziert. Durch Drehen des Rotors wird die Flüssigkeit aus den Küvetten entfernt. Das offenbarte Zentrifugegehäuse weist an seiner tiefsten Stelle eine Öffnung auf, durch welche die entfernte Flüssigkeit das Gehäuse verlassen kann.

[0009] JP 2009264927 A offenbart eine Vorrichtung umfassend eine Trommel, in welcher eine Mikroplatte platziert werden kann. Die Trommel kann mit mehreren Mikrotiterplatten beladen werden, welche sich dann um eine horizontale Rotationsachse drehen. Die Trommel wird derart mit der Mikrotiterplatte beladen, dass deren Öffnungen in Richtung des Inneren der Trommel gerichtet sind.

[0010] Die JP 2007/178355 A offenbart ein System zum Reinigen von Leiterplatten, bei dem ein oder mehrere Mikrotiterplatten in eine Rotationseinheit eingebracht werden, deren Rotationsachse vertikal ist. Die Vorrichtung weist mehrere Düsen auf, die von außen die Mikrotiterplatten mit einer Reinigungsflüssigkeit besprühen können.

[0011] Aus der JP S51 439 67 U geht eine Zentrifuge mit vertikaler Drehachse hervor, in der offenbart ist, dass der Rotor durch Einfüllen von Wasser in die Kammer und Drehen des Rotors gereinigt werden kann.

[0012] In der CN 113 000 230 A ist ebenfalls eine Zentrifuge mit vertikaler Drehachse zur automatischen Reinigung von Desinfektionsmitteln offenbart.

[0013] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zentrifuge zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit zu schaffen, welche einen Rotor und einen Rotorraum aufweist, in welchem der Rotor drehbar gelagert ist, wobei mit der Zentrifuge eine Kontamination vermieden werden soll und ein zuverlässiger Betrieb auf Dauer möglich sein soll.

[0014] Die Aufgabe wird durch die Gegenstände gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

[0015] Eine erfindungsgemäße Zentrifuge zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit weist einen Rotor und einen Rotorraum auf, in welchem der Rotor angeordnet und gelagert ist, wobei der Rotor einen Aufnahmebereich zum Aufnehmen der Reaktionsgefäßeinheit aufweist. Der Rotorraum ist von einem Gehäuse begrenzt, wobei das Gehäuse einen Ablauf aufweist, um aus den Reaktionsgefäßen ausgetragene Flüssigkeit abzuführen und ist mit einem Zulauf versehen, um den Rotorraum mit einer Reinigungslösung derart zu füllen, dass die Reinigungslösung durch Drehen des Rotors ohne Reaktionsgefäßeinheiten im Rotorraum durch Kontakt mit dem Rotor verteilt wird, so dass der Rotorraum gereinigt wird. Die Rotationsachse des Rotors verläuft parallel zu einer Standfläche.

[0016] Dieser Zentrifuge kann somit eine Reinigungslösung zugeführt werden und diese im Rotorraum verteilt werden. Der Rotor wird hierbei zum Verteilen der Reinigungslösung verwendet. Dies wird unten bei der Erläuterung des Verfahrens zum Reinigen der Zentrifuge näher diskutiert.

[0017] Beim Drehen des Rotors kann dieser zumindest teilweise in die Reinigungslösung eintauchen und diese im Rotorraum verteilt und/oder der Zulauf ist so ausgebildet, dass die Reinigungslösung beim Zuführen durch den sich drehenden Rotor im Rotorraum verteilt wird. Hierbei kann die Reinigungslösung mit dem Rotor in Kontakt kommen und durch die am Rotor auftretenden Zentrifugalkräfte verteilt werden und/oder durch die durch den Rotor erzeugte Luftströmung mitgenommen und hierdurch verteilt werden.

[0018] Dadurch, dass die Rotationsachse des Rotors parallel zu einer Standfläche verläuft, wird bei einem partiellen Füllstand des Rotorraums durch das teilweise Eintauchen des Rotors in die Reinigungslösung die Reinigungslösung im gesamten Rotorraum verteilt. Es ist nicht nötig, den gesamten Rotorraum vollständig mit der Reinigungslösung zu füllen. Daher muss der Rotorraum auch nicht perfekt abgedichtet sein. Des Weiteren wird im Gegensatz zu einer Anordnung, bei der die Rotationsachse des Rotors senkrecht zu einer Standfläche verläuft, die Reinigungslösung nicht durch Zentrifugalkraft nur nach radial außen verteilt, ohne im gesamten Rotorraum verteilt zu werden.

[0019] Durch die parallele Ausrichtung der Rotationsachse und dem Eintauchen wird die Reinigungslösung im Rotorraum vom Rotor nach oben mitgenommen und durch die hierbei entstehende Luftströmung im Rotorraum gleichmäßig verteilt.

[0020] Beim Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit in einer Zentrifuge, bei der aus den Reaktionsgefäßen der Reaktionsgefäßeinheit der Inhalt der Reaktionsgefäße herausgeschleudert wird, besteht die Gefahr, dass Reste des Inhalts der Reaktionsgefäße im Rotorraum verbleiben und eventuell auf eine weitere Reaktionsgefäßeinheit übertragen werden. Dies ist vor allem dann kritisch, wenn chemische oder biologische Proben in den Reaktionsgefäßeinheiten enthalten sind. Bei biologischen

Proben kann ein einzelnes Molekül, wie zum Beispiel ein Abschnitt eines DNA-Stranges, der auf eine andere Reaktionsgefäßeinheit übertragen wird, eine nicht tolerierbare Kontamination darstellen.

[0021] Solche Zentrifugen zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit werden mittlerweile mit großem Erfolg eingesetzt. Sie müssen jedoch in regelmäßigen Abständen gereinigt werden. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Zentrifuge erlaubt ein selbstständiges bzw. automatisches Reinigen der Zentrifuge. Hierdurch kann die Zentrifuge Bestandteil eines automatischen Prozesses sein und von Zeit zu Zeit einem Reinigungsvorgang unterzogen werden, ohne dass ein Operator hierzu manuell eingreifen muss. Die Zentrifuge kann so beispielsweise in einem mehrere Stunden dauernden Arbeitsablauf mehrfach gereinigt werden, ohne dass hierzu jemand manuell eingreifen muss. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber herkömmlichen Zentrifugen zum Reinigen von Reaktionsgefäßeinheiten.

[0022] Der Ablauf des Gehäuses kann auch den Zulauf bilden. Beispielsweise kann eine Öffnung im Gehäuse, welche den Ablauf oder den Zulauf bildet, mit einer Fluidleitung verbunden sein, welche eine Zweigstelle aufweist, so dass die Fluidleitung in eine Zulaufleitung und eine Ablaufleitung verzweigt. Die Ablaufleitung ist zum Abführen eines Fluides und die Zulaufleitung zum Zuführen eines Fluides ausgebildet. Die Ablaufleitung weist ein Sperrelement zum Sperren der Ablaufleitung auf. Ist die Ablaufleitung mittels des Sperrelementes gesperrt, kann über die Zulaufleitung das Fluid bzw. eine Reinigungslösung zugeführt werden, ohne dass sie über die Ablaufleitung abfließt und ausschließlich dem Rotorraum zugeführt wird.

[0023] Das Sperrelement kann ein Ventil oder eine vorzugsweise automatisch betätigbaren Schlauchklemme sein, wenn zumindest ein Teil der Ablaufleitung als Schlauch ausgebildet ist. Die Schlauchklemme kann mit einem Aktuator versehen sein, um sie automatisch zu betätigen. Der Aktuator kann als Exzenter oder als elektrischer oder pneumatischer Kolbenmechanismus ausgebildet sein.

[0024] Die Zulaufleitung kann auch fluidisch an eine in der Zentrifuge integrierten Dispensiereinrichtung gekoppelt sein, so dass mittels der Dispensiereinrichtung die Zulaufleitung eine Reinigungslösung zuführbar ist. Bei einer solchen Ausführungsform der Zentrifuge hat die Dispensiereinrichtung sowohl die Funktion zum Dispensieren von Lösungen in Reaktionsgefäße der Reaktionsgefäßeinheiten als auch zum Zuführen der Reinigungslösung dem Rotorraum.

[0025] Der Ablauf kann mit einer Saugpumpe und einem Siphon versehen sein, wobei der Siphon so ausgebildet ist, dass bei nicht-betätigter Saugpumpe eine Flüssigkeit mit einem Füllstand unterhalb eines vorbestimmten Füllstandes im Rotorraum verbleibt. Hierdurch kann durch Nicht-Betätigen der Saugpumpe sichergestellt werden, dass eine im Rotorraum vorhandene Reinigungslösung im Rotorraum verbleibt, sofern der Füll-

stand der Reinigungslösung nicht oberhalb des vorbestimmten Füllstandes liegt. Das Niveau dieses vorbestimmten Füllstandes ist vorzugsweise so gewählt, dass ein Rotor beim Drehen in die Flüssigkeit eintaucht und diese zumindest teilweise mitnimmt. Der Siphon bildet somit das Sperrelement, mit dem die Ablaufleitung bis zu einem bestimmten Füllstand gesperrt ist, sofern die Saugpumpe nicht betätigt wird.

