

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

714 226 B1

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **F25D** 3/11 (2006.01)
B65G 1/04 (2006.01)
B65G 1/10 (2006.01)
F25D 25/02 (2006.01)

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01226/17

(22) Anmeldedatum: 05.10.2017

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2019

(24) Patent erteilt: 30.11.2021

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.11.2021

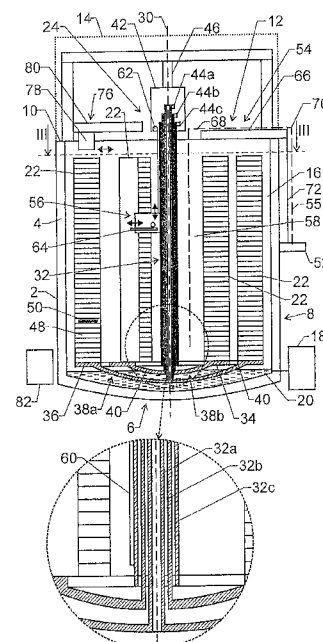
(73) Inhaber:
Liconic AG, Industriestrasse 12
9493 Mauren (LI)

(72) Erfinder:
Cosmas Malin, 9493 Mauren (LI)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) **Lagervorrichtung zum Lagern von Laborobjekten bei kryogenen Temperaturen.**

(57) Die Lagervorrichtung umfasst einen isolierten Behälter (2), der eine Kammer (16) umgibt. Eine Mehrzahl von Lagergestellen (22) werden innerhalb der Kammer (16) gehalten. Eine Transportanordnung (54) ist vorgesehen, um Objekte entlang eines Pfads (55) von innerhalb der Kammer (16) zu einer Transportstation (52) ausserhalb des Behälters (2) zu transportieren. Die Lagergestelle (22) sind in zwei oder mehreren Ringen angeordnet. Ein Regalverschiebegerät (76) ist vorgesehen, um die Lagergestelle zwischen den Ringen zu bewegen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Lagervorrichtung zur Lagerung von Laborobjekten bei kryogenen Temperaturen gemäss Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Unter dem Begriff „kryogene Temperaturen“ versteht man in diesem Zusammenhang Lagertemperaturen von -80°C oder niedriger, insbesondere in einem Bereich von -196°C bis -130°C, wie sie typischerweise durch die Verwendung von flüssigem Stickstoff als Kühlmedium erreicht werden.

Hintergrund

[0003] Die Lagerung von Laborobjekten bei kryogenen Temperaturen ist technisch anspruchsvoll und geeignete Geräte sind in der Regel teuer.

[0004] US 2014/0190977 beschreibt eine derartige Lagervorrichtung mit einer Mehrzahl von Behältern, die jeweils ein Karussell von Lagergestellen aufnehmen. Die zu lagernden Gegenstände werden in Regalen innerhalb der Lagergestelle gelagert. Um auf ein Objekt zuzugreifen, wird das Karussell gedreht, bis ein gewünschtes Gestell mit einer Öffnung im Deckel des Behälters registriert wird. Dann wird das Regal herausgezogen und ein Manipulator kann das Objekt daraus entnehmen.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe, die mit der vorliegenden Erfindung gelöst werden soll, ist die Bereitstellung einer effizienten Lagervorrichtung dieser Art.

[0006] Erfindungsgemäss wird dieses Problem durch eine Lagervorrichtung gemäss Anspruch 1 gelöst. Demgemäss umfasst die Lagervorrichtung Folgendes:

- Einen isolierten Behälter: Dieser Behälter bildet eine Lagerkammer zur Aufnahme der zu lagernden Objekte.
- Eine Kühlvorrichtung: Das Gerät ist in der Lage, die Lagerkammer auf kryogene Temperaturen zu kühlen.
- Eine Karussellanordnung, die in der Lagerkammer angeordnet ist: Dies ist eine drehbare Anordnung, die in der Lage ist, mindestens einen Teil der Lagergestelle (siehe unten) innerhalb der Kammer zu drehen.
- Eine Mehrzahl von Lagergestellen: Die Lagergestelle werden durch die Karussellanordnung innerhalb der Lagerkammer gehalten und in mehreren konzentrischen Ringen um einen zentralen Raum angeordnet. Jedes Lagergestell bildet eine Mehrzahl von übereinander angeordneten Lagerplätzen. Die Ringe der Lagergestelle sind konzentrisch zu einer Drehachse der Karussellanordnung, und sie umfassen einen innersten Ring, der der Drehachse am nächsten liegt, und mindestens einen äusseren Ring, der radial ausserhalb des innersten Rings angeordnet ist.
- Eine Transportstation, die ausserhalb des Behälters angeordnet ist: Diese Station bietet einen externen Ort, an dem auf die Objekte zugegriffen werden kann.
- Eine Transportanordnung zum Transportieren der Objekte zwischen mindestens einigen der Lagerplätze und der Transportstation: Diese Transportanordnung verfügt über einen Manipulator, der im zentralen Raum vertikal verschiebbar ist. Der Manipulator ist so aufgebaut und angepasst, dass er auf die Lagerplätze der Lagergestelle im innersten Ring zugreifen kann. Da er vertikal verschiebbar ist, kann er auf die verschiedenen Lagerplätze der einzelnen Regale im innersten Ring zugreifen.
- Ein Regalverschiebegerät: Dies ist eine Vorrichtung zum Bewegen ganzer Regale. Es ist ausgebildet und angepasst, einzelne Lagergestelle zwischen dem innersten Ring und dem mindestens einen äusseren Ring zu bewegen.

[0007] Das Regalverschiebegerät ermöglicht es, jedes Regal in eine Reichweite des Manipulators zu bewegen, d.h. der Manipulator muss nur auf die Lagerplätze der Regale im innersten Ring zugreifen können. Dadurch kann der Manipulator kompakter gebaut und damit die Raumnutzung des Lagerungsmediums verbessert werden.

[0008] Das Regalverschiebegerät ist vorteilhaft über der Kammer angeordnet und umfasst:

eine Zugvorrichtung, die angepasst und ausgebildet ist, in eines der Lagergestelle von oben einzugreifen und es anzuheben,

eine Verschiebevorrichtung zum Verschieben eines Lagergestells zwischen dem mindestens einen äusseren Ring und dem inneren Ring, während das Lagergestell durch die Zugvorrichtung angehoben wird.

[0009] Mit anderen Worten, das Regalverschiebegerät kann ein Lagergestell von einem der Ringe heben und dann zum anderen Ring bewegen, um es dort abzustellen. Diese Konstruktion ermöglicht es, das Regalverschiebegerät in den wärmeren Bereichen oben in der Kammer und im Behälter zu halten und reduziert so Probleme beim Betrieb seiner Mechanik bei sehr niedrigen Temperaturen.

[0010] Vorteilhafterweise ist die Zugvorrichtung so angepasst und ausgebildet, dass sie die Lagergestelle um nicht mehr als ein Zehntel der Höhe der Lagergestelle anhebt. Das heisst, die Lagergestelle werden nur leicht angehoben. Im Ge-

gensatz dazu benötigen Geräte, bei denen die Lagergestelle weit aus der Kammer herausgezogen werden, mehr Platz über der Kammer, wodurch das verfügbare Lagervolumen für eine bestimmte Stellfläche reduziert wird.

[0011] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Karussellanordnung mehrere Karussells zum unabhängigen Drehen von allen Ringen (26, 28) oder allen bis auf einen der Ringe (26, 28) sowie zum Drehen des Manipulators (56) um die Drehachse (30). Mit anderen Worten, entweder sind alle Ringe sowie der Manipulator unabhängig um die Drehachse drehbar, oder eine dieser Komponenten (z.B. einer der Ringe oder der Manipulator) kann stationär sein. Diese Konstruktion bietet genügend Freiheit, um alle diese Komponenten in einer gewünschten Winkelposition zueinander auszurichten.

[0012] In einer Ausführungsform umfasst die Karussellanordnung :

- Eine Mehrzahl von konzentrisch angeordneten Antriebselementen, die sich in dem zentralen Raum befinden: Jedes Antriebselement treibt eines der zu drehenden Karussells an.
- Eine Mehrzahl von Karussellantrieben, die oberhalb der Kammer angeordnet sind: Jeder Karussellantrieb greift in eines der Antriebselemente ein, um es um die Drehachse zu drehen.

