



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 037 543 A1** 2008.04.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 037 543.2**

(22) Anmeldetag: **10.08.2006**

(43) Offenlegungstag: **30.04.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F16C 13/02** (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)

(71) Anmelder:

**AEROLAS GmbH, Aerostatische Lager-
 Lasertechnik, 82008 Unterhaching, DE**

(74) Vertreter:

**Schlimme, W., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
 Dr.-Ing., Pat.-Anw., 85521 Ottobrunn**

(72) Erfinder:

Muth, Michael, 81737 München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

DE 44 36 156 C1

DE 100 26 752 A1

DE 31 25 740 A1

DE 602 07 851 T2

US 68 76 122 B2

US 65 90 953 B2

EP 01 58 051 A1

EP 00 23 657 A1

WO 2005/1 02 171 A1

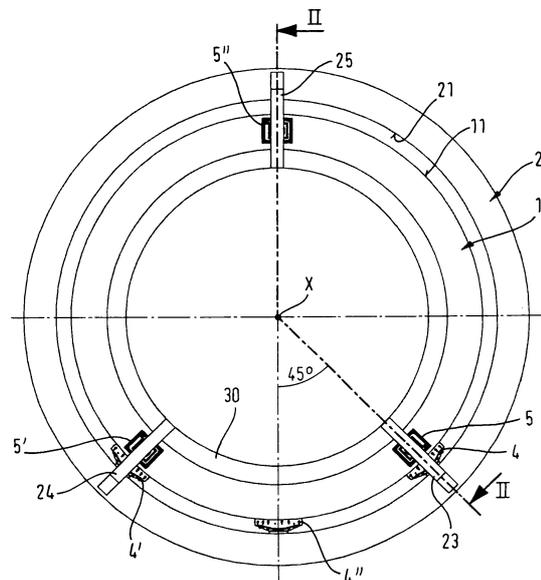
WO 02/0 89 671 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung mit einem direkt angetriebenen Rotationskörper und aerostatisches Lager**

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung mit einem direkt angetriebenen Rotationskörper (1), der an seinem Umfang (11) bezüglich eines stationären Körpers (2) auf Radiallagern (4, 4') radial gelagert ist und der an zumindest einer ersten Stirnseite (10) bezüglich des stationären Körpers (2) axial gelagert ist, wobei zur axialen Lagerung aerostatische Lager (5, 5', 5'') vorgesehen sind, zeichnet sich dadurch aus, daß auf der ersten Stirnseite (10) eine zur Drehachse (X) des Rotationskörpers (1) koaxiale, ringförmige Magnetanordnung (32) ausgebildet ist und daß am stationären Körper (2), der ringförmigen Magnetanordnung (32) in Axialrichtung gegenübergelegen, zumindest eine elektrische Spulenanordnung (30) vorgesehen ist, die zusammen mit der ringförmigen Magnetanordnung (32) Bestandteile eines elektrischen Direktantriebs (3) für den Rotationskörper (1) bildet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem direkt angetriebenen Rotationskörper gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin ein aerostatisches Lager nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

[0002] Eine gattungsgemäße Vorrichtung und ein gattungsgemäßes Lager sind aus der WO 02/089671 A2 bekannt. Diese Druckschrift offenbart ein aerostatisches Rotorlager für die rotierende, ringförmige Gantry eines Computertomographen. Der Aufbau derartiger Computertomographen ist allgemein bekannt, beispielsweise aus dieser Druckschrift, auf deren Offenbarung bezüglich des Aufbaus eines Computertomographen hier ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0003] An der ringförmigen Gantry eines Computertomographen ist im allgemeinen eine bildgebende Einrichtung angebracht, die zusammen mit der ringförmigen Gantry um einen zu untersuchenden Bereich rotiert.

[0004] Um bei Untersuchungen mit einem Computertomographen auch bewegte Körper, wie beispielsweise ein schlagendes Herz, scharf abbilden zu können, ist es erforderlich, daß die rotierende Gantry mit einer ausreichend hohen Drehzahl und präzise geführt rotiert. Die hierfür erforderlichen hohen Drehzahlen lassen sich jedoch wegen des bauartbedingten großen Durchmessers der Gantry und der damit verbundenen hohen Umfangsgeschwindigkeit der Lagerkörper mit wälzgelagerten Anordnungen nicht mehr erzielen, weswegen bereits in der Vorrichtung gemäß der WO 02/089671 A2 aerostatische Lager eingesetzt werden.

[0005] Damit aerostatische Lager zuverlässig funktionieren, ist es erforderlich, daß der Lagerspalt zwischen den einander gegenüberstehenden Lagerflächen klein gehalten wird, also der Abstand zwischen den einander gegenüberstehenden Lagerflächen sehr gering ist.