[0026] Im Rotorraum kann ein Füllstandsensor zum Detektieren des Füllstandes vorgesehen sein. Der Füllstandsensor kann ein Ultraschallsensor sein, mit dem die Oberfläche der Flüssigkeit abgetastet wird. Hierbei ist es zweckmäßig den Rotor in eine Position zu drehen, so dass er nicht die Messung behindert. Der Füllstand kann auch durch einen oder mehrere Temperatursensoren ausgebildet sein, welche an der Innenfläche des Gehäuses angebracht sind und zum Messen eines jeweils bestimmten Niveaus der Flüssigkeit dienen.

[0027] Der Zulauf kann oberhalb einer Drehachse des Rotors angeordnet sein, so dass beim Zuführen der Reinigungslösung diese in Kontakt mit dem Rotor kommen kann. Der Rotor kann sich selbstverständlich in einer Position befinden, bei welcher er nicht in Kontakt mit der mittels des Zulaufs geführten Reinigungslösung kommt, z.B., wenn er vertikal ausgerichtet ist. Hierdurch wird eine derart zugeführte Reinigungsflüssigkeit von einem sich drehenden, insbesondere schnell drehenden Rotor mitgenommen und im Rotorraum verteilt. Hierfür genügen bereits geringe Drehzahlen von einigen U/min. In der Regel wird der Rotor mit Drehzahlen von zumindest 10 U/min bzw. zumindest 50 U/min oder mehr gedreht. Der Rotor sollte nicht schneller als mit 100 U/min gedreht werden, wenn die Reinigungslösung bis zu einem vorbestimmten Niveau in den Rotorraum eingebracht ist, so dass der Rotor in die Reinigungslösung eintauchen kann. Wird hingegen die Reinigungslösung in den Rotorraum bspw. durch Zerstäuben eingebracht, ohne dass sich die Reinigungslösung unten im Rotorraum sammelt, dann kann der Rotor auch mit höheren Drehzahlen von z.B. zumindest 100 U/min betrieben werden. Hierbei können Drehzahlen auch von zumindest 500 U/min oder zumindest 1000 U/min zweckmäßig sein.

[0028] Der Zulauf kann auch eine oder mehrere Düsen aufweisen, um die Reinigungslösung in den Rotorraum zu zerstäuben. Auch eine derart im Rotorraum zerstäubte Reinigungsflüssigkeit kann durch Drehen des Rotors im Rotorraum gleichmäßig verteilt werden.

[0029] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen einer Zentrifuge zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit, wobei die Zentrifuge einen Rotor und einen Rotorraum aufweist, in welchem der Rotor angeordnet und drehbar gelagert ist, wobei der Rotor einen Aufnahmebereich zum Aufnehmen der Reaktionsgefäßeinheit aufweist und wobei die Rotationsachse des Rotors parallel zu einer Standfläche verläuft. Bei diesem Verfahren werden die folgenden Schritte ausgeführt:

- Der Rotorraum wird mit einer Reinigungsflüssigkeit

entweder mindestens bis zu einem vorbestimmten Niveau gefüllt, so dass beim Drehen des Rotors dieser zumindest teilweise in die Reinigungslösung eintaucht, und/oder die Reinigungslösung wird dem Rotorraum so zugeführt, dass sie entweder mit dem Rotor in Kontakt kommen kann und/oder in einen Bereich des Rotorraums eingebracht wird, in dem sie bei drehenden Rotor von einem Luftstrom mitgenommen wird,

- der Rotor wird gedreht / bewegt, wodurch die Reinigungslösung im Rotorraum verteilt wird, und
- die Reinigungslösung wird aus dem Rotorraum entfernt.

[0030] Mit dem Entfernen der Reinigungslösung werden die Verunreinigungen im Rotorraum mitgenommen. Die Reinigungslösung kann über den Ablauf abfließen und so aus dem Rotorraum entfernt werden. Dies kann beispielsweise durch Öffnen eines Sperrelementes in einer Ablaufleitung gesteuert werden.

[0031] Der Rotor hat bei einer solchen Zentrifuge zwei Funktionen. Einerseits dient der Rotor zum Entleeren der Reaktionsgefäßeinheiten, indem der Inhalt durch Drehen des Rotors aus den einzelnen Reaktionsgefäßen der Reaktionsgefäßeinheiten herausgeschleudert wird. Andererseits dient der Rotor auch zum Verteilen der Reinigungslösung im Rotorraum und so zu einer gleichmäßigen und zuverlässigen Reinigung des Rotorraumes. Das Verteilen der Reinigungslösung kann einerseits dadurch erfolgen, dass der Rotor beim Drehen zumindest zum Teil in die Reinigungslösung eintaucht und diese mitnimmt. Die Reinigungslösung kann jedoch auch derart zugeführt werden, dass sie unmittelbar vom Rotor bzw. mit dem vom Rotor erzeugten Luftzug mitgenommen und im Rotorraum verteilt wird. Dies gilt insbesondere, wenn die Reinigungslösung in den Rotorraum zerstäubt wird, dann wird durch Drehen des Rotors ein Nebel der Reinigungslösung gleichmäßig im Rotorraum verteilt.

[0032] Die Reinigungslösung kann eine nicht-schäumende Reinigungslösung sein, welche beispielsweise Formaldehyd oder Paraformaldehyd enthält. Eine solche nicht-schäumende Reinigungslösung kann selbstständig, ohne weitere Aktivitäten aus dem Rotorraum ablaufen. Das Drehen des Rotors kann dazu dienen, die Reinigungslösung zum Ablauf zu treiben und sie aus dem Rotorraum zu entfernen. Die Reinigungslösung kann jedoch auch bei stillstehendem Rotor selbsttätig ablaufen, wenn die Ablaufleitung entsprechend entsperrt ist.

[0033] Die Reinigungslösung kann auch eine schäumende Reinigungslösung sein, insbesondere eine Reinigungslösung, die Tenside enthält. Beim Verteilen der Reinigungslösung durch den Rotor schäumt die Reinigungslösung im Rotorraum. Zum Entfernen der aufgeschäumten Reinigungslösung kann eine einen Schaum abbauende Lösung dem Rotorraum zugeführt werden, welche beispielsweise Alkohol enthält. Hierdurch fällt der Schaum zusammen und fließt durch den Ablauf ab. Das Abfließen bzw. Entfernen der Reinigungslösung aus dem

Rotorraum kann hier auch durch Drehen des Rotors genauso wie bei der nicht-schäumenden Reinigungslösung unterstützt werden.

[0034] Die einen Schaum abbauende Lösung kann während oder nach dem Zuführen auch durch Drehen des Rotors im Rotorraum verteilt werden, um die einen Schaum abbauende Lösung im Rotorraum wirksam zu verteilen.

[0035] Bei diesem Verfahren kann eine oben erläuterte Zentrifuge verwendet werden.

[0036] Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft anhand der Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in:

Figur 1 ein Teil eines Gehäuses einer Zentrifuge in perspektivischer Ansicht,

Figur 2 das Teil des Gehäuses aus Figur 1 in einer Schnittansicht mit Blickrichtung von schräg vorne,

Figur 3 das Teil des Gehäuses aus Figur 1 in einem Längsschnitt,

Figur 4a die Zentrifuge nach einem ersten Ausführungsbeispiel mit dem Gehäuseteil aus Figur 1 in einem Längsschnitt, und

Figur 4b die Zentrifuge nach einem zweiten Ausführungsbeispiel mit dem Gehäuseteil aus Figur 1 in einem Längsschnitt.

[0037] Eine erfindungsgemäße Zentrifuge 1 (Figur 4a) weist einen Rotor 2, ein Gehäuse 3, eine Antriebseinrichtung 4 zum Drehen des Rotors 2 um eine Rotationsachse 5 auf.

[0038] Der Rotor besitzt zumindest einen Aufnahmebereich 6 zum Aufnehmen einer Reaktionsgefäßeinheit 7. Die Reaktionsgefäßeinheit 7 ist üblicherweise eine Mikrotiterplatte. Derartige Mikrotiterplatten können mit einer unterschiedlichen Anzahl von Reaktionsgefäßen ausgebildet sein. Es sind Mikrotiterplatten mit sechs bis 4096 Reaktionsgefäßen üblich, wobei Mikrotiterplatten mit 96, 384 oder 1536 Reaktionsgefäßen die üblichsten Versionen sind. Bei Mikrotiterplatten mit 384 oder 1536 Reaktionsgefäßen sind die einzelnen Reaktionsgefäße so dünn, dass eine Flüssigkeit normalerweise darin alleine aufgrund von Kapillarkräften haftet, so dass selbst beim Anordnen einer solchen Mikrotiterplatte mit ihren Öffnungen nach unten die Flüssigkeit nicht ausfließt. Für Mikrotiterplatten mit weniger Reaktionsgefäßen, die jeweils größer sind, gilt dies nicht. Eine solche Reaktionsgefäßeinheit 7 kann alleine in ein Aufnahmebereich 6 eingefügt werden oder auf einer Trägereinheit. Vorzugsweise wird eine Trägereinheit verwendet, welche ein Koppellement aufweist, das mit einer Beladungs- und Entladungseinrichtung 8 gekoppelt werden kann. Eine solche Beladungs- und Entladungseinrichtung ist beispielsweise in der DE 10 2016 101 163 beschrieben. Sie wird unten noch näher erläutert.