[0013] Diese Konstruktion ermöglicht es, die Karussellantriebe in den wärmeren Bereichen oben in der Kammer und im Behälter zu platzieren und reduziert so Probleme beim Betrieb bei sehr niedrigen Temperaturen. Mit den Antriebselementen können dann die Rotationskräfte nach unten in die Kältekammer übertragen werden.

[0014] Insbesondere umfasst die Karussellanordnung:

- Mindestens einen ringförmigen Träger. Dieser Träger trägt die Lagergestelle eines der Ringe.
- Mindestens ein Verbindungselement: Dieses Verbindungselement ist unterhalb der Lagergestelle angeordnet und verbindet den ringförmigen Träger radial mit einem der Antriebselemente.

[0015] Dadurch können die Drehkräfte vom zentral angeordneten Antriebselement auf den ringförmigen Träger übertragen werden, ohne die Bewegung der Lagergestelle zu behindern.

[0016] Vorteilhafterweise umfasst die Vorrichtung folgendes:

- mehrere der ringförmigen Träger, die konzentrisch um die Drehachse angeordnet sind, und
- mehrere der Verbindungselemente, die in unterschiedlichen Höhen angeordnet sind.

[0017] In diesem Fall, um eine separate, individuelle Bewegung zu ermöglichen,

- ist der äusserste der ringförmigen Träger über das unterste der Verbindungselemente mit dem innersten der Antriebselemente verbunden; und
- ist der zweitäusserste der ringförmigen Träger über das zweitunterste der Verbindungselemente mit dem zweitinnersten der Antriebselemente verbunden.

[0018] Wenn es drei oder mehr der ringförmigen Träger gibt, sind das zugehörige Verbindungselement desto niedriger und das zugehörige Antriebselement desto weiter innen, je weiter aussen ein ringförmiger Träger ist.

[0019] Wenn der Manipulator ebenfalls drehbar ist, ist er vorteilhaft mit dem äussersten der Antriebselemente verbunden.

[0020] Vorzugsweise umfasst die Lagervorrichtung:

- Einen isolierten Behälter: Dieser Behälter bildet eine Lagerkammer zur Aufnahme der zu lagernden Objekte.
- Eine Kühlvorrichtung: Das Gerät ist in der Lage, die Lagerkammer auf kryogene Temperaturen zu kühlen.
- Eine Mehrzahl von Lagergestellen: Die Lagergestelle sind innerhalb der Lagerkammer angeordnet. Jedes Lagergestell bildet eine Mehrzahl von übereinander angeordneten Lagerplätzen.
- Eine Transportstation, die ausserhalb des Behälters angeordnet ist: Diese Station ist in einem Abstand vom oberen Rand des Behälters angeordnet. Vorteilhaft ist, dass dieser Abstand mindestens 30% der Gesamthöhe des Behälters beträgt.
- Eine Transportanordnung zum Transportieren der Objekte: Diese Transportanordnung ist angepasst und ausgebildet, Objekte zwischen den Lagerplätzen von mindestens einigen der Lagergestelle in der Kammer und der Transportstation zu transportieren, und zwar entlang eines Pfads, der von innerhalb der Kammer über einen oberen Rand des Behälters zur Transportstation führt. Die Transportanordnung umfasst einen Manipulator für den Zugriff auf die Objekte an den genannten Lagerungsarten.

[0021] Das heisst, beim Transport eines Objekts von einem Lagerplatz zur Transportstation wird es zunächst aus der Kammer gehoben, von wo es dann nach aussen, über den oberen Rand des Behälters und dann wieder nach unten bewegt wird. Ebenso wird beim Bewegen eines Objekts von der Transportstation zu einem der Lagerplätze zunächst das Objekt über den oberen Rand des Behälters gehoben und von dort radial nach innen und nach unten in die Kammer geführt.

[0022] Diese Gestaltung des Pfads ermöglicht es, den Behälter höher zu bauen und gleichzeitig die Transportstation in einer gut zugänglichen Höhe zu halten, was die Lagerdichte pro Bodenfläche erhöht. Die horizontale Bewegung der Objekte durch eine Tür in der Seitenwand des Behälters würde einen kürzeren Transportweg ermöglichen, aber die Verwendung des beanspruchten, indirekten Pfads vermeidet die mit einer solchen Seitentür verbundenen Probleme mit der Klimatisierung.

[0023] Die Lagervorrichtung kann ferner eine Bearbeitungsstation zum Bearbeiten von Objekten oberhalb der Lagergestelle oder sogar oberhalb der Lagerkammer umfassen. Der Manipulator ist so angepasst und ausgebildet, dass er auf die Bearbeitungsstation zugreift, so dass die Objekte leicht zwischen der Bearbeitungsstation und den Lagerplätzen transportiert werden können.

[0024] Die Lagervorrichtung kann auch eine horizontale Transportvorrichtung umfassen, die oberhalb der Kammer angeordnet ist, um Objekte zwischen einer Position vertikal oberhalb der Kammer und einer Position oberhalb und radial ausserhalb der Kammer zu bewegen. Der Manipulator ist angepasst und ausgebildet, auf die horizontale Transportvorrichtung zuzugreifen, d.h. Objekte direkt von der horizontalen Transportvorrichtung zu empfangen oder Objekte auf der horizontalen Transportvorrichtung zu platzieren. Auf diese Weise können Objekte problemlos zwischen der horizontalen Transportvorrichtung und den Lagerplätzen transportiert werden.

[0025] Die Lagervorrichtung der vorliegenden Erfindung eignet sich besonders für die Lagerung von Mikroti-₁₅ terplatten und/oder Reagenzglasgestellen, z.B. mit einer standardisierten SBS-Fläche von 127,75 × 85,48 mm.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] Weitere Ausführungsformen, Vorteile und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen vertikalen, schematischen Schnitt einer ersten Ausführungsform einer Lagervorrichtung entlang der Linie I-I der Fig. 3,
- Fig. 2 die Lagervorrichtung von Fig. 1, wobei eines der Lagergestelle in den inneren Ring bewegt ist,
- Fig. 3 einen horizontalen Schnitt entlang der Linie III-III von Fig. 1,
- Fig. 4 eine detailliertere Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer Lagervorrichtung,
- Fig. 5 eine Draufsicht auf die Vorrichtung von Fig. 4,
- Fig. 6 eine Ansicht einer dritten Ausführungsform einer Lagervorrichtung,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf die Lagervorrichtung von Fig. 6, und
- Fig. 8 einen vertikalen Schnitt der Lagervorrichtung von Fig. 6.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Definitionen:

[0027] Die Begriffe „axial“ und „radial“ werden in Bezug auf die Drehachse der Karussellanordnung verstanden. Somit bezieht sich „axial“ auf Richtungen parallel zur Drehachse, während „radial“ Richtungen senkrecht zur Drehachse bezeichnet, welche die Drehachse schneiden. Die Begriffe „innerer“, „äusserer“, „innerster“, „äusserster“ sind so zu verstehen, dass sie sich auf den Abstand eines Elements von der Drehachse des Karussells beziehen, wobei das innerste Element am nächsten an und das äusserste Element am weitesten entfernt von der Drehachse sind.

[0028] Der Begriff „Mehrzahl“ wird verwendet, um eine Menge grösser als eins zu beschreiben.

[0029] Grundlegender Aufbau der Vorrichtung, erste Ausführungsform:

Die Figs. 1 - 3 zeigen eine vereinfachte, teilweise schematische erste Ausführungsform der Lagervorrichtung. Sie ist für die Lagerung von Laborobjekten bei Lagertemperaturen von -80°C oder niedriger ausgelegt, insbesondere in einem Bereich von -196°C bis -130°C.

[0030] Die in den Figs. 1 - 3 dargestellte Vorrichtung ist der eigentliche Tieftemperaturteil einer Lagerungsanlage und kann z.B. in einer gekühlten äusseren Kammer, wie z.B. in der US 2014/0190977 beschrieben, platziert werden, wo die vorliegende Vorrichtung den darin dargestellten Behältern entsprechen würde.

[0031] Die Vorrichtung umfasst einen Behälter 2, der typischerweise ein doppelwandiger Behälter mit einer Vakuumisolierung 4 ist. Sie ist sowohl an ihrem Boden 6 als auch an ihren Seitenwänden 8 geschlossen und endet in einem oberen, ringförmigen Rand 10, der eine obere Öffnung 12 umgibt.

[0032] Eine Abdeckung 14 (nur in Fig. 1 in gestrichelten Linien dargestellt) kann auf die obere Öffnung 12 gesetzt werden und diese abdecken. Die Abdeckung 14 dient dazu, das Vereisen der Komponenten im Gerät zu verhindern und ein unkontrolliertes Austreten von Stickstoff zu vermeiden.