[0006] Aufgrund des großen Durchmessers der Gantry und der an der Gantry asymmetrisch angebrachten Einrichtungen zur Bildgebung entstehen insbesondere bei hohen Drehzahlen Verformungen der ringförmigen Gantry, sodaß eine definierte Größe des Lagerspalts über den gesamten Umlauf der ringförmigen Gantry nicht gewährleistet ist. Die WO 02/089671 A2 lehrt zwar, daß mindestens einige der aerostatischen Lager justierbar sind, um so den Luftspalt genau einstellen zu können, doch lassen sich hierdurch Verformungen des Rotors nicht ausgleichen. Insbesondere, wenn die ringförmige Gantry direkt angetrieben ist, kann es wegen der zwischen dem stationären Körper und der rotierenden Gantry

wirkenden Magnetkräfte des Antriebs zu wechselnden magnetischen Radialkräften führen, die eine zusätzliche bereichsweise Verformung der ringförmigen rotierenden Gantry bewirken und zudem eine dynamische Unwucht hervorrufen, die als "magnetische Unwucht" bezeichnet werden kann und die auch durch die justierbaren Lager der WO 02/089671 A2 nicht ausgeglichen werden kann.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine gattungsgemäße Vorrichtung anzugeben, die die Auswirkungen einer "magnetischen Unwucht" auf den direkt angetriebenen Rotationskörper deutlich reduziert und die eine Rotationsgeschwindigkeit zuläßt, die höher ist als im bisher bekannten Stand der Technik.

[0008] Es ist eine weitere Aufgabe, ein aerostatisches Lager anzugeben, das ebenfalls das Erreichen der vorgenannten Ziele ermöglicht.

[0009] Die die Vorrichtung betreffende Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0010] Durch das Vorsehen des elektrischen Direktantriebs mit dessen ringförmiger Magnetanordnung und dessen ringförmiger Spulenanordnung an einer Stirnseite des Rotationskörpers wird bewirkt, daß die Magnetfeldlinien zwischen der Magnetanordnung und der Spulenanordnung und damit die zwischen diesen beiden Bestandteilen des elektrischen Direktantriebs wirkenden Anzugskräfte in Axialrichtung – und nicht wie bei herkömmlichen Computertomographen in Radialrichtung – verlaufen. Änderungen der Magnetkräfte dieses Antriebs führen somit nicht zu einer lokalen Radiusänderung des Rotationskörpers, sondern können lediglich zu einer lokalen Verformung des Rotationskörpers in Axialrichtung führen. Das hat zur Folge, daß die Umfangskontur des Rotationskörpers während dessen Umlaufs im wesentlichen konstant bleibt, also keine in Radialrichtung wirkenden Verformungen und/oder "magnetischen Unwuchten" auftreten. Folglich bilden die Radiallager jeweils einen während des Umlaufs des Rotationskörpers im wesentlichen konstanten mittleren Abstand zwischen den Lagerflächen aus, wodurch eine zuverlässige Funktionsfähigkeit der Radiallager gewährleistet ist, insbesondere wenn diese als aerostatische Lager ausgebildet sind.

[0011] Insbesondere sind auch die Radiallager durch aerostatische Lager gebildet, wodurch sich ebenfalls in den Radiallagern eine nahezu reibungsfreie Lagerung des Rotationskörpers realisieren läßt.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der von der ersten Stirnseite des Rotationskörpers abgewandten zweiten Stirnseite zugeordnet zumindest ein weiteres aero-

statisches Axiallager vorgesehen, das jeweils zumindest einen in achsparalleler Richtung bewegbaren Lagerschuh aufweist, der mittels einer Federkraft oder einer pneumatischen oder hydraulischen Kraft gegen die zweite Stirnseite des Rotationskörpers vorgespannt ist und ein axiales Ausgleichlager bildet. Auf diese Weise wird der Rotationskörper in axialer Richtung zwischen den auf seinen beiden Stirnseiten angeordneten Lagern quasi schwimmend gelagert, wobei das oder die auf der zweiten Stirnseite vorgesehenen Lager mit bewegbarem Lagerschuh nicht nur eine Vorspannung des jeweiligen axialen Lagers erzeugen, sondern darüber hinaus eine axiale Verschiebung der jeweiligen Lagerfläche des jeweiligen der zweiten Stirnseite zugeordneten Lagerschuhs ermöglichen, sodaß auf diese Weise eine durch die "magnetische Unwucht" hervorgerufene lokale axiale Verformung des Rotationskörpers geometrisch ausgeglichen werden kann, da der Lagerschuh in Axialrichtung der lokalen zyklischen Verlagerung des Rotationskörpers in Axialrichtung folgen kann.