[0039] Das Gehäuse 3 begrenzt einen Rotorraum 9. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der den Rotorraum 9 begrenzende Bereich des Gehäuses 3 aus einer

unteren Schale 10, oberen Schale 11, vorderseitigen Stirnwandung 12 und rückseitigen Stirnwandung 13 ausgebildet. An die rückseitige Stirnwandung schließen sich weitere Teile des Gehäuses an, welche in den beigefügten Figuren nicht dargestellt sind.

[0040] In der vorderseitigen Stirnwandung 12 und rückseitigen Stirnwandung 13 befinden sich jeweils ein Kugellager 14, in welcher eine durchgehende Welle 15 des Rotors 2 drehbar gelagert ist. Die Mittellinie der Welle 15 bildet die Rotationsachse 5. Die Rotationsachse 5 verläuft parallel zu einer Standfläche 16, welche durch die Unterseite der unteren Schale 10 ausgebildet ist.

[0041] Das rückseitige Ende der Welle 15 ist an die Antriebseinrichtung 4 gekoppelt. Der weitere Teil des Gehäuses, der sich an der Rückseite des Gehäuses anschließt, enthält die Antriebseinrichtung 17, die Beladungs- und Entladungseinrichtung 8 sowie eine zentrale Steuereinrichtung (nicht dargestellt), mit der alle Komponenten der Zentrifuge 1 gesteuert werden.

[0042] An der vorderseitigen Stirnwandung 12 ist außenseitig ein Balkon 18 angebracht, der zur Aufnahme einer Reaktionsgefäßeinheit 7 dient. Auf Höhe des Balkons 18 ist in der vorderseitigen Stirnwandung 12 eine Be- und Entladeöffnung 19 ausgebildet, durch welche eine Reaktionsgefäßeinheit 7 in den Rotorraum 9 eingeführt und wieder herausgeschoben werden kann. Die Be- und Entladeöffnung 19 ist mit einer schwenkbaren Tür 20 versehen, so dass der Rotorraum geschlossen werden kann.

[0043] Benachbart zu dieser Tür 20 kann eine Dispensiereinheit 39 mit mehreren Dispensierdüsen 40 und/oder eine optische Detektionseinheit, insbesondere in Form einer Zeilenkamera, vorgesehen sein.

[0044] Die Beladungs- und Entladungseinrichtung 8 weist eine Verschiebestange (nicht dargestellt) auf, welche durch eine Durchgangsöffnung 21 in der rückseitigen Stirnwandung 13 mit ihrem freien Ende horizontal durch den Rotorraum 9 verfahren werden kann. Die Beladungs- und Entladungseinrichtung 8 weist hierzu einen Linearantrieb auf, so dass die Verschiebestange entlang ihrer Längsrichtung linear verfahren werden kann. Die Verschiebestange weist an ihrem freien Ende ein Koppellement auf, das mit einem entsprechenden Koppellement an der Trägereinheit bzw. an einer Reaktionsgefäßeinheit 7 gekoppelt werden kann, so dass die Trägereinheit mit einer Reaktionsgefäßeinheit oder die Reaktionsgefäßeinheit direkt durch Bewegen der Verschiebestange vom Balkon 18 durch die Be- und Entladeöffnung 19 in den Rotorraum 9 bewegt werden kann, wobei der Rotor 2 hierbei mit einem Aufnahmebereich 6 benachbart zur Be- und Entladeöffnung 19 angeordnet ist, so dass die Trägereinheit bzw. die Reaktionsgefäßeinheit in den Aufnahmebereich 6 des Rotors 2 verschoben wird. Die Kopplung zwischen der Verschiebestange und der Trägereinheit bzw. der Reaktionsgefäßeinheit 7 kann gelöst werden, so dass sich die Trägereinheit bzw. die Reaktionsgefäßeinheit frei beweglich im Rotor 2 befindet und der Rotor mit dieser Einheit entsprechend gedreht wer-

den kann.

[0045] Mittels der Verschiebestange der Beladungs- und Entladungseinrichtung 8 kann die Trägereinheit bzw. Reaktionsgefäßeinheit 7 aus dem Aufnahmebereich 6 des Rotors 2 durch die Be- und Entladeöffnung 19 wieder zurück auf den Balkon 18 geschoben werden. Am Balkon 18 kann die Reaktionsgefäßeinheit 7 beispielsweise mittels eines Roboters entnommen werden.

[0046] Die untere Schale 10 weist eine Rinne 22 auf, welche etwa parallel zur Rotationsachse 5 verläuft. Die Rinne 22 erstreckt sich von der rückseitigen Stirnwandung 13 bis in den Bereich zur vorderseitigen Stirnwandung 12, wobei sie nach vorne hin geneigt bzw. abfallend ausgebildet ist (Figur 4a). An der Vorderseite der unteren Schale 10 ist eine Auslassöffnung 23 ausgebildet, an welcher die Rinne 22 mündet. An der Auslassöffnung 23 ist ein Anschlusszapfen 24 angeordnet, an dem ein Schlauch 25 angeschlossen werden kann. Der Schlauch 25 mündet in der Regel in einem Aufnahmebehälter (nicht dargestellt), in dem die Flüssigkeiten aufgenommen werden, welche in der Zentrifuge 1 aus den Reaktionsgefäßen der Reaktionsgefäßeinheit 7 herausgeschleudert werden. Der Behälter weist vorzugsweise eine Belüftungsöffnung auf oder der Schlauch durchgreift mit etwas Spiel den Behälter, so dass aus der Zentrifuge durch den Schlauch 25 auslaufende Flüssigkeit keinen Gegendruck im Behälter erzeugt.

[0047] Die untere Schale 10 weist angrenzend an der Rinne 22 Innenflächen auf, welche sich von einem oberen Rand der Rinne 22 jeweils nach außen hin schräg ansteigend verlaufen (Fig. 2). Diese Innenflächen bilden somit einen Trichter 26 aus und werden im Folgenden als Trichterflächen 27 bezeichnet. Die Trichterflächen 27 sind mit einem Winkel von etwa 30° bis 60° gegenüber der Horizontalen geneigt. Im Wesentlichen ebenflächig bedeutet, dass die Trichterflächen einen Krümmungsradius von mehr als 0,5 m und vorzugsweise mehr als 1 m aufweisen. Die Trichterflächen 27 erstrecken sich beim vorliegenden Ausführungsbeispiel seitlich in Richtung über den Bereich des Rotors 2 hinaus, selbst wenn er sich in seiner horizontalen Stellung befindet.

[0048] Vom äußeren Rand des Trichters 26 bzw. der Trichterflächen 27 erstrecken sich die Innenflächen der unteren Schale 10 etwa vertikal nach oben. Sie bilden somit Vertikalfächen 28.

[0049] Am oberen Rand der unteren Schale 10 ist die obere Schale 11 befestigt, welche eine rinnenförmige Form einer im Querschnitt halbkreisförmigen Form aufweist. Die Innenfläche der oberen Schale 11 geht bündig auf die Vertikalfäche 28 über. Der Querschnitt des Gehäuses 3 ist also nicht zylinderförmig, sondern weist nur im oberen Bereich der Schale 11 eine zylinderförmige Krümmung auf, wohingegen die untere Schale 10 im Querschnitt trichterförmig zuläuft und in der Rinne 22 endet. Die Rinne 22 ist von der trichterförmigen unteren Schale 10 nach unten etwas abgesetzt und weist zwei etwa vertikal angeordnete Seitenwände 37a, 37b auf. Die Rinne selbst ist mit einer Neigung ausgebildet, so

dass eine darin befindliche Flüssigkeit abläuft.

[0050] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die untere Schale 10 und die obere Schale 11 aus Metall ausgebildet. Die Innenflächen der unteren Schale 10 und der oberen Schale 11 sind mit einer glatten Kunststoffschicht beschichtet, so dass Flüssigkeiten, die aus den Reaktionsgefäßen der Reaktionsgefäßeinheiten 7 herausgeschleudert werden, schnell entlang der Innenflächen ablaufen, vom Trichter 26 zur Rinne 22 geführt werden und dort aus dem Rotorraum 9 austreten. Die Kunststoffschicht ist aus PTFE ausgebildet.

[0051] Der obere Rand der Rinne 22 ist von der Rotationsachse 5 zumindest mit dem 1,32-fachen des maximalen Radius des Rotors 2 beabstandet. Hierdurch ist im Trichter 26 ein Freiraum gebildet, der nicht vom Rotor 2 bei einer Umdrehung berührt wird. In diesem Freiraum kann sich Flüssigkeit ansammeln. In Figur 2 ist ein maximales Niveau 29 der Flüssigkeit eingezeichnet, die sich im Trichter 26 ansammeln kann, ohne dass sie in Kontakt mit dem Rotor kommt. Hierdurch ist es möglich, bei großvolumigen Reaktionsgefäßen einer Reaktionsgefäßeinheit 7 den Hauptteil der darin befindlichen Flüssigkeit auf einmal auszuleeren, diesen im Trichter 26 zu sammeln, so dass er allmählich durch die Auslassöffnung 23 abfließen kann.