[0033] Das Innere des Behälters 2 bildet eine Lagerkammer 16 zur Aufnahme der Lagerobjekte. Eine Kühlvorrichtung 18 (schematisch nur in Fig. 1 dargestellt) ist für das Kühlen der Kammer 16 auf kryogene Temperaturen vorgesehen. Typischerweise sorgt die Kühlvorrichtung 18 für eine Lache 20 aus flüssigem Stickstoff am Boden der Kammer 16, die eine Temperatur von -196°C aufweist. Die Teile der Kammer über der Lache 20 sind etwas wärmer, z.B. zwischen -180°C am Boden der Kammer 16 und -130°C an der Oberseite.

[0034] Eine Mehrzahl von Lagergestellen 22 ist in der Kammer 16 angeordnet. Fig. 3 zeigt alle möglichen Positionen solcher Lagergestelle in gepunkteten oder durchgezogenen Linien, während die Fig. 1 und 2 aus Gründen der Einfachheit nur die Lagergestelle zeigen, die in Fig. 3 in durchgezogenen Linien dargestellt sind.

[0035] Die Lagergestelle 22 werden in der Kammer 16 mittels einer Karussellanordnung 24 gehalten und sind in Ringen angeordnet. Die Ausführungsform der Fig. 1 - 3 enthält zwei solcher Ringe, einen innersten Ring 26 und einen äusseren Ring 28 (Fig. 3).

[0036] Die Ringe 26, 28 sind konzentrisch zu einer Drehachse 30 der Karussellanordnung 24 (vgl. Fig. 1). Die Karussellanordnung 24 umfasst eine Mehrzahl von vertikal verlaufenden Antriebselementen 32. Die Anzahl der Antriebselemente ist gleich N oder N+1, wobei N die Anzahl der Ringe 26, 28 ist. Wie am besten in dem vergrösserten Ausschnitt von Fig. 1 zu sehen ist, weist die darin dargestellte Ausführungsform drei Antriebselemente 32a, 32b, 32c auf, die aus konzentrischen Rohren gebildet sind (wobei das innerste Antriebselement optional eine massive Stange ist).

[0037] Die Karussellanordnung 24 umfasst ferner mindestens einen ringförmigen Träger 34, 36, der die Lagergestelle 22 eines der Ringe 26, 28 trägt. In der hier gezeigten Ausführungsform gibt es zwei solche ringförmigen Träger 34, 36, d.h. eine für jeden Ring 26, 28.

[0038] Die ringförmigen Träger 34, 36 sind konzentrisch zur Drehachse 30 und tragen die Lagergestelle 22 der jeweiligen Ringe 26, 28.

[0039] Jeder ringförmige Träger 34, 36 ist mit einem der Antriebselemente 32 über ein Verbindungselement 38 verbunden.

[0040] Jedes Verbindungselement 38 umfasst vorteilhaft eine Mehrzahl von radialen Streben 40, die sich zwischen den ringförmigen Trägern 34, 36 und dem entsprechenden Antriebselement 32 erstrecken. In der Ausführungsform der Fig. 1 - 3 gibt es beispielsweise vier solcher Streben 40 für jedes Verbindungselement 38.

[0041] Die Verbindungselemente 38 befinden sich unterhalb der Lagergestelle 22.

[0042] Wie in Fig. 1 am besten zu sehen ist, ist der äussere ringförmige Träger 36 mit dem innersten Antriebselement 32a über das unterste Verbindungselement 38a verbunden. Der innerste ringförmige Träger 34 ist über das obere Verbindungselement 38b mit dem zweitinnersten Antriebselement 32b verbunden. Dadurch werden Kollisionen vermieden, wenn die ringförmigen Träger wie nachfolgend beschrieben gedreht werden.

[0043] Die Antriebselemente 32 erstrecken sich von unterhalb der Lagergestelle 22 bis nach oben und aus der Kammer 16 in eine Karussell-Antriebsanordnung 42. Karussell-Antriebsanordnung 42 umfasst eine Mehrzahl von Karussellantrieben 44a, 44b, 44c, nämlich einen für jedes Antriebselement 32.

Jeder Karussellantrieb 44a, 44b, 44c greift in eines der Antriebselemente 32a, 32b, 32c ein, um es um die Drehachse 30 zu drehen.

[0044] Somit können mittels der Karussellantriebe 44a, 44b, 44c, die Antriebselemente 32a, 32b, 32c und damit die ringförmigen Träger 34, 36 einzeln gedreht werden.

[0045] Die gesamte Karussellanordnung 24 ist vorteilhaft oberhalb der Kammer 16 aufgehängt, d.h. ein Grossteil ihres Gewichts, insbesondere mindestens 90 % ihres Gewichts, wird von einer oberhalb der Kammer 16 angeordneten Aufhängung 46 gehalten. Dadurch entfällt die Notwendigkeit von lasttragenden Stützen im kryogenen Bereich des Gerätes.

[0046] Jedes Lagergestell 22 umfasst eine Mehrzahl, vorteilhafterweise mindestens 20, insbesondere mindestens 40, Lagerplätze 48, z.B. gebildet durch Regale innerhalb der Lagergestelle. Die Lagerplätze können zur Lagerung der Objekte verwendet werden, entweder direkt oder innerhalb von Trägern. Ein solcher Träger 50 ist exemplarisch in Fig. 1 dargestellt.

[0047] Die Träger 50 können z.B. Reagenzglasgestelle sein, von denen jedes geeignet ist, eine Mehrzahl von Reagenzgläsern aufzunehmen.

[0048] Die Lagervorrichtung umfasst ferner eine Transportstation 52, die sich an der äusseren, vertikalen Wand des Behälters 2 befindet (nur in den Fig. 1 und 2 dargestellt). Die Transportstation 52 kann zum Austausch von Objekten mit einem umgebenden (manuellen oder automatisierten) Objektverarbeitungssystem verwendet werden. Vorteilhafterweise ist die Transportstation 52 in einem Abstand vom und unter dem oberen Rand 10 des Behälters 1 so angeordnet, dass sie leicht erreichbar ist.

[0049] Die Lagervorrichtung umfasst ferner eine Transportanordnung 54 zum Transportieren der Objekte (in ihren Trägern und/oder einzeln) zwischen den Lagerplätzen 50 und der Transportstation 52 entlang eines Pfads (schematisch dargestellt in Fig. 1 in einer gestrichelten Linie mit der Referenznummer 55). Der Pfad 55 führt von innerhalb der Kammer 16 über den oberen Rand 10 des Behälters 2 und von dort zur Transportstation 52.

[0050] Die Transportanordnung 54 umfasst einen Manipulator 56 zum Zugreifen auf die Objekte in den Lagerplätzen von mindestens einem Teil der in der Kammer 16 befindlichen Lagergestelle.

[0051] Der Manipulator 56 ist vertikal verschiebbar in einem zentralen Raum 58, der innerhalb des innersten Rings der Lagergestelle 22 gebildet ist, nämlich zwischen diesem innersten Ring der Lagergestelle 22 und den Antriebselementen 32.

[0052] In der Ausführungsform der Fig. 1 - 3 ist der Manipulator 56 an einer vertikalen Schiene 60 (siehe vergrößerter Abschnitt von Fig. 1) des äussersten Antriebselements 32c montiert und somit um die Drehachse 30 drehbar.

[0053] Ein vertikaler Antrieb 62 des Manipulators ist vorgesehen, vorteilhafterweise ausserhalb der Kammer 16, um den Manipulator 56 vertikal entlang der vertikalen Schiene 60 anzutreiben.

[0054] Der Manipulator 56 umfasst eine Schaufel oder einen Greifer 64, der horizontal in mindestens die Lagerplätze 48 der Lagergestelle am innersten Ring 26 ausfahrbar ist. Mit der Schaufel oder dem Greifer 64 können die einzelnen Objekte manipuliert, d.h. aus den Lagerplätzen 48 entnommen oder dort abgelegt werden.

[0055] Die Transportanordnung 54 umfasst ferner eine horizontale Transportvorrichtung 66, die oberhalb der Kammer 16 angeordnet ist, um Objekte zwischen einem inneren Transportpunkt 68 vertikal oberhalb der Kammer 16 und einem äusseren Transportpunkt 70 oberhalb und radial ausserhalb der Kammer 16 zu bewegen (siehe Fig. 1). Der Manipulator 56 kann bis zur Höhe des Transportpunktes 68 angehoben werden und kann auf diesen zugreifen, wodurch ein Transportieren von Objekten zwischen der horizontalen Transportvorrichtung 66 und dem Manipulator 56 ermöglicht wird.