[0013] Vorzugsweise ist unterhalb des Rotationskörpers zumindest ein weiteres aerostatisches Radiallager vorgesehen, das zumindest einen in radialer Richtung bewegbaren Lagerschuh aufweist, der mittels einer Federkraft oder einer pneumatischen oder hydraulischen Kraft gegen den Außenumfang des Rotationskörpers drückt. Dieses radiale Ausgleichlager weist die gleichen prinzipiellen Vorteile auf wie die vorstehend beschriebenen axialen Ausgleichlager.

[0014] Vorzugsweise ist der ersten Stirnseite des Rotationsantriebs zugeordnet zumindest ein weiteres aerostatisches Axiallager vorgesehen, das zumindest einen in achsparalleler Richtung bewegbaren Lagerschuh aufweist, der mittels einer Federkraft oder einer pneumatischen oder hydraulischen Kraft gegen die ersten Stirnseite des Rotationskörpers vorgespannt ist. Dieses zusätzliche Axiallager mit bewegbarem Lagerschuh auf der ersten Lagerseite erhöht die Tragfähigkeit der ersten Stirnseite zugeordneten Lager, ohne jedoch die durch die vorzugsweise drei grundsätzlich zur axialen Lagerung vorgesehenen aerostatischen Lager definierte statische Bestimmtheit der Lagerung zu beeinträchtigen und ohne folglich zu einer statischen Überbestimmtheit dieser Lagerung zu führen.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es, wenn zumindest ein Teil der Axiallager jeweils zumindest einen schwenkbaren Lagerschuh aufweist, der um eine senkrecht zur Rotationsachse des Rotationskörpers verlaufende erste Achse schwenkbar ist. Ein derart schwenkbarer Lagerschuh ermöglicht es, die durch aerodynamische Kräfte, welche bei der Rotation des Rotationskörpers im Bereich des Lagers auftreten, bedingte ungleiche Belastung des Lagerschuhs zu kompensieren.

[0016] Insbesondere ist dazu der jeweilige schwenkbare Lagerschuh vorteilhafterweise auch um eine zweite Achse schwenkbar, die senkrecht zu einer von der ersten Achse und der Rotationsachse aufgespannten Ebene verläuft.

[0017] Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn der schwenkbare Lagerschuh ein Kugelkopflager aufweist und so beliebig schwenkbar ausgebildet ist.

[0018] Die vorgenannte Schwenkbarkeit des Lagerschuhs um eine Achse, zwei rechtwinklig zueinander stehende Achsen oder gar um einen Kugelmittelpunkt wird vorteilhafterweise auch bei den Radiallagern realisiert.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die jeweiligen Lagerschuhe so ausgestaltet sind, daß in Bewegungsrichtung der sich am Lagerschuh vorbeibewegenden Gegenlagerfläche die Tragkraft des Lagers zunimmt. Hierdurch kann die sich aufgrund der aerodynamischen Effekte einstellende Schrägstellung des Lagers, die zu einer relativen Positionierung der Lagerflächen zueinander führt, bei der der Lagerspalt eine im Querschnitt keilförmige Gestalt aufweist, durch die sich über die Längserstreckung des Lagerschuhs ändernde Tragfähigkeit kompensiert werden.

[0020] Diese sich über die Längsrichtung des Lagers verändernde Tragkraft kann in vorteilhafter Weise durch eine sich in Längsrichtung des Lagers verändernde Anzahl der Gasaustrittsöffnungen derart erzielt werden, daß die Anzahl der Gasaustrittsöffnungen in der Lagerfläche des Lagerschuhs in Bewegungsrichtung der sich am Lagerschuh vorbeibewegenden Gegenlagerfläche zunimmt.

[0021] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann in einem Tomographen realisiert sein, sie kann aber auch in jeder anderen eine stationäre Gantry und eine rotierende Gantry aufweisenden Einrichtung realisiert sein.

[0022] Insbesondere das erfindungsgemäße um eine Achse, um zwei Achsen oder um einen Kugelmittelpunkt schwenkbare aerostatische Lager mit vorzugsweise sich über eine Längserstreckung des Lagerschuhs ändernder Tragkraft des Lagers ist nicht auf die Anwendung in einem Tomographen beschränkt. Sie kann bei jeder Lagerung eines schnell bewegten Körpers realisiert sein, so beispielsweise auch bei der Lagerung von Rotoren anderer Motoren oder Generatoren.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

[0024] **Fig. 1** eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Axialrichtung;

[0025] [Fig. 2](#) eine geschnittene Darstellung der Vorrichtung aus [Fig. 1](#) entlang der strichpunktierten Linie II-II;

[0026] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Darstellungsform der Einzelheit III in [Fig. 2](#) und

[0027] [Fig. 4](#) einen erfindungsgemäßen Lagerschuh mit sich über die Längsrichtung des Lagerschuhs verändernder Tragfähigkeit in perspektivischer Darstellung.