[0052] Weiterhin ist aufgrund des großen Abstandes der Rinne 22 vom Rotor und den damit großen Querschnitt eine durch den Rotor beim Drehen erzeugte Luftströmung in diesem Bereich am geringsten, so dass sich Flüssigkeit am Boden des Trichters, d.h. in der Rinne 22, absetzen kann und aus der Rinne 22 durch die Auslassöffnung 23 ausfließt. Aufgrund der geringen Strömungsgeschwindigkeit ist die Gefahr auch gering, dass Flüssigkeiten, welche sich im trichterförmigen Bereich benachbart zur Rinne 22 befinden, von der Luftströmung nach oben getrieben werden.

[0053] Da die Rinne durch etwa vertikale Seitenwände 37a, 37b begrenzt ist, kann selbst, wenn eine Luftströmung in Drehrichtung 38 erzeugt wird, diese die Flüssigkeit nicht mehr aus der Rinne treiben. Eine einmal in der Rinne 22 befindliche Flüssigkeit ist somit darin gefangen und kann nur durch die Auslassöffnung 23 austreten. Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel kann eine Luftströmung an der Seitenwandung 37a anschlagen, welche in Drehrichtung 38 des Rotors nachfolgend in der Rinne 22 angeordnet ist. Aber da die Seitenwand 37a in etwa senkrecht zur Strömungsrichtung steht, kann die in der Rinne befindliche Flüssigkeit nicht mehr zurück in den Rotorraum getrieben werden. Grundsätzlich genügt eine Rinne mit einer etwa vertikalen Seitenwandung an der in Drehrichtung 38 nachfolgenden Seite der Rinne 22. Fertigungstechnisch ist es jedoch zweckmäßig, eine Rinne mit zwei etwa vertikalen Seitenwandungen 37a, 37b herzustellen.

[0054] Durch diese Ausbildung des Trichters 26 und der Rinne 22 erübrigt sich die Verwendung einer Absaugpumpe.

[0055] Die Dispensiereinheit 30, die auch als Dispen-

sierkopf bezeichnet werden kann, weist mehrere der Dispensierdüsen 31 auf, welche entlang einer geraden Linie angeordnet sind und mit ihren Öffnungen nach unten zeigen. Die Dispensiereinheit 30 ist mit einer Reagenzienleitung 32 verbunden, über welche der Dispensiereinheit 30 Reagenzien zugeführt werden, die dann verteilt über die einzelnen Dispensierdüsen 31 nach unten ausgegeben werden. Die Dispensiereinheit hat grundsätzlich die aus der WO 2018/234420 A1 bekannte Funktion, dass Reaktionsgefäße einer Reaktionsgefäßeinheit 7 mit Reagenzien gefüllt werden können, wenn die Reaktionsgefäßeinheit 7 mittels der Beladungs- und Entladungseinrichtung 8 an der Dispensiereinheit 30 vorbei bewegt wird.

[0056] Beim ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung (Figur 4a) ist der Balkon 18 im Bereich unterhalb der Dispensiereinheit 30 mit einer nach oben offenen Rinne 33 ausgebildet, in welcher die von den Dispensierdüsen 31 abgegebenen Reagenzien aufgefangen werden, wenn unterhalb der Dispensierdüsen 31 keine Reaktionsgefäßeinheit 7 angeordnet ist, wie es in Figur 4a gezeigt ist. Die Rinne 33 ist mit einem Sammelschlauch 34 kommunizierend verbunden, so dass die in der Rinne 33 gesammelten Reagenzien über den Sammelschlauch 34 abfließen. Der Sammelschlauch 34 mündet an einer Verzweigung 35 in den Schlauch 25. Bezüglich des Rotorraums 9 bildet ausgehend von der Verzweigung 35 der Sammelschlauch eine Zulaufleitung und der Schlauch 25 eine Ablaufleitung zum Abführen von Flüssigkeiten aus dem Rotorraum 9. Im Schlauch 25 ist stromabwärts von der Verzweigung 35 ein Sperrelement 36 angeordnet, mit welchem der Durchgang des Schlauches 25 abgesperrt werden kann. Das Sperrelement 36 kann ein vorzugsweise elektrisch betätigbares Ventil sein, um den Durchgang des Schlauches zu öffnen bzw. zu schließen. Das Sperrelement kann auch eine Schlauchklemme sein, welche beispielsweise mit einem Aktuator oder mittels eines Exzenters geöffnet bzw. geschlossen werden kann.

[0057] Sperrt das Sperrelement 36 den Durchgang des Schlauches 25 und wird mit der Dispensiereinheit 30 über den Sammelschlauch 34 eine Reinigungslösung zugeführt, dann fließt die Reinigungslösung über den Schlauch 25 und die Auslassöffnung 23 in den Rotorraum 9. Die Auslassöffnung 23 dient dann als Zulauf für die Reinigungslösung. Grundsätzlich wäre es möglich, Reinigungslösung bis zum Niveau der Oberseite des Balkons 18 dem Rotorraum 9 zuzuführen. Es ist jedoch zweckmäßig, die Kugellager 14 der Welle 15 nicht mit Reinigungslösung zu fluten. Der Rotorraum 9 wird bis über das Niveau 29 (Figur 2) mit Reinigungslösung gefüllt, so dass beim Drehen des Rotors 2 dieser in die Reinigungslösung eintaucht und einen Teil der Reinigungslösung mitnimmt und im Rotorraum 9 verteilt. In der Praxis hat sich gezeigt, dass der Rotorraum 9 bis zu einem Niveau 43 zumindest gefüllt wird, wie es Figur 2 gezeigt ist. Das Niveau 43 liegt etwa um 5% des Radius des Rotors 2 und vorzugsweise um zumindest 10% des

Radius des Rotors 2 oberhalb des Niveaus 29, das bei einer Drehung des Rotors 2 gerade nicht berührt wird.

[0058] Durch Drehen des Rotors 2 wird die Reinigungslösung im Rotorraum 9 verteilt, so dass alle Stellen des Rotorraums 9 mit der Reinigungslösung in Berührung kommen.

[0059] Während des Verteilens der Reinigungslösung durch Drehen des Rotors 2 kann weiterhin über die Dispensiereinheit 30 Reinigungslösung nachgefordert werden, um das Absenken des Niveaus der Reinigungslösung zu verlangsamen oder zu vermeiden.

[0060] Ist die Reinigungslösung ausreichend im Rotorraum 9 verteilt, dann kann eine vorbestimmte Zeitdauer abgewartet werden, damit die Reinigungslösung die Verunreinigungen aufnehmen kann. Hierbei kann die Drehung des Rotors eingestellt werden oder der Rotor wird weitergedreht, um durch den Luftzug eine kontinuierliche Verwirbelung der Reinigungslösung im Rotorraum zu bewirken.

[0061] Ist dieser Reinigungsschritt beendet, dann wird das Sperrelement 36 geöffnet, so dass die Reinigungslösung durch die Auslassöffnung 23 abläuft. Dies kann durch ein weiteres Drehen mit dem Rotor unterstützt werden, so dass die Reinigungslösung in die Rinne 22 getrieben wird.

[0062] Dieses Reinigungsverfahren des Rotorraums 9 kann vollautomatisch ausgeführt werden und wird von der zentralen Steuereinrichtung gesteuert.

[0063] Als Reinigungslösung wird vorzugsweise eine nicht-schäumende Reinigungslösung, wie zum Beispiel Formaldehyd oder Paraformaldehyd verwendet, mit welcher der vollständige Rotorraum 9 zuverlässig desinfiziert werden kann.

[0064] Bei biologischen Proben, insbesondere Bakterien enthaltenden Proben, ist es jedoch vorteilhaft, wenn die Reinigungslösung Tenside enthält, welche zu einem Aufschäumen der Reinigungslösung beim Drehen des Rotors führen. Ein Aufschäumen der Reinigungslösung bewirkt eine sehr schnelle und gleichmäßige Verteilung der Reinigungslösung im Rotorraum 9, weshalb die Drehgeschwindigkeit und/oder Dauer, mit welcher der Rotor im Rotorraum 9 gedreht wird, gegenüber dem Verteilen von nicht-schäumender Reinigungslösung wesentlich reduziert werden kann bzw. werden soll. Um die aufgeschäumte Reinigungslösung wieder vollständig aus dem Rotorraum 9 zu entfernen, wird über die Dispensiereinheit 30 und den Sammelschlauch 34 eine einen Schaum abbauende Lösung dem Rotorraum 9 zugeführt und durch Drehen des Rotors 2 verteilt. Hierdurch fällt der Schaum im Rotorraum 9 zusammen und die Reinigungslösung fließt zusammen mit der den Schaum abbauenden Lösung aus dem Rotorraum 9 ab. Eine solche, einen Schaum abbauende Lösung, kann zum Beispiel Alkohol enthalten. Eine alkoholhaltige Lösung hat zudem den Vorteil, dass sie sehr schnell verdampft und der Rotorraum 9 hierdurch entsprechend schnell trocknet.