[0056] Die Transportanordnung 54 umfasst ferner eine vertikale Transportvorrichtung 72, die entlang einer Aussenseite des Behälters 2 angeordnet ist. Sie umfasst einen Transportmechanismus zum Transportieren von Objekten zwischen dem äusseren Transportpunkt 70 der horizontalen Transportvorrichtung 66 und der Transportstation 52.

[0057] Wie bereits erwähnt, ist der Manipulator 56 zumindest in der Lage, auf die Lagerplätze 48 der Lagergestelle 22 des innersten Rings 26 zuzugreifen.

[0058] Um auf die Lagerplätze 48 der Lagergestelle 22 des/der äusseren Rings/e 28 zuzugreifen, ist im inneren Ring 26 ein Spalt 74 vorgesehen.

[0059] Es gibt zwei Möglichkeiten, über diesen Spalt 74 auf die Lagerplätze 48 der Lagergestelle des/der äusseren Rings/e 28 zuzugreifen:

- Der Manipulator 56 kann durch den Spalt 74 zu den Lagerplätzen der Lagergestelle 22 des äusseren Rings 28 greifen. In diesem Fall muss der Manipulator 56 in der Lage sein, mit der Schaufel oder dem Greifer 64 bis zum äusseren Ring 28 zu reichen.
- In einer zweiten Lösungsmöglichkeit, die in der hier gezeigten Vorrichtung verwirklicht ist, wird ein Regalverschiebegerät 76 verwendet, um einzelne Lagergestelle zwischen dem innersten Ring 26 und dem/den äusseren Ring(en) 28 zu bewegen. Dies wird im Folgenden näher erläutert.

[0060] Das Regalverschiebegerät 76 ist vorteilhaft über der Kammer 16 angeordnet. Es umfasst eine Zugvorrichtung 78 zum Eingriff in ein einzelnes Lagergestell 22 von oben und zum Anheben des Gestells. Zu diesem Zweck kann die Zugvorrichtung 78 mit einem Magneten oder einem Greifer ausgestattet werden, um den oberen Teil eines der Lagergestelle 22 zu greifen.

[0061] Weiterhin umfasst das Regalverschiebegerät 76 eine Verschiebevorrichtung 80, mit der ein Lagergestell zwischen dem äusseren Ring 28 und dem innersten Ring 26 verschoben werden kann, während es von der Zugvorrichtung 78 angehoben wird, d.h. während es sich in der angehobenen Position befindet.

[0062] Die Verschiebevorrichtung 80 umfasst z.B. eine Führungsschiene, an der die Zugvorrichtung 78 montiert ist, und sie umfasst ferner einen Antrieb zum Bewegen der Zugvorrichtung 78 entlang der Schiene.

[0063] Die Zugvorrichtung 78 kann mittels der Verschiebevorrichtung 80 aus einer Position vertikal über einem der äusseren Ringe 28 in eine Position vertikal über dem inneren Ring 26 bewegt werden. Somit ist sie in der Lage, ein Lagergestell 22 von einem dieser Ringe aufzunehmen. Dann wird sie in den anderen Ring verschoben, wo sie das Lagergestell wieder ablegen kann.

[0064] Die vertikale Bewegung der Lagergestelle 22 kann während eines solchen Vorgangs klein sein, z.B. einige Zentimeter. Sie muss ausreichen, die Gestelle von allen Auflagepunkten zu lösen, die sie auf ihrem ringförmigen Träger 34, 36 haben. Daher kann der über Kammer 16 benötigte Raum klein sein, viel kleiner als z.B. der in der Lagervorrichtung der US 2014/0190977, wo es notwendig ist, die Lagergestelle im Wesentlichen bis zum Anschlag aus der Kryokammer herauszuziehen, um zu den untersten Lagerplätzen zu gelangen.

[0065] Um also auf einen Lagerplatz 48 in einem der Lagergestelle 22 am äusseren Ring 28 zuzugreifen, werden die folgenden Schritte durchgeführt:

1. Der äussere Ring 28, der das gewünschte Lagergestell 22 umfasst, auf das zugegriffen werden soll, wird in Bezug auf den innersten Ring 26 gedreht, um das gewünschte Gestell 22 in die gleiche Winkelposition wie den Spalt 74 zu bringen.
2. Das Regalverschiebegerät 76 wird betätigt, um das gewünschte Lagergestell 22 in den Spalt 74 zu bewegen und vorteilhafterweise dort abzulegen.
3. Der Manipulator 56 wird in Bezug auf den innersten Ring 26 gedreht, um sich auf das gewünschte Lagergestell 22 auszurichten.
4. Der Manipulator 56 wird vertikal bewegt, um ihn auf die Höhe des zu erreichenden Lagerplatzes 48 zu bringen. Anschliessend kann der Manipulator 56 betätigt werden, um auf den Lagerplatz zuzugreifen.
5. Nach diesen Schritten kann bei Bedarf das gewünschte Lagergestell 22 (oder ein anderes Lagergestell am innersten Ring 26) wieder zum äusseren Ring 28 verschoben werden, um einen neuen Spalt 74 zu schaffen.

[0066] Diese Schritte können von einer entsprechend programmierten Steuereinheit 82 des Gerätes durchgeführt werden.

[0067] Es ist zu beachten, dass dieses Schema auch für eine Lagervorrichtung mit mehreren äusseren Ringen 28 verwendet werden kann, z.B. wie unten beschrieben. In diesem Fall muss auch ein Spalt oder mehrere Spalte in allen ausser dem äussersten Ring vorhanden sein.

Zweite Ausführungsform:

[0068] Die Figs. 4 und 5 zeigen eine zweite, detailliertere Ausführungsform der Lagervorrichtung. Wie die Ausführungsform der Figs. 1 - 3 umfasst sie einen Behälter 2 mit einem geschlossenen Boden und einer geschlossenen Seitenwand, die eine Lagerkammer 16 umgibt. Ein oberer Rand 10 des Behälters 2 umschliesst eine Öffnung 12. Die Oberseite des Behälters 2 kann wieder mit einer Abdeckung verschlossen werden (nicht dargestellt, ähnlich der Abdeckung 14 von Fig. 1).

[0069] Innerhalb der Kammer 16 werden die Lagergestelle 22 (von denen nur einige in den Figs. 4 und 5 dargestellt sind) entlang eines innersten Rings 26 auf einem innersten ringförmigen Träger 34 und entlang eines äusseren Rings 28 auf einem äusseren ringförmigen Träger 38 platziert.

[0070] Die beiden ringförmigen Träger 36, 38 sind wiederum über Verbindungselemente 38 mit den Antriebselementen 32 verbunden.

[0071] Über der Kammer 16 ist ein Regalverschiebegerät 76 angeordnet, um die Lagergestelle 22 radial zwischen den beiden Ringen 26, 28 zu bewegen.

[0072] Die Transportanordnung umfasst wiederum den Manipulator 56, der an einer Schiene entlang des äussersten Antriebselements 32c montiert und im zentralen Raum 58 vertikal verschiebbar ist. Die Transportanordnung umfasst ferner die horizontale Transportvorrichtung 66 und die vertikale Transportvorrichtung 72.

[0073] Die Transportstation 52 ist in Fig. 4 nicht dargestellt, befindet sich aber am unteren Ende der vertikalen Transportvorrichtung 72.

[0074] Zusätzlich zu den in der ersten Ausführungsform dargestellten Komponenten umfasst die zweite Ausführungsform eine Bearbeitungsstation 84 zum Bearbeiten der Objekte.

[0075] Die Bearbeitungsstation 84 befindet sich oberhalb der Kammer 16 oder im oberen Bereich (d.h. in den obersten 20%) der Kammer 16. Sie ist oberhalb der Lagergestelle 22 angeordnet, so dass sie deren Drehung in der Karussellanordnung 24 nicht behindert.

[0076] Die Bearbeitungsstation 84 kann verwendet werden, um die in der Lagervorrichtung gelagerten Objekte zu bearbeiten, ohne sie daraus zu entnehmen.

[0077] Die Bearbeitungsstation 84 ist in Reichweite des Manipulators 56 angeordnet, wenn dieser in eine ausreichend hohe Position gebracht wird, so dass der Manipulator 56 Objekte von und zur Bearbeitungsstation 84 transportieren kann.