[0028] In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung dargestellt, wie sie beispielsweise in einem Tomographen realisiert ist. Ein ringförmiger Rotationskörper **1** ist im Inneren eines stationären Körpers **2** angeordnet. Der äußere, stationäre Körper **2** kann dabei die stationäre Gantry eines Computertomographen sein und der innere Rotationskörper **1** kann die rotierende Gantry eines Computertomographen sein, an welcher die bildgebende Einrichtung (nicht gezeigt) des Computertomographen angebracht ist.

[0029] An einer ersten Stirnseite **20** des stationären Körpers **2** sind drei radial einwärts gerichtete radiale Stege **23**, **24**, **25** vorgesehen, die an ihrem radial inneren Ende eine ringförmige elektrische Spulenordnung **30** des axialen elektrischen Direktantriebs **3** tragen.

[0030] Der Spulenordnung **30** in Axialrichtung unmittelbar gegenüber gelegen ist eine ringförmige Magnetanordnung **32** des elektrischen Direktantriebs **3** an einer ersten Stirnseite **10** des Rotationskörpers **1** vorgesehen. Sowohl die ringförmige Magnetanordnung **32**, als auch die ebenfalls ringförmig ausgebildete elektrische Spulenordnung **30** sind koaxial zur Drehachse X des Rotationskörpers **1** angeordnet.

[0031] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vertikal ausgerichtet, sodaß die Drehachse X horizontal verläuft. Ein erstes Radiallager **4** und ein zweites Radiallager **4'** sind jeweils um 45° in Umfangsrichtung zur einen Seite beziehungsweise zur anderen Seite des tiefsten Punktes des Innenumfangs **21** des stationären Körpers **2** versetzt an diesem angeordnet und bilden Stützlager, die den Rotationskörper **1** abstützen. Alternativ können die Radiallager **4**, **4'** auch um jeweils 60° oder einen anderen Winkel kleiner als 90° bezüglich des tiefsten Punktes versetzt sein. Das erste Radiallager **4** ist dabei im Bereich des ersten radialen Stegs **23** gelegen und das zweite Radiallager **4'** ist im Bereich des zweiten radialen Stegs **24** gelegen. Der dritte radiale Steg **25** ist am höchsten Punkt des Innenumfangs **21** des stationären Körpers **2** angebracht.

[0032] Am tiefsten Punkt des Innenumfangs **21** des stationären Körpers **2** ist ein drittes Radiallager **4''**

angebracht, das den Rotationskörper **1** in Vertikalrichtung auf dem stationären Körper **2** zusätzlich abstützt und das ein radiales Ausgleichslager bildet.

[0033] Der jeweilige Aufbau der Radiallager **4**, **4'**, **4''** wird weiter unten im Detail beschrieben.

[0034] An jedem der drei radialen Stege **23**, **24**, **25** des stationären Körpers **2** ist auf der zum Rotationskörper **1** gewandten Innenseite ein Axiallager **5**, **5'**, **5''** vorgesehen, das jeweils eine zur ersten Stirnseite **10** des Rotationskörpers **1** gewandte Lagerfläche aufweist.

[0035] Der Aufbau der Axiallager **5**, **5'**, **5''** wird weiter unten noch beschrieben.

[0036] Auf der von der ersten Stirnseite **20** des stationären Körpers **2** abgewandt gelegenen zweiten Stirnseite **22** sind ebenfalls drei radial einwärts gerichtete radiale Stege **26**, **27**, **28** vorgesehen, die an jeweils demselben Umfangsort ausgebildet sind wie die ersten radialen Stege **23**, **24**, **25** und von denen jeweils ein Steg **26**, **27**, **28** mit einem zugeordneten der ersten radialen Stege **23**, **24**, **25**, in Axialrichtung gesehen fluchtet. Die zweiten radialen Stege **26**, **27**, **28** sind in Radialrichtung gesehen kürzer als die ersten radialen Stege **23**, **24**, **25**.

[0037] An jedem der zweiten radialen Stege **26**, **27**, **28** ist, der zweiten Stirnseite **12** des Rotationskörpers **1** gegenüber gelegen, jeweils ein axiales Ausgleichslager **6**, **6'**, **6''** angeordnet, dessen jeweilige Lagerfläche mit einer an der zweiten Stirnseite **12** des Rotationskörpers **1** vorgesehenen Gegenlagerfläche zusammenwirkt.

[0038] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) der Aufbau eines jeweiligen radialen Stützlagers **4**, **4'** beschrieben.