[0065] Ein zweites Ausführungsbeispiel der Zentrifuge 1 (Figur 4b) ist im Wesentlichen genauso wie das erste

Ausführungsbeispiel ausgebildet, sofern nachfolgend nichts anderes erläutert ist, weshalb gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind und nicht nochmals erläutert werden. Das zweite Ausführungsbeispiel muss keine Dispensiereinheit aufweisen. An der rückseitigen Stirnwandung 13 ist im Bereich oberhalb der Welle 15 eine Zuführöffnung 39 ausgebildet, die mit der Reagenzienleitung 32 verbunden ist und im Rotorraum 9 mündet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist in der Zuführöffnung 39 eine Zerstäubungsdüse 40 angeordnet, mit welcher über die Reagenzienleitung 32 zugeführte Reagenzien in den Rotorraum 9 zerstäubt werden. Durch Zuführen einer Reinigungslösung über die Zuführöffnung 39 wird diese in den Rotorraum 9 eingetragen und durch die Zerstäubungsdüse 40 zu einem Nebel zerstäubt, welcher durch Drehen des Rotors 2 gleichmäßig im Rotorraum 9 verteilt wird. Ein Teil der Reinigungslösung setzt sich in der Rinne 22 ab und läuft über die Auslassöffnung 23 und den Schlauch 25 aus dem Rotorraum 9 ab. Hierdurch kann kontinuierlich Reinigungslösung im Rotorraum 9 umgewälzt und abgeführt werden, um Kontaminationen aus dem Rotorraum 9 zu entfernen. Im Schlauch 25 kann optional ein Sperrelement 36 vorgesehen sein, um den Durchgang des Schlauches 25 abzusperren und Reinigungslösung im Rotorraum 9 zurückzuhalten.

[0066] Es kann auch zweckmäßig sein, während des Reinigungsprozesses den Rotor abwechselnd in unterschiedliche Drehrichtungen zu drehen, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Reinigungslösung im Rotorraum zu erzielen.

[0067] Grundsätzlich ist es auch möglich, keine Zerstäubungsdüse 40 in der Zuführöffnung 39 anzuordnen. Dies hängt von den Dimensionen des Rotorraums, des Rotors und des hierdurch erzeugten Luftstroms während des Drehens des Rotors ab. So kann alleine durch das Drehen des Rotors und des hierdurch erzeugten Luftstromes eine ausreichende Verteilung der Reinigungslösung ohne die Notwendigkeit von Zerstäubungsdüsen erzielt werden. Andererseits kann es auch zweckmäßig sein, mehrere Zuführöffnungen 39, insbesondere auch an der oberen Schale 11 vorzusehen, um eine gleichmäßige Verteilung über die gesamte Breite des Rotorraums 9 in Richtung der Rotationsachse 5 zu erzielen.

[0068] Es kann auch eine Druckdüse in die Zuführöffnung(en) 39 eingesetzt sein. Eine Druckdüse ist eine Düse, die öffnet, wenn die Reinigungslösung mit einem vorbestimmten Druck der Düse zugeführt wird. So kann der Zeitpunkt der Zuführung von Reinigungslösung in den Rotorraum exakt gesteuert werden. Die Druckdüse kann zugleich eine Zerstäubungsdüse sein.

[0069] Weiterhin kann auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, wenn in dem Schlauch 25 das Sperrelement 36 vorgesehen ist, über die Zuführöffnung 39 so viel Reinigungslösung in den Rotorraum 9 eingeführt werden, bis ein Füllstand entsprechend dem Niveau 43 aus Figur 2 erreicht wird. Dann kann durch Drehen des Rotors, wie es oben anhand des ersten Ausführungsbei-

spiels erläutert ist, die Reinigungslösung im Rotorraum 9 gleichmäßig verteilt werden.

[0070] Weiterhin kann das zweite Ausführungsbeispiel dahingehend abgewandelt werden, dass der Schlauch 25 zu einem Siphon 41 geformt ist (Figur 4b), d.h., dass der Schlauch 25 von der Auslassöffnung 23 ein Stück nach oben geführt wird und dann nach unten umgelenkt wird, so dass Flüssigkeit, die in den Schlauch 25 fließt, den Siphon nur überwindet, wenn der Flüssigkeitsstand im Rotorraum 9 die Höhe des Siphons erreicht hat. Bei einer solchen Anordnung des Schlauches 25 muss im Schlauch 25 entweder eine Absaugpumpe 42 vorgesehen sein, um bei Bedarf die Flüssigkeit aus dem Rotorraum 9 vollständig über den Siphon 41 hinweg abzusaugen oder es kann ein Hubmechanismus vorgesehen sein, der den Schlauch 25 derart absenkt, dass der Siphon 41 aufgehoben wird und die im Schlauch 25 enthaltene Flüssigkeit allein aufgrund der Schwerkraft abfließt.

[0071] Auch beim zweiten Ausführungsbeispiel können nicht-schäumende Reinigungslösungen oder schäumende Reinigungslösungen zugeführt werden. Falls schäumende Reinigungslösungen verwendet werden, ist es zweckmäßig, genauso wie beim ersten Ausführungsbeispiel, eine einen Schaum abbauende Lösung dem Rotorraum 9 zuzuführen, um die schäumende Reinigungslösung aus dem Rotorraum 9 zu entfernen.

[0072] Die obigen Ausführungsbeispiele und Abwandlungen zeigen, dass die Reinigungslösung bzw. die Reinigungslösungen auf unterschiedliche Art und Weise zu bzw. aus dem Rotorraum 9 abgeführt werden können, um den Rotorraum 9 zu reinigen. Gemeinsam ist allen Ausführungsbeispielen und Varianten, dass der Rotor 2, der in der Zentrifuge 1 von Haus aus vorhanden ist, dazu verwendet wird, die Reinigungslösung gleichmäßig im Rotorraum 9 zu verteilen. Die Drehgeschwindigkeit und die Dauer, mit welcher der Rotor 2 gedreht wird, ist an die Geometrie des Rotorinnenraums 9 und des Verhaltens der Reinigungslösung entsprechend anzupassen. Hierbei kann es insbesondere zweckmäßig (unabhängig von der baulichen Gestaltung der Zentrifuge) sein, den Rotor 2 zumindest einmal im Uhrzeigersinn und zumindest einmal entgegen dem Uhrzeigersinn zu drehen, um eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Reinigungslösung im Rotorraum 9 zu erhalten. Werden eine oder mehrere Zerstäubungsdüsen 40 eingesetzt, dann ist es zweckmäßig, die Reinigungslösung unter Druck zuzuführen, so dass die Zerstäubungsdüsen 40 eine effiziente Zerstäubung der Reinigungslösung bewirken.

[0073] Das Zuführen und gleichmäßige Verteilen sowie das Entfernen der Reinigungslösung aus dem Rotorraum 9 kann vollautomatisch durchgeführt werden. Hierdurch kann die Zentrifuge 1 in einem automatischen Produktionsprozess vorgesehen werden, in dem wiederholt viele Reaktionsgefäßeinheiten 7 gereinigt werden, wobei auf Dauer sichergestellt ist, dass keine Kontamination von einer Reaktionsgefäßeinheit 7 auf eine andere Reaktionsgefäßeinheit 7 auftritt. Die Intervalle der Rei-

nigungsvorgänge des Rotorraums 9 sind an die Menge und die Reaktivität der in den Reaktionsgefäßeinheiten 7 enthaltenen Reagenzien entsprechend anzupassen. Ein solcher Reinigungsvorgang kann beispielsweise in einem Intervall von nicht mehr als 10 Minuten bzw. nicht mehr als 60 Minuten durchgeführt werden. Bei weniger reaktiven Reagenzien und geringen Mengen kann es jedoch auch zweckmäßig sein, lediglich einmal am Tag einen solchen Reinigungsvorgang durchzuführen.

[0074] Mit dem Reinigungsverfahren kann eine vollständige Desinfektion des Innenraums erfolgen und eine Kontamination beispielsweise durch Viren, Bakterien oder anderen infektiösen Agenzien zuverlässig verhindern.

[0075] Weiterhin können bei DNA-enthaltenden Proben Agenzien als Lösungsmittel verwendet werden, die Nukleinsäuren zerstören und damit Kontaminationen ausschließen. Diese Agenzien sind beispielsweise Perchlorat, starke Oxidationsmittel und/oder Enzyme wie z.B. DNAsen.

[0076] Falls eine unvorhergesehene Kontamination des Rotorraums 9 stattfindet, wie zum Beispiel durch ein Zerbersten einer Reaktionsgefäßeinheit 7 beim Ausschleudern, kann das System vollständig gereinigt werden, ohne dass der Innenraum oder das Gerät geöffnet werden muss.