[0078] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist die Bearbeitungsstation 84 ausgestattet, um mindestens zwei der Träger 50 aufzunehmen und Objekte zwischen ihnen zu transportieren. Ein geeignetes Gerät dieses Typs ist z.B. in US2009175763 beschrieben.

[0079] Der innere Transportpunkt 68 der horizontalen Transportvorrichtung 66 und der Bearbeitungsstation 84 befinden sich in unterschiedlichen Winkelpositionen zur Drehachse 30. Somit kann der Manipulator 56 um die Drehachse 30 gedreht werden, um selektiv entweder auf den inneren Transportpunkt 68 oder die Bearbeitungsstation 84 zuzugreifen.

Dritte Ausführungsform:

[0080] Die dritte Ausführungsform der Figs. 6 - 8 entspricht im Wesentlichen der zweiten Ausführungsform, umfasst aber drei Ringe, nämlich den innersten Ring 26 sowie zwei äussere Ringe 28a, 28b. Es gibt also drei ringförmige Träger, nämlich

den innersten ringförmigen Träger 34 und zwei äussere ringförmige Träger 36a, 36b. Es gibt drei Verbindungselemente 38a - 38c und vier konzentrische Antriebselemente 32.

Bemerkungen:

[0081] In den vorstehenden Ausführungsformen sind die Lagergestelle 22 in zwei oder drei Ringen angeordnet. Es ist jedoch zu beachten, dass es auch mehr als drei Ringe geben kann.

[0082] Während in der vorliegenden Anmeldung bevorzugte Ausführungen der Erfindung beschrieben sind, ist zu beachten, dass die Erfindung nicht auf diese beschränkt ist und auch in anderer Weise innerhalb des Umfangs der folgenden Ansprüche ausgeführt werden kann.

Patentansprüche

1. Lagervorrichtung zum Lagern von Laborobjekten bei kryogenen Temperaturen, umfassend
 - einen isolierten Behälter (2), der eine Lagerkammer (16) bildet,
 - eine Kühlvorrichtung (18) zum Kühlen der Lagerkammer (16),
 - eine Karussellanordnung (24), die in der Lagerkammer (16) angeordnet ist,
 - gekennzeichnet durch
 - eine Mehrzahl von Lagergestellen (22), die in der Lagerkammer (16) durch die Karussellanordnung (24) gehalten und in mehreren konzentrischen Ringen (26, 28) um einen zentralen Raum (58) herum angeordnet sind, wobei jedes Lagergestell (22) eine Mehrzahl von übereinander angeordneten Lagerplätzen (48) bildet, wobei die Ringe (26, 28) konzentrisch zu einer Drehachse (30) der Karussellanordnung (24) sind und einen innersten Ring (26) und mindestens einen äusseren Ring (28) umfassen, der radial ausserhalb des innersten Rings (26) angeordnet ist,
 - eine Transportstation (52), die ausserhalb des Behälters (2) angeordnet ist,
 - eine Transportanordnung (54) zum Transportieren von Laborobjekten zwischen mindestens einigen der Lagerplätze (48) und der Transportstation (52), wobei die Transportanordnung (54) einen Manipulator (56) aufweist, der in dem zentralen Raum (58) vertikal verschiebbar sowie ausgebildet und angepasst ist, auf die Lagerplätze (48) der Lagergestelle (22) im innersten Ring (26) zuzugreifen,
 - ein Regalverschiebegerät (76), das ausgebildet und angepasst ist, einzelne Lagergestelle (22) zwischen dem innersten Ring (26) und dem mindestens einen äusseren Ring (28) zu bewegen.
2. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 1, wobei das Regalverschiebegerät (76) oberhalb der Lagerkammer (16) angeordnet ist und folgendes umfasst:
 - eine Zugvorrichtung (78), die angepasst und ausgebildet ist, in eines der Lagergestelle (22) von oben einzugreifen und es anzuheben,
 - eine Verschiebevorrichtung zum Verschieben eines Lagergestells (22) zwischen dem mindestens einen äusseren Ring (28) und dem inneren Ring (26), während es von der Zugvorrichtung (78) angehoben wird.
3. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 2, wobei die Zugvorrichtung (78) angepasst und ausgebildet ist, die Lagergestelle (22) um nicht mehr als ein Zehntel einer Höhe der Lagergestelle (22) anzuheben.
4. Lagervorrichtung gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Karussellanordnung (24) Karussells zum unabhängigen Drehen von allen Ringen (26, 28) oder allen bis auf einen der Ringe (26, 28) sowie zum Drehen des Manipulators (56) um die Drehachse (30) umfasst.
5. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 4, wobei die Karussellanordnung (24) folgendes umfasst:
 - eine Mehrzahl von konzentrisch angeordneten Antriebselementen (32), die sich in dem zentralen Raum (58) befinden, wobei jedes Antriebselement (32) eines der Karussells antreibt,
 - eine Mehrzahl von Karussellantrieben (44a, 44b, 44c), die oberhalb der Kammer (16) angeordnet sind, wobei jeder Karussellantrieb (44a, 44b, 44c) in eines der Antriebselemente (32) eingreift, um es um die Drehachse (30) zu drehen.
6. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 5, wobei die Karussellanordnung (24) folgendes umfasst:
 - mindestens einen ringförmigen Träger (34, 36), der die Lagergestelle (22) eines der Ringe (26, 28) trägt, und
 - mindestens ein Verbindungselement (38), das unterhalb der Lagergestelle (22) angeordnet ist und den ringförmigen Träger (34, 36) radial mit einem der Antriebselemente (32) verbindet.
7. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 6, umfassend
 - mehrere der ringförmigen Träger (34, 36), die konzentrisch um die Drehachse (30) angeordnet sind, und
 - mehrere der Verbindungselemente (38), welche die ringförmigen Träger (34, 36) mit den Antriebselementen (32) verbinden, wobei die Verbindungselemente (38) in unterschiedlichen Höhen angeordnet sind,
 - wobei ein äusserster (36) der ringförmigen Träger (34, 36) über ein unterstes (38a) der Verbindungselemente (38) mit einem innersten (32a) der Antriebselemente (32) verbunden ist, und
 - wobei ein zweitäusserster (34) der ringförmigen Träger (34, 36) über einen zweituntersten (38b) der Verbindungselemente (38) mit einem zweitinnersten (32b) der Antriebselemente (32) verbunden ist.

8. Lagervorrichtung gemäss einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei das Verbindungselement (38) oder die Verbindungselemente (38a, 38b) jeweils eine Mehrzahl von radialen Streben (40) umfasst bzw. umfassen, die sich zwischen dem jeweiligen ringförmigen Träger (34, 36) und dem jeweiligen Antriebselement (32) erstrecken.
9. Lagervorrichtung gemäss einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei der Manipulator (56) mit einem äussersten (32c) der Antriebselemente (32) verbunden ist.
10. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 9, ferner umfassend eine vertikale Schiene (60), die sich entlang des äussersten (32c) der Antriebselemente (32) erstreckt, wobei der Manipulator (56) entlang der vertikalen Schiene (60) verschiebbar ist.
11. Lagervorrichtung gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche wobei die Transportstation (52) an einer Aussenseite des Behälters (2) in einem Abstand von einem oberen Rand (10) des Behälters (2) angeordnet ist, und wobei die Transportanordnung (54) angepasst und ausgebildet ist, die Laborobjekte zwischen den mindestens einigen der Lagerplätze (48) und der Transportstation (52) entlang eines Pfads (55) zu transportieren, der von innerhalb der Kammer (16) über den oberen Rand (10) des Behälters (2) zu der Transportstation (52) führt.
12. Lagervorrichtung gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine Bearbeitungsstation (84) zum Bearbeiten der Laborobjekte über den Lagergestellen (22), wobei der Manipulator (56) angepasst und ausgebildet ist, auf die Bearbeitungsstation (84) zuzugreifen.
13. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 12, umfassend eine Mehrzahl von Trägern (50), die in den Lagerplätzen (48) platzierbar sind, wobei jeder der Träger (50) angepasst ist, mindestens ein zu lagerndes Laborobjekt aufzunehmen, wobei der Manipulator (56) angepasst ist, die Träger (50) zu manipulieren, und wobei die Bearbeitungsstation (84) angepasst ist, mindestens zwei der Träger (50) aufzunehmen und Laborobjekte zwischen den Trägern zu transportieren.
14. Lagervorrichtung gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend eine horizontale Transportvorrichtung (66) der Transportanordnung (54), die oberhalb der Kammer (16) angeordnet ist, um Laborobjekte zwischen einem inneren Transportpunkt (68) vertikal oberhalb der Kammer (16) und einem äusseren Transportpunkt (70) oberhalb und radial ausserhalb der Kammer (16) zu bewegen, wobei der Manipulator (56) angepasst und ausgebildet ist, auf den inneren Transportpunkt (68) zuzugreifen.
15. Lagervorrichtung gemäss einem der Ansprüche 12 oder 13 und gemäss Anspruch 14, wobei der Manipulator (56) um die Drehachse (30) drehbar ist und die Bearbeitungsstation (84) und der innere Transportpunkt (68) in unterschiedlichen Winkelpositionen angeordnet sind.
16. Lagervorrichtung gemäss Anspruch 11 und einem der Ansprüche 14 oder 15, ferner umfassend eine vertikale Transportvorrichtung (72) der Transportanordnung (54), die entlang einer Aussenseite des Behälters (2) angeordnet ist, und angepasst und ausgebildet ist, Laborobjekte zwischen der horizontalen Transportvorrichtung (66) und der Transportstation (52) zu transportieren.