[0039] Das jeweilige Radiallager **4**, **4'** umfaßt eine Lagerbasis **40** und einen Lagerschuh **42**. Die Lagerbasis **40** ist am stationären Körper **2** befestigt. Auf der vom stationären Körper **2** abgewandten Seite ist die Lagerbasis **40** mit einer kugelig-konkaven Fläche **41** versehen, gegen welche eine entsprechend kugelig-konvex gekrümmte Fläche **43** anliegt, die an der zur Lagerbasis **40** gewandten Rückseite des Lagerschuhs **42** ausgebildet ist. Auf der von der konvexen Fläche **43** abgewandten Seite des Lagerschuhs **42** ist die Lagerfläche **44** ausgebildet. Die Lagerbasis **40** und der Lagerschuh **42** sind über einen Zuganker **45** derart miteinander verbunden, daß eine allseitige Schwenkbewegung des Lagerschuhs **42** um den gemeinsamen Kugelmittelpunkt der konkaven Fläche **41** und der konvexen Fläche **43** um einen vorgegebenen Winkel ermöglicht ist. Die beiden gekrümmten Flächen **41** und **43** bilden ein Kugelkopflager für den Lagerschuh **42**.

[0040] Die Lagerfläche **44** weist eine Krümmung auf, die an die Krümmung des Außenumfangs **11** des Rotationskörpers **1** so angepaßt ist, daß im Idealzustand ein gleichmäßig dicker Lagerspalt zwischen der Lagerfläche **44** und der auf dem Außenumfang **11** des Rotationskörpers **1** ausgebildeten Gegenlagerfläche **14** besteht.

[0041] Die allseitige Schwenkbarkeit des Lagerschuhs **42** bezüglich des stationären Körpers **2** ermöglicht es, auch dann, wenn die Rotationsachse X des Rotationskörpers **1** bezüglich der zentralen Achse des kreisförmigen Innenumfangs **21** des stationären Körpers **2** geneigt ist, einen in seiner Dicke konstanten Lagerspalt zwischen der Lagerfläche **44** und dem Außenumfang **11** des Rotationskörpers **1** zu gewährleisten, wobei sich der konstante Lagerspalt wegen der allseitigen leichten Schwenkbarkeit des Lagerschuhs **42** automatisch einrichtet.

[0042] Auch die Axiallager **5, 5', 5''** sind auf dieselbe Weise ausgestaltet wie die Radiallager **4, 4'**, sodaß auch die Axiallager **5, 5', 5''** allseitig schwenkbar sind; lediglich die Lagerfläche **54** der jeweiligen Axiallager **5, 5', 5''** ist nicht gekrümmt, sondern plan ausgebildet, um mit der planen Gegenlagerfläche **13** an der ersten Stirnseite **10** des Rotationskörpers **1** zusammenzuwirken. Auch hier sorgt die allseitige Schwenkbarkeit des jeweiligen Lagerschuhs **52** für eine automatische Einstellung einer konstanten Dicke des Lagerspalts.

[0043] Die axialen Ausgleichslager **6, 6', 6''** sind ebenfalls mit einer entsprechenden allseitigen Schwenkbarkeit ausgestattet, wie dies in Verbindung mit den Radiallagern **4, 4'** und den Axiallagern **5, 5', 5''** beschrieben worden ist. Zusätzlich weisen die axialen Ausgleichslager **6, 6', 6''**, die mit ihrer jeweiligen Lagerfläche **64** mit einer an der zweiten Stirnseite **12** des Rotationskörpers **1** ausgebildete Gegenlagerfläche **15** zusammenwirken, jedoch noch eine Beweglichkeit zwischen der jeweiligen Lagerbasis **60** und dem jeweiligen Lagerschuh **62** in einer im unverschwenkten Zustand zu ihrer jeweiligen Lagerfläche senkrechten Richtung auf, sodaß bei diesen axialen Ausgleichslagern **6, 6', 6''** nicht nur eine allseitige Verschwenkbarkeit gegeben ist, sondern außerdem der jeweilige Lagerschuh **62** zur Lagerbasis **60** hin oder von dieser weg bewegbar ist.

[0044] Der jeweilige Lagerschuh **62** des axialen Ausgleichslagers **6, 6', 6''** ist mittels einer Federkraft, einer pneumatischen Kraft oder einer hydraulischen Kraft gegen die an der zweiten Stirnseite **12** des Rotationskörpers **1** ausgebildete Gegenlagerfläche derart vorgespannt, daß durch diese Vorspannung ein Ausgleich der vom jeweiligen aerostatischen Lagerdruck des als aerostatisches Lager ausgebildeten axialen Ausgleichslagers sowie des diesem gegenüberliegenden, ebenfalls als aerostatisches Lager

ausgebildeten Axiallagers geschaffen ist. Dazu ist die Lagerbasis **60** zweiteilig ausgebildet, wobei ein erster Basisteil **60'** mit dem stationären Körper **2** fest verbunden ist und wobei ein zweiter Basisteil **60''** die konkave Fläche **61** aufweist, gegen die die konvexe Fläche **63** des Lagerschuhs **62** anliegt. Der den Lagerschuh **62** mit der Lagerbasis **60** verbindende Zuganker **65** ist als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet, die zwar den Lagerschuh **62** und den zweiten Basisteil **60''** in enger Anlage hält, die aber eine Bewegung zwischen der Einheit aus Lagerschuh **62** und zweiten Basisteil **60''** bezüglich des ersten Lagerteils **60'** in der zu den Lagerflächen **64, 15** senkrechten Richtung zuläßt. Außerdem ermöglicht der als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildete Zuganker **65** die Verschwenkung des Lagerschuhs **62** um den Kugelmittelpunkt, wie dies bereits in Verbindung mit dem Radiallager **4** beschrieben worden ist.