[0077] Die Erfindung kann folgendermaßen kurz zusammengefasst werden:

Die Erfindung betrifft eine Zentrifuge 1 zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit 7 sowie ein Verfahren zum Reinigen einer solchen Zentrifuge 1. Die Zentrifuge 1 weist einen Rotor 2 und einen Rotorraum 9 auf, in welchem der Rotor 2 angeordnet und drehbar gelagert ist, wobei der Rotor 2 einen Aufnahmebereich 6 zum Aufnehmen der Reaktionsgefäßeinheit 7 aufweist. Der Rotorraum 9 ist von einem Gehäuse 3 begrenzt, wobei das Gehäuse 3 einen Ablauf aufweist, um aus den Reaktionsgefäßen ausgetragene Flüssigkeit abzuführen und mit einem Zulauf versehen ist, um den Rotorraum 9 mit einer Reinigungslösung derart zu füllen, dass beim Drehen des Rotors 2 dieser zumindest teilweise in die Reinigungslösung eintaucht und diese im Rotorraum 9 verteilt und/oder der Zulauf so ausgebildet ist, dass die Reinigungslösung beim Zuführen durch den sich drehenden Rotor 2 im Rotorraum 9 verteilt wird.

[0078] Im folgenden sind Beispiele für den erfindungsgemäßen Gebrauch der Zentrifuge aufgeführt.

1. Verfahren zum Reinigen einer Zentrifuge (1) zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit (7), wobei die Zentrifuge (1) einen Rotor (2) und einen Rotorraum (9) aufweist, in welchem der Rotor (2) angeordnet und drehbar gelagert ist, wobei der Rotor (2) einen Aufnahmebereich (6) zum Aufnehmen der Reaktionsgefäßeinheit (7) aufweist, wobei die Rotationsachse (5) des Rotors (2) parallel zu einer Standfläche (16) verläuft, und folgende Schritte ausgeführt werden:

- der Rotorraum (9) wird mit einer Reinigungslösung entweder mindestens bis zu einem vorbestimmten Niveau (43) gefüllt, so dass beim Drehen des Rotors (2) dieser zumindest teilweise in die Reinigungslösung eintaucht, und/oder die Reinigungslösung wird dem Rotorraum (9) so zugeführt, dass sie entweder mit dem Rotor (2) in Kontakt kommen kann und/oder in den Rotorraum (9) zerstäubt wird,
- der Rotor (2) wird gedreht, wodurch die Reinigungslösung im Rotorraum (9) verteilt wird, und
- die Reinigungslösung wird aus dem Rotorraum (9) entfernt.

2. Verfahren nach Beispiel 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungslösung eine nicht schäumende Reinigungslösung ist, welche bspw. Formaldehyd oder Paraformaldehyd enthält.

3. Verfahren nach Beispiel 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Reinigungslösung eine schäumende Reinigungslösung, insbesondere Tenside enthaltende Reinigungslösung ist, und zum Entfernen der Reinigungslösung eine einen Schaum abbauende Lösung dem Rotorraum (9) zugeführt wird, welche bspw. Alkohol enthält.

4. Verfahren nach Beispiel 3, dadurch gekennzeichnet, dass während oder nach dem Zuführen der einen Schaum abbauenden Lösung der Rotor (2) gedreht wird, um die einen Schaum abbauende Lösung im Rotorraum (9) zu verteilen.

5. Verfahren nach einem der Beispiele 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zentrifuge (1) nach dem Ansprüchen 1 bis 8 verwendet wird.

Bezugszeichenliste

[0079]

- | | |
|-----|--------------------------------------|
| 1 | Zentrifuge |
| 2 | Rotor |
| 3 | Gehäuse |
| 4 | Antriebseinrichtung |
| 5 | Rotationsachse |
| 6 | Aufnahmebereich |
| 7 | Reaktionsgefäßeinheit |
| 8 | Beladungs- und Entladungseinrichtung |
| 9 | Rotorraum |
| 10 | untere Schale |
| 10a | untere Schale |
| 11 | obere Schale |
| 11a | obere Schale |

12	vorderseitige Stirnwandung
12a	vorderseitige Stirnwandung
13	rückseitige Stirnwandung
13a	rückseitige Stirnwandung
14	Kugellager
15	Welle
16	Standfläche
17	Rotorkammer
18	Balkon
19	Be- und Entlüftungsöffnung
20	Tür
21	Durchgangsöffnung
22	Rinne
23	Auslassöffnung
24	Anschlusszapfen
25	Schlauch
26	Trichter
27	Trichterfläche
28	Vertikalfläche
29	Niveau
30	Dispensiereinheit
31	Dispensierdüse
32	Reagenzienleitung
33	Rinne
34	Sammelschlauch
35	Verzweigung
36	Sperrelement
37a	Seitenwand
37b	Seitenwand
38	Drehrichtung
39	Zuführöffnung
40	Zerstäubungsdüse
41	Siphon
42	Absaugpumpe
43	Niveau

rallel zu einer Standfläche (16) verläuft und wobei die Zentrifuge eine Steuereinrichtung aufweist, die derart ausgebildet ist, dass

- 5 - der Rotorraums (9) mit einer Reinigungslösung mindestens bis zu einem Niveau (43) befüllt wird, dass beim Drehen des Rotors (2) dieser zumindest teilweise in die Reinigungslösung eintaucht,
- 10 - Drehen des Rotors (2), wodurch die Reinigungslösung im Rotorraum (9) verteilt wird, und
- Entfernen der Reinigungslösung aus dem Rotorraum (9).

2. Zentrifuge (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ablauf des Gehäuses (3) auch den Zulauf bildet.

3. Zentrifuge (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Öffnung im Gehäuse (3), welche den Ablauf und den Zulauf bildet mit einer Fluidleitung verbunden ist, welche ein Zweigstelle aufweist und in eine Zulaufleitung und in eine Ablaufleitung verzweigt, wobei die Ablaufleitung zum Abführen eines Fluides und die Zulaufleitung zum Zuführen eines Fluides ausgebildet ist, und die Ablaufleitung ein Sperrelement (36) zum Sperren der Ablaufleitung aufweist.

4. Zentrifuge (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zulaufleitung fluidisch an eine in der Zentrifuge (1) integrierten Dispensiereinrichtung gekoppelt ist, so dass mittels der Dispensiereinrichtung der Zulaufleitung eine Reinigungslösung zuführbar ist.

Patentansprüche

1. Zentrifuge (1) zum Reinigen einer Reaktionsgefäßeinheit (7) mit einem Rotor (2) und einem Rotorraum (9), in welchem der Rotor (2) angeordnet und drehbar gelagert ist, wobei der Rotor (2) einen Aufnahmebereich (6) zum Aufnehmen der Reaktionsgefäßeinheit (7) aufweist, und

der Rotorraum (9) von einem Gehäuse (3) begrenzt ist, wobei das Gehäuse (3) einen Ablauf aufweist, um aus den Reaktionsgefäßen ausge-
tragene Flüssigkeit abzuführen und mit einem
Zulauf versehen ist, um den Rotorraum (9) mit
einer Reinigungslösung derart zuzuführen,
dass die Reinigungslösung durch Drehen des
Rotors (2) ohne Reaktionsgefäßeinheiten (7) im
Rotorraum (9) durch Kontakt mit dem Rotor (2)
verteilt wird,
so dass der Rotorraum (9) gereinigt wird,
wobei die Rotationsachse (5) des Rotors (2) pa-

5. Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ablauf eine Saugpumpe und einen Siphon (41) aufweist, wobei der Siphon (41) so ausgebildet ist, dass bei nicht betätigter Saugpumpe eine Flüssigkeit mit einem Füllstand unterhalb eines vorbestimmten Füllstandes im Rotorraum (9) verbleibt.

6. Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Füllstandsensor zum Detektieren des Füllstandes im Rotorraum (9) vorgesehen ist.

7. Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zulauf oberhalb einer Drehachse des Rotors (2) angeordnet ist, so dass beim Zuführen der Reinigungslösung diese in Kontakt mit dem Rotor (2) kommen kann.

8. Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zulauf eine oder mehrere Düsen aufweist,
um die Reinigungslösung in den Rotorraum (9) zu
Zerstäuben. 5
9. Zentrifuge (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
- dass** der Rotorraum (9) mit der Reinigungslö- 10
sung bis zu einem vorbestimmten Niveau gefüllt
wird, und
dass der Rotor (2) so ausgebildet ist, dass er
beim Drehen zumindest teilweise in die Reini-
gungslösung eintauchen und diese im Rotor- 15
raum (9) verteilt.