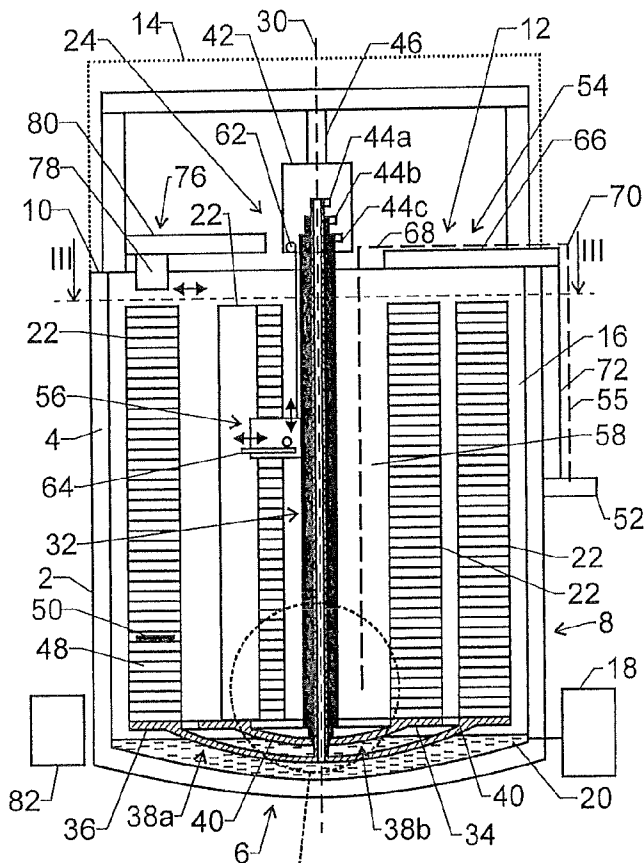


Fig. 1

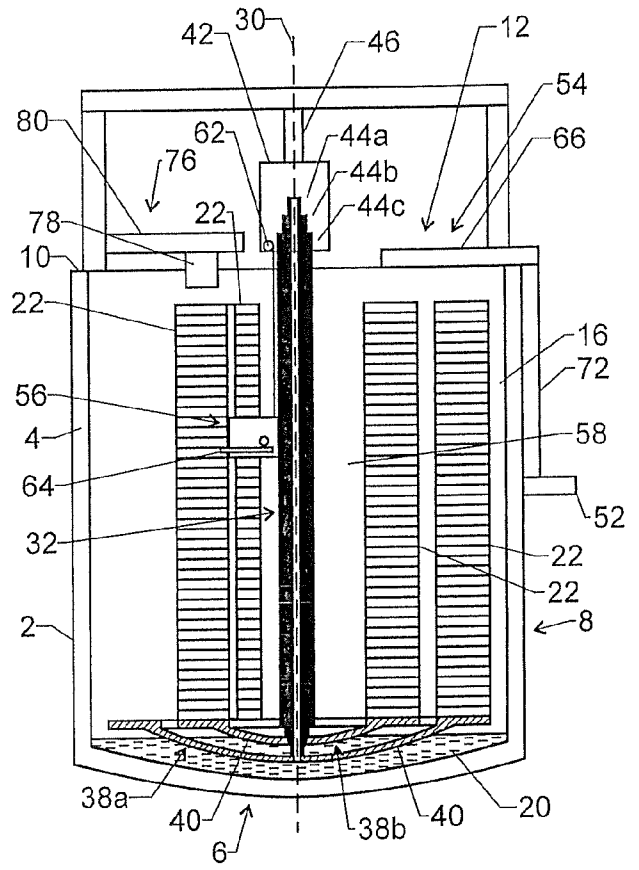
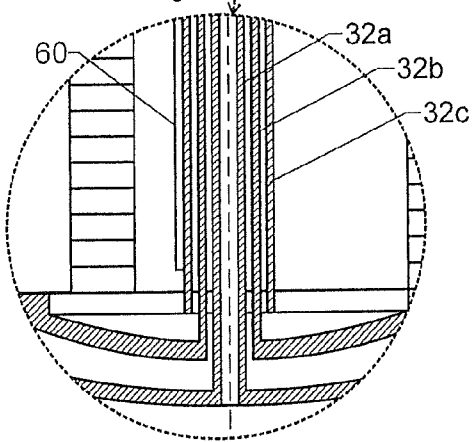