[0045] Das radiale Ausgleichslager **4''** ist in der gleichen Weise aufgebaut wie die axialen Ausgleichslager **6, 6', 6''**, wobei aber der Lagerschuh des radialen Ausgleichslagers **4''** bezüglich der Lagerbasis in Radialrichtung bewegbar ist. Dadurch stützt das schwenkbare und in Radialrichtung bewegbare radiale Ausgleichslager **4''** zwar den Rotationskörper **1** gemeinsam mit den radialen Stützlager **4** und **4'** ab, ohne aber eine statische Überbestimmtheit der radialen Lagerung des Rotationskörpers **1** zu bewirken.

[0046] Sowohl die Axiallager **5, 5', 5''**, als auch die axialen Ausgleichslager **6, 6', 6''** und die Radiallager **4, 4'** sowie das radiale Ausgleichslager **4''** sind in herkömmlicher Weise als aerostatische Lager ausgebildet, wobei diese aerostatischen Lager in der jeweiligen Lagerfläche **44, 54, 64** als Mikrolöcher ausgebildete Luftaustrittsdüsen **46** aufweisen. Diese Mikrolöcher sind in bekannter Weise durch hochenergetische Strahlung, beispielsweise mittels Laserstrahlung in die Lagerfläche eingebracht, wie dies beispielsweise aus der DE 44 36 156 C1 bekannt ist.

[0047] **Fig. 4** zeigt in perspektivischer Ansicht beispielhaft einen Lagerschuh **42** mit dessen Lagerfläche **44**. Anhand dieser Darstellung wird nachstehend eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung eines aerostatischen Lagers dargestellt, bei welchem die Tragkraft über die Längserstreckung in Richtung des Pfeils Z in **Fig. 4** zunimmt. Deutlich erkennbar ist in **Fig. 4**, daß die Luftaustrittsdüsen **46** für die Lagerluft einerseits entlang des Umfangs der Lagerfläche **44** entlang eines umfangsparallelen Rechtecks **46'** angeordnet sind, daß andererseits aber auch quer zur Längsrichtung Z verlaufende Reihen **47, 48, 49, 50** von Austrittsdüsen für die Lagerluft vorgesehen sind. Der Abstand der jeweiligen Reihen **47, 48, 49, 50** zueinander verringert sich jeweils in Richtung des Pfeils Z, sodaß in dem in **Fig. 4** auf der linken vorderen Seite der Lagerfläche **44** dargestellten Bereich mehr Luftaustrittsdüsen pro Flächeneinheit vorgesehen

sind, als auf dem in [Fig. 4](#) rechts hinten dargestellten Bereich. Hierdurch wird die Tragfähigkeit des Lagers **4** in dem Bereich erhöht, in welchem mehr Luftaustrittsdüsen pro Flächeneinheit vorgesehen sind. Das in [Fig. 4](#) gezeigte Lager **4** weist daher eine in Richtung des Pfeils Z ansteigende Lager-Tragfähigkeit auf.

[0048] Bewegt sich nun eine in [Fig. 4](#) nicht dargestellte Gegenlagerfläche mit hoher Geschwindigkeit in Richtung des Pfeils Z an der Lagerfläche **44** vorbei, so ist zwar der in [Fig. 4](#) rechts hinten gezeigte Bereich der Lagerfläche **44** aufgrund der mit der Gegenlagerfläche bewegten oberflächennahen Luft bestrebt, von der Gegenlagerfläche abzuheben, weil die Luft in den Lagerspalt eindringt, doch bewirkt die höhere Tragfähigkeit im vorderen linken Bereich des Lagers **4**, daß der hier aufgebaute höhere Lagerdruck aufgrund der um die Lagerung des Lagerschuhs **42** wirkenden Hebelkräfte, den hinteren, rückwärtigen Bereich der Lagerfläche **44** wieder zur Gegenlagerfläche hin bewegt, so daß der Lagerspalt über die Längserstreckung des Lagerschuhs **42** (in Richtung Z) konstant gehalten wird.