20

25

30

35

40

45

50

55

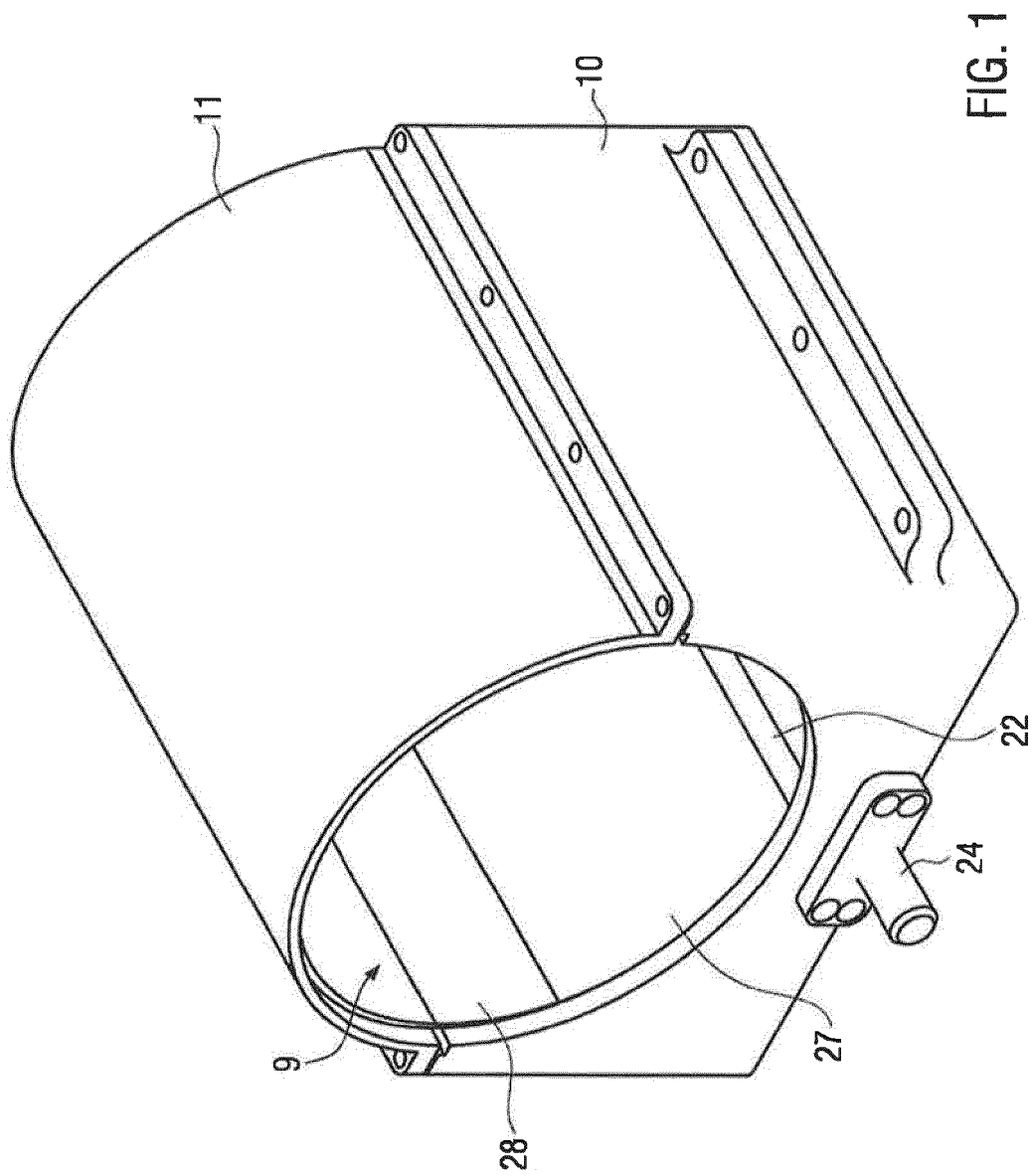


FIG. 1

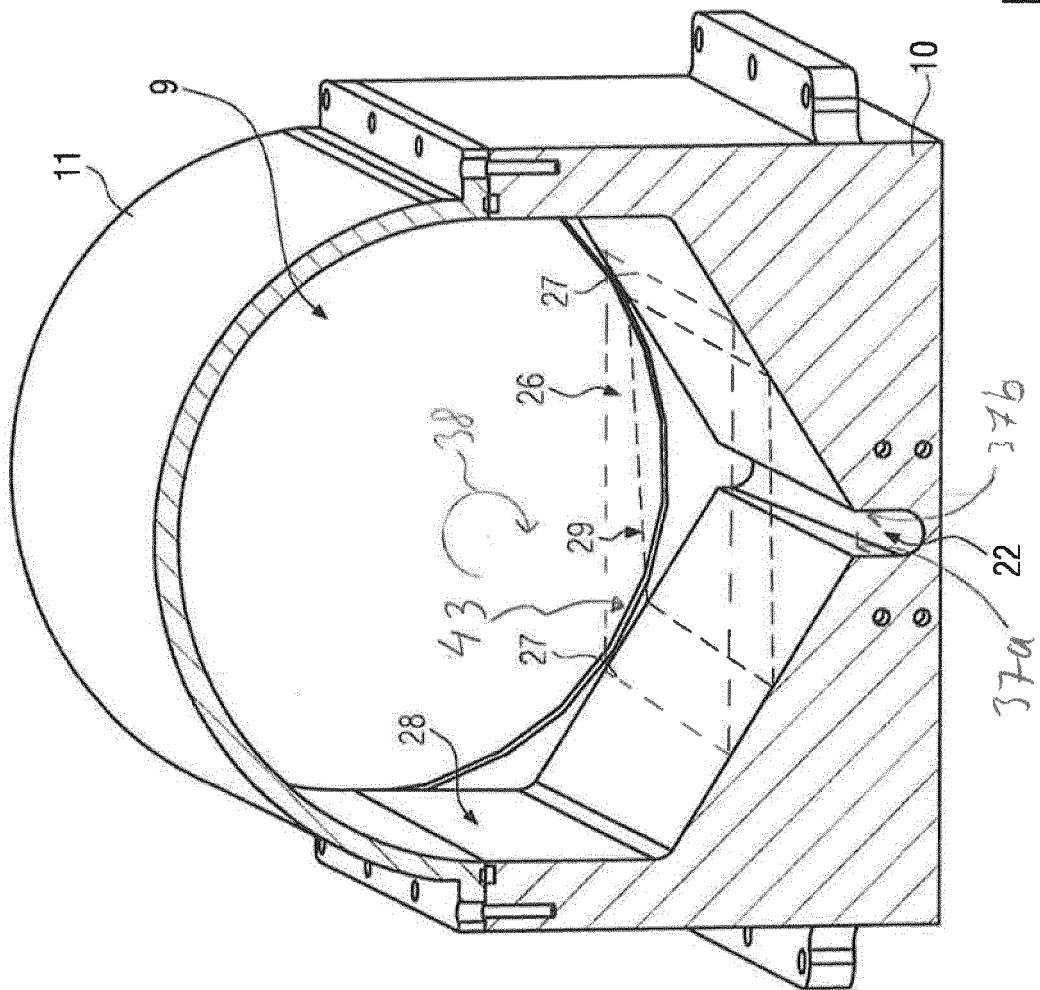


FIG. 2

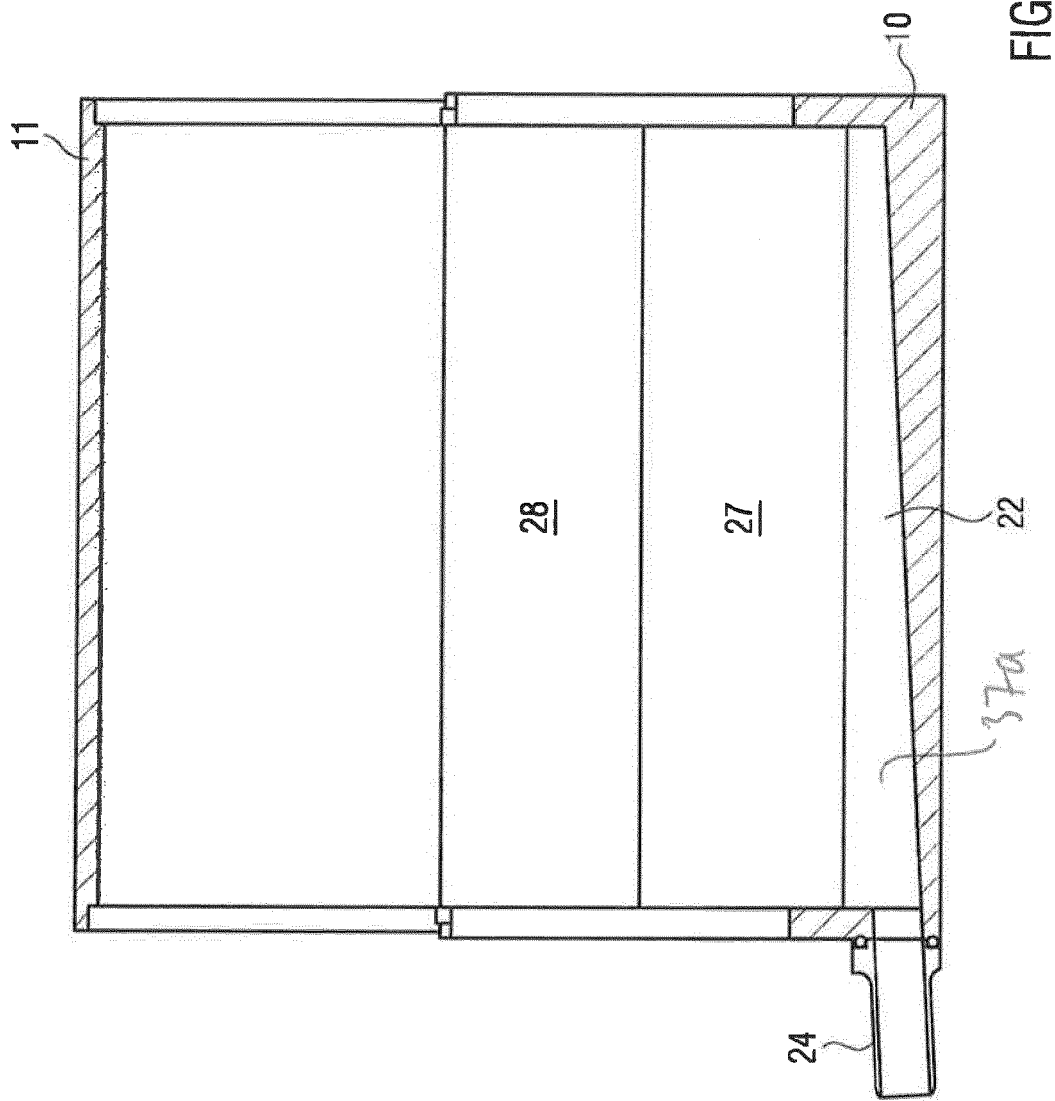
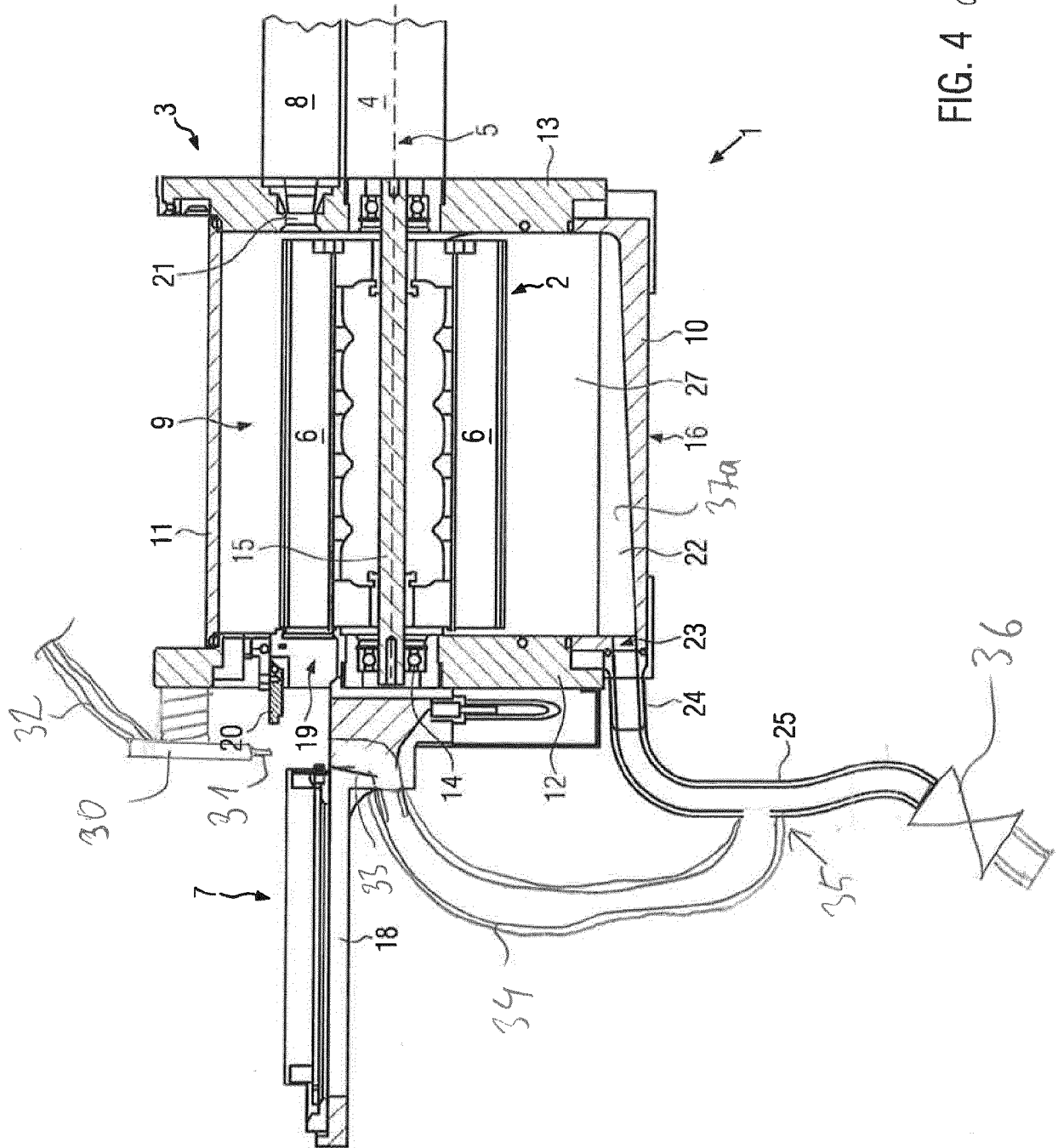
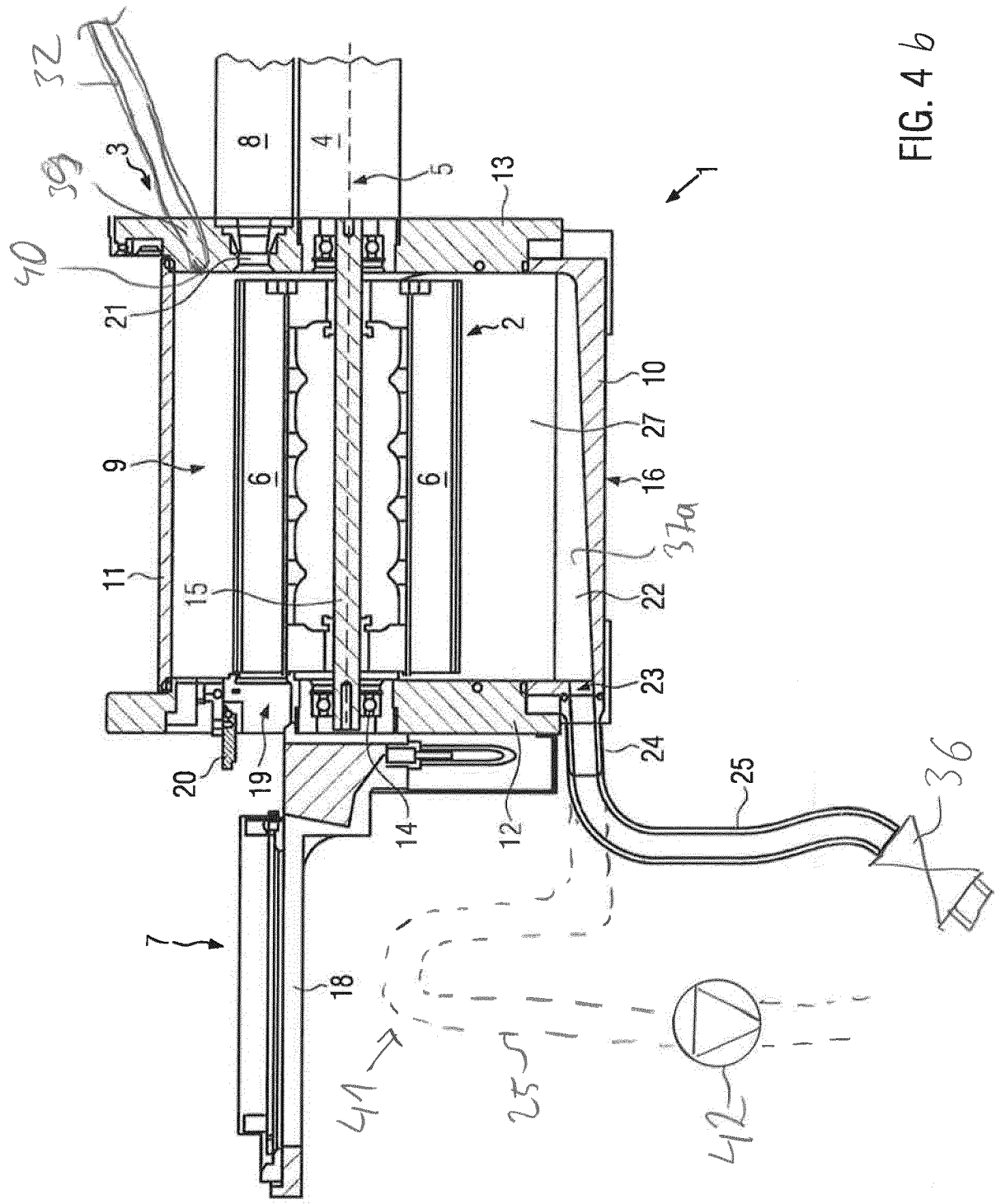


FIG. 3





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 937502 A2 **[0002]**
- WO 2015018878 A1 **[0003]**
- US 20070037684 A1 **[0004]**
- DE 10355179 A1 **[0004]**
- EP 2705903 A1 **[0004]**
- DE 2404036 **[0004]**
- WO 2018234420 A1 **[0005] [0055]**
- WO 2017125598 A1 **[0006]**
- CN 102175855 A **[0007]**
- US 4953575 A **[0008]**
- JP 2009264927 A **[0009]**
- JP 2007178355 A **[0010]**
- JP S5143967 U **[0011]**
- CN 113000230 A **[0012]**
- DE 102016101163 **[0038]**