Fig. 2

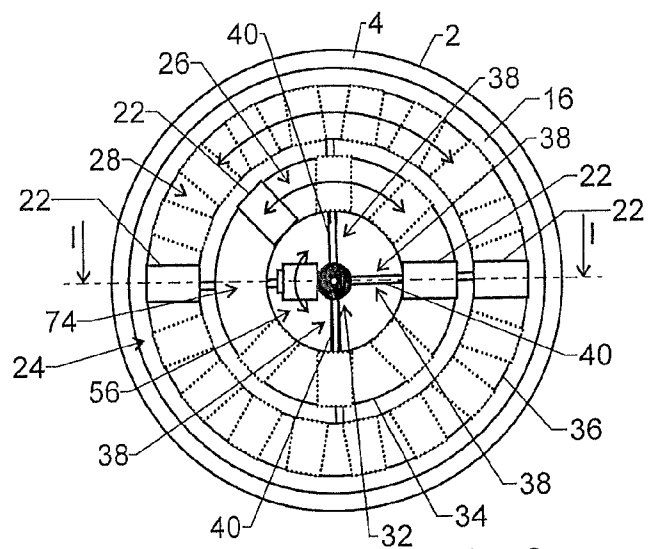


Fig. 3

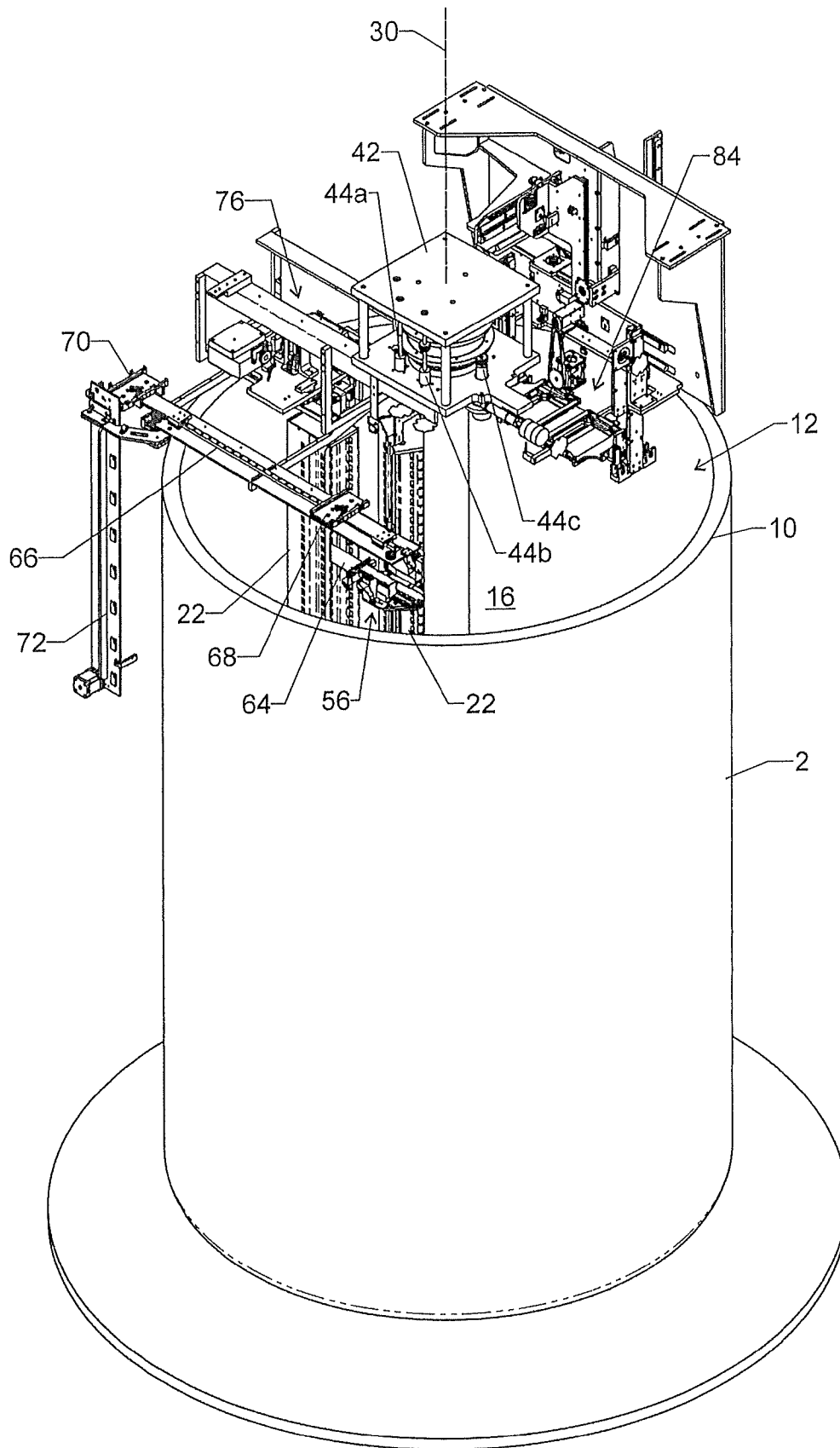


Fig. 4

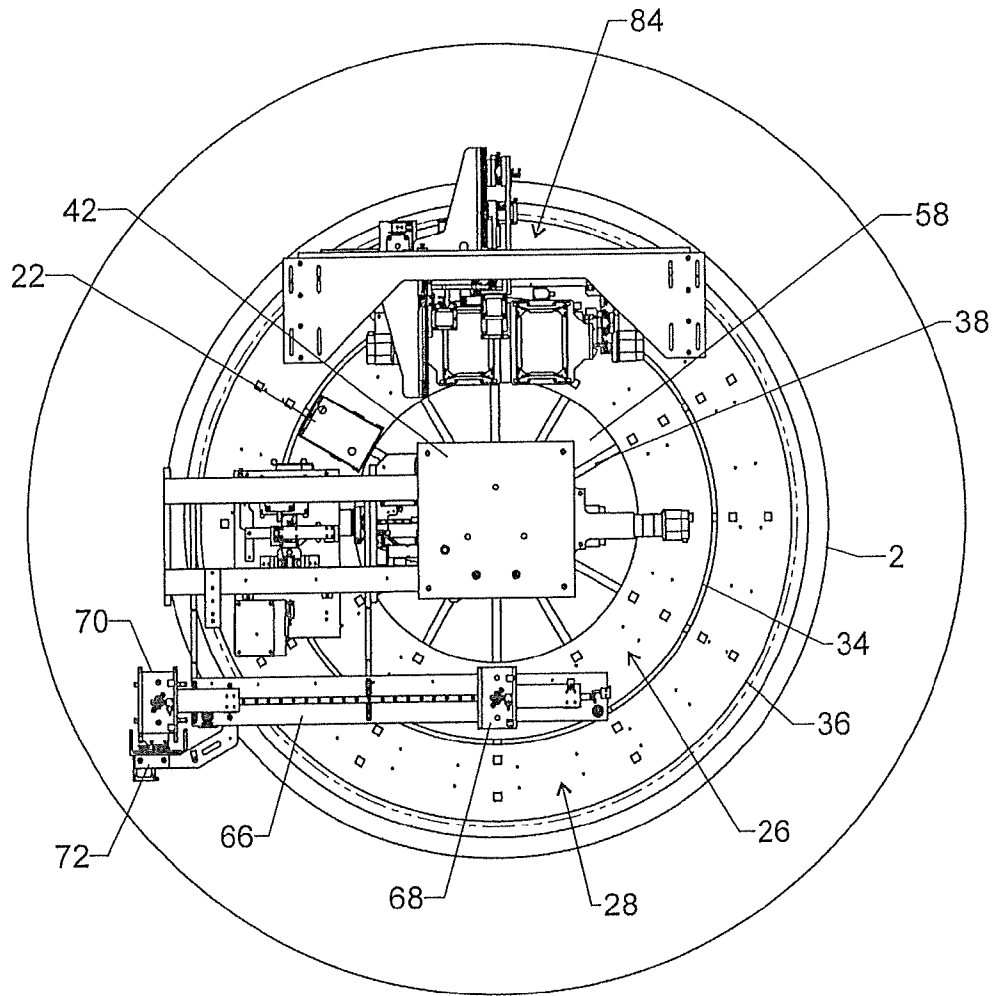