[0049] Auch wenn das Beispiel in [Fig. 4](#) anhand eines Radiallagers **4** erläutert worden ist, sind die Lagerschuhe **52**, **62** der Axiallager **5**, **5'**, **5''**, der axialen Ausgleichlager **6**, **6'**, **6''** und des radialen Ausgleichslagers **4''** mit der gleichen oder einer ähnlichen Anordnung der Luftaustrittsdüsen über die Längserstreckung der jeweiligen Lagerfläche ausgestaltet, sodaß auch dort die Tragfähigkeit des Lagers in Richtung der sich vorbeibewegenden Gegenlagerfläche erhöht ist.

[0050] Diese besondere Ausgestaltung des aerostatischen Lagers, wie es in [Fig. 4](#) dargestellt ist, ist keinesfalls auf den Anwendungsfall einer Vorrichtung mit einem direkt angetriebenen Rotationskörper, beispielsweise einem Computertomographen, beschränkt; sie kann vielmehr überall dort vorgesehen werden, wo eine Relativbewegung zwischen dem Lagerschuh und der Gegenlagerfläche mit derart hoher Geschwindigkeit erfolgt, daß aerodynamische Effekte, die auf der hohen Geschwindigkeitsdifferenz zwischen den beiden gegenüberliegenden Lagerflächen beruhen, bestrebt sind, den Lagerschuh bezüglich der vorbeibewegten Gegenlagerfläche schräg zu stellen. Dabei muß der Lagerschuh nicht unbedingt allseitig schwenkbar gelagert sein; es kann bereits ausreichen, den Lagerschuh um eine Achse schwenkbar zu gestalten, die parallel zur Gegenlagerfläche und rechtwinklig zur Bewegungsrichtung des die Gegenlagerfläche aufweisenden bewegten Körpers verläuft, wie dies in [Fig. 4](#) anhand der zylindrisch gekrümmten konvexen Fläche **43'** an der Rückseite des Lagerschuhs **42** beispielhaft gezeigt ist.

[0051] Die Erfindung ist nicht auf das obige Ausführungsbeispiel beschränkt, das lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dient. Im Rahmen des Schutzzumfangs kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vielmehr auch andere als die oben beschriebenen Ausgestaltungsformen annehmen. Die Vorrichtung kann hierbei insbesondere Merkmale aufweisen, die eine Kombination aus den jeweiligen Einzelmerkmalen der Ansprüche darstellen.

[0052] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem direkt angetriebenen Rotationskörper (**1**), der an seinem Umfang (**11**) bezüglich eines stationären Körpers (**2**) auf Radiallagern (**4**, **4'**) radial gelagert ist und der an zumindest einer ersten Stirnseite (**10**) bezüglich des stationären Körpers (**2**) axial gelagert ist, wobei zur axialen Lagerung aerostatische Lager (**5**, **5'**, **5''**) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**

– daß auf der ersten Stirnseite (**10**) eine zur Drehachse (X) des Rotationskörpers (**1**) koaxiale, ringförmige Magnetanordnung (**32**) ausgebildet ist und

– daß am stationären Körper (**2**), der ringförmigen Magnetanordnung (**32**) in Axialrichtung gegenüber gelegen, zumindest eine elektrische Spulenanordnung (**30**) vorgesehen ist, die zusammen mit der ringförmigen Magnetanordnung (**32**) Bestandteile eines elektrischen Direktantriebs (**3**) für den Rotationskörper (**1**) bildet.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotationskörper (**1**) ringförmig gestaltet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Radiallager (**4**, **4'**) durch aerostatische Lager gebildet sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der von der ersten Stirnseite (**10**) des Rotationskörpers (**1**) abgewandten zweiten Stirnseite (**12**) zugeordnet zumindest ein aerostatisches axiales Ausgleichlager (**6**, **6'**, **6''**) vorgesehen ist, das jeweils zumindest einen in achsparalleler Richtung bewegbaren Lagerschuh (**62**) aufweist, der mittels einer Federkraft oder einer pneumatischen oder hydraulischen Kraft gegen die zweite Stirnseite (**12**) des Rotationskörpers (**1**) vorgespannt ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb des Rotationskörpers (**1**) zumindest ein weiteres ae-

rostatisches Radiallager (4'') vorgesehen ist, das zumindest einen in radialer Richtung bewegbaren Lagerschuh aufweist, der mittels einer Federkraft oder einer pneumatischen oder hydraulischen Kraft gegen den Außenumfang (11) des Rotationskörpers (1) drückt.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der ersten Stirnseite (10) des Rotationsantriebs (1) zugeordnet zumindest ein weiteres aerostatisches Axiallager vorgesehen ist, das zumindest einen in achsparalleler Richtung bewegbaren Lagerschuh aufweist, der mittels einer Federkraft oder einer pneumatischen oder hydraulischen Kraft gegen die erste Stirnseite (10) des Rotationskörpers (1) drückt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Axiallager (5, 5', 5''; 6, 6', 6'') jeweils zumindest einen schwenkbaren Lagerschuh (52; 62) aufweist, der um eine senkrecht zur Rotationsachse (X) des Rotationskörpers (1) verlaufende erste Achse schwenkbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige schwenkbare Lagerschuh (52; 62) auch um eine zweite Achse schwenkbar ist, die senkrecht zu einer von der ersten Achse und der Rotationsachse (X) aufgespannten Ebene verläuft.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der schwenkbare Lagerschuh (52; 62) ein Kugelkopflager aufweist und so beliebig schwenkbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Radiallager (4, 4, 4'') jeweils zumindest einen schwenkbaren Lagerschuh (42) aufweist, der um eine parallel zur Rotationsachse (X) des Rotationskörpers (1) verlaufende erste Achse schwenkbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige schwenkbare Lagerschuh (42) auch um eine zweite Achse schwenkbar ist, die parallel zu einer Tangente an den Umfang des Rotationskörpers (1) verläuft.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der schwenkbare Lagerschuh (42) ein Kugelkopflager aufweist und so beliebig schwenkbar ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerschuhe (42; 52; 62) so ausgestaltet sind, daß in Bewegungsrichtung der sich am Lagerschuh (42; 52; 62) vorbeibewegenden Gegenlagerfläche (14; 13; 15) die Trag-

kraft des Lagers zunimmt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Gasaustrittsöffnungen (46) in der Lagerfläche (44; 54; 64) des Lagerschuhs (42; 52; 62) in Bewegungsrichtung (Z) der sich am Lagerschuh (42; 52; 62) vorbeibewegenden Gegenlagerfläche (14; 13; 15) zunimmt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der stationäre Körper (2) von einer stationären Gantry einer bildgebenden Einrichtung, insbesondere eines Tomographen, gebildet ist und daß der Rotationskörper (1) von einer rotierenden Gantry der bildgebenden Einrichtung gebildet ist.

16. Aerostatisches Lager mit einem eine Lagerfläche (44) mit Gasaustrittsöffnungen (46) aufweisenden Lagerschuh (42) und einer relativ dazu in einer Hauptbewegungsrichtung (Z) bewegten Gegenlagerfläche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerschuh (42) um eine erste Achse, die rechtwinklig zur Hauptbewegungsrichtung (Z) und parallel zur Gegenlagerfläche verläuft, schwenkbar ist.

17. Aerostatisches Lager nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerschuh (42) auch um eine zweite Achse schwenkbar ist, die rechtwinklig zur ersten Achse und parallel zur Gegenlagerfläche verläuft.

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der schwenkbare Lagerschuh (42) ein Kugelkopflager aufweist und so beliebig schwenkbar ist.

19. Aerostatisches Lager nach Anspruch 16, 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Lagerschuh (42) so ausgestaltet ist, daß in Bewegungsrichtung der sich am Lagerschuh (42) vorbeibewegenden Gegenlagerfläche die Tragkraft des Lagers (42) zunimmt.

20. Aerostatisches Lager nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Gasaustrittsöffnungen (46) in der Lagerfläche (44) des Lagerschuhs (42) in Bewegungsrichtung der sich am Lagerschuh (42) vorbeibewegenden Gegenlagerfläche zunimmt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 2

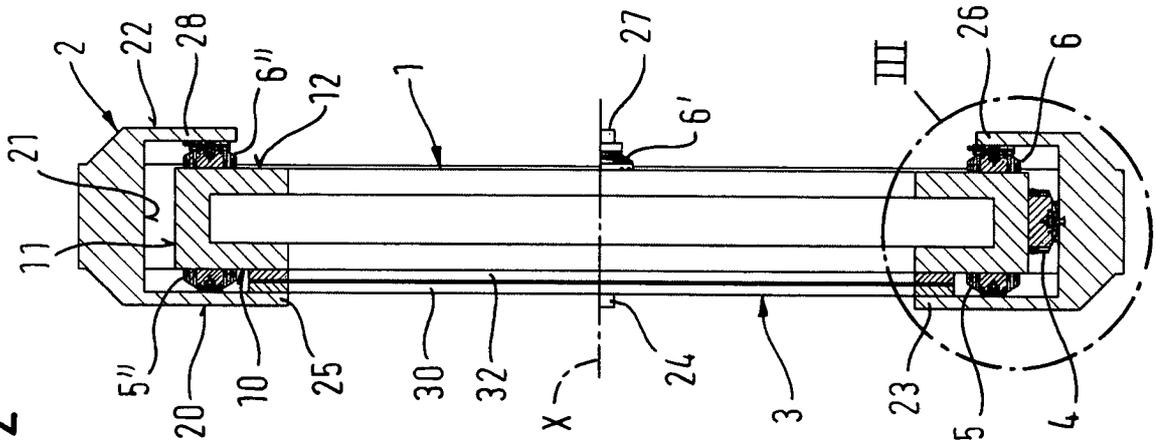


Fig. 1