Fig. 5

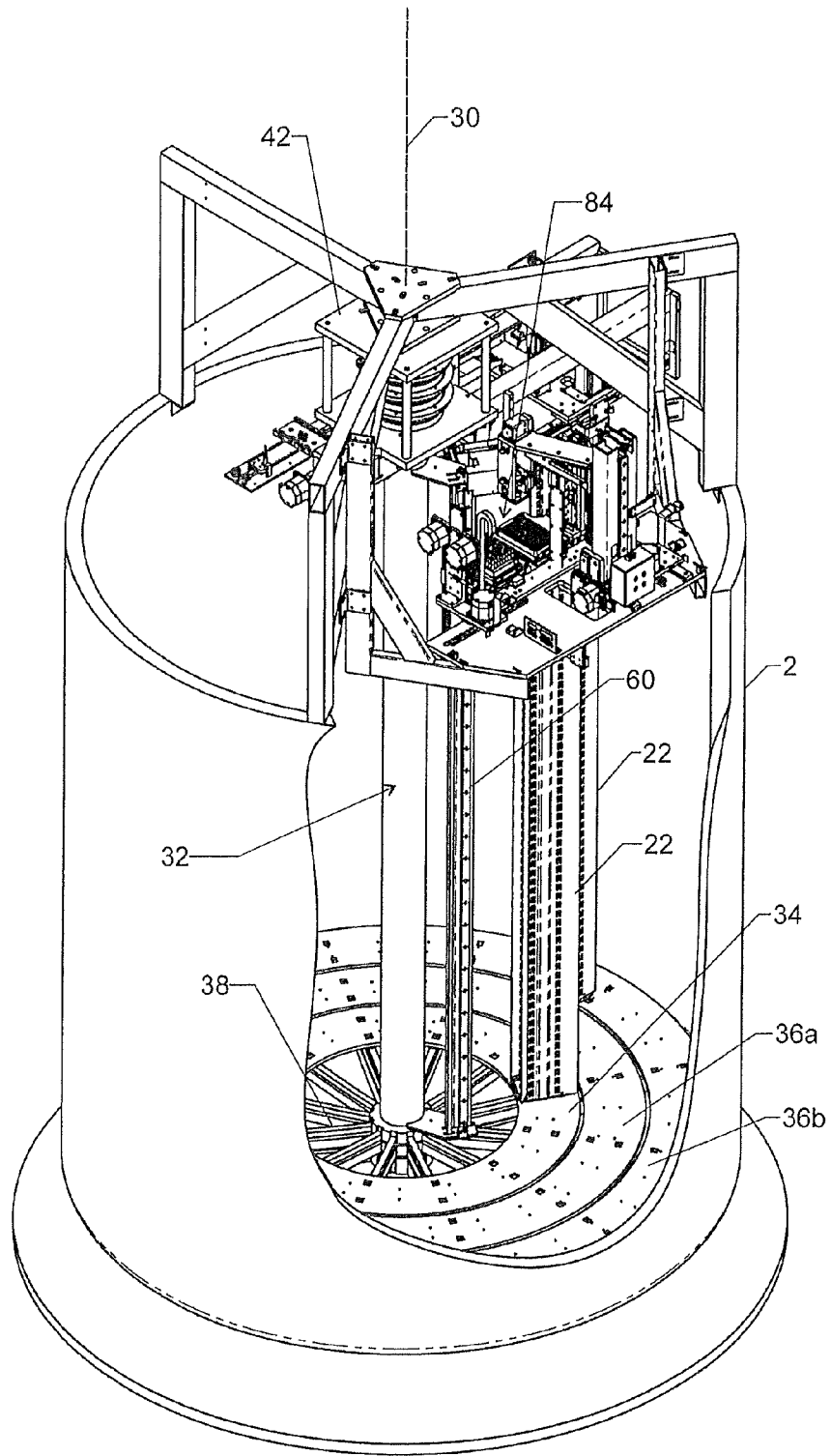


Fig. 6

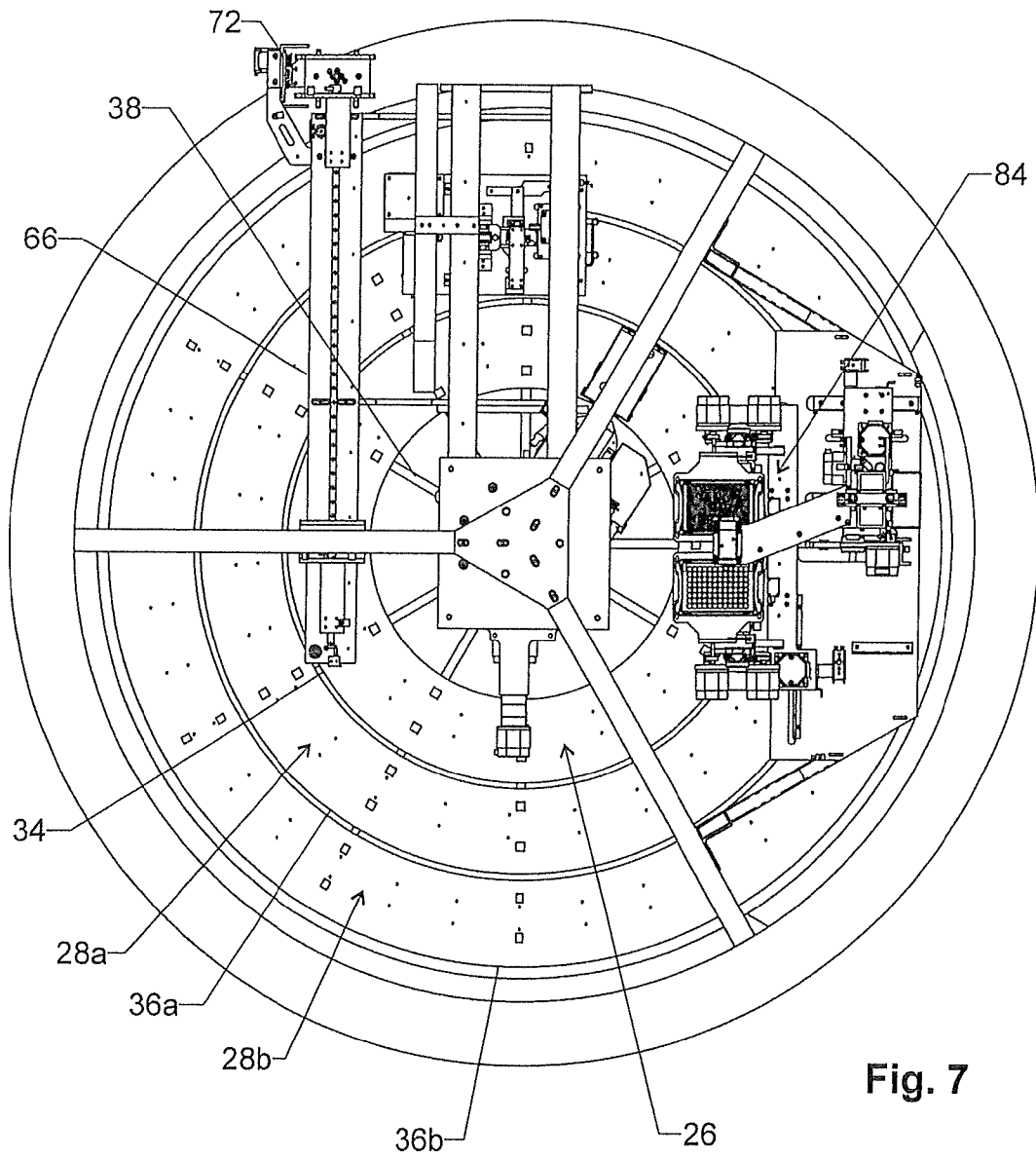


Fig. 7

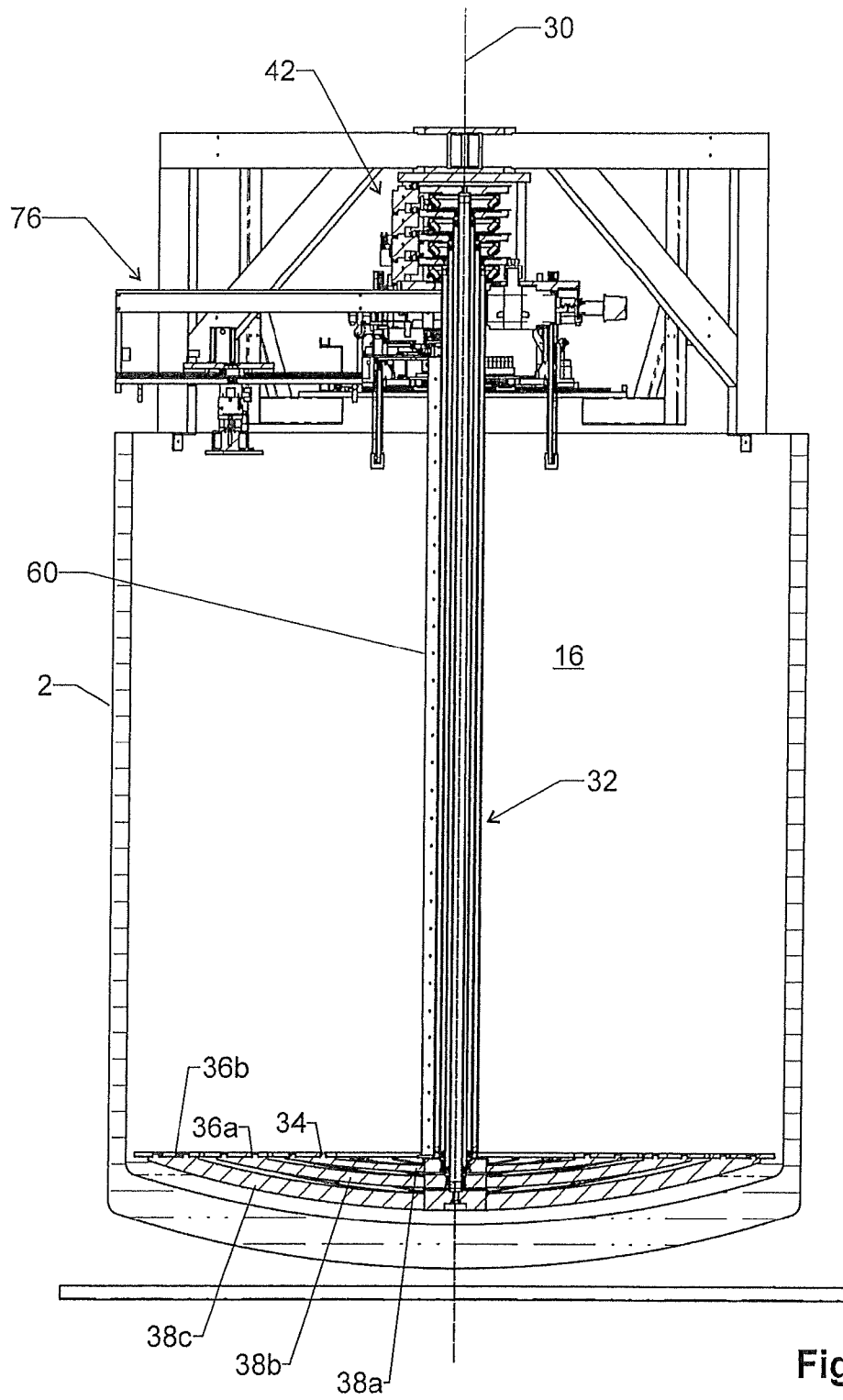


Fig. 8