



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 01 040 T2** 2005.09.08

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 241 701 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H01J 35/10**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 01 040.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 004 031.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.02.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.09.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.08.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.09.2005**

(30) Unionspriorität:

2001048641 23.02.2001 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Kabushiki Kaisha Toshiba, Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

**Nakamuta, Hironori, Minato-ku, Tokyo 105-8001,
JP; Iwase, Mitsuo, Minato-ku, Tokyo 105-8001, JP**

(74) Vertreter:

Henkel, Feiler & Hänzel, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Drehanoden-Röntgenröhre**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Drehanoden-Röntgenstrahlröhre, und insbesondere auf eine Drehanoden-Röntgenstrahlröhre, die es gestattet, eine Abtragung des Lagerabschnitts des Drehmechanismus, welcher das Anodentarget drehbar lagert, zu verhindern.

[0002] Die Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ist als Elektronenröhre bekannt, bei der ein sich drehendes Anodentarget mit einem Elektronenstrahl bestrahlt wird, um so das Anodentarget einen Röntgenstrahl emittieren zu lassen, und wird beispielsweise für eine medizinische Diagnosevorrichtung verwendet.

[0003] [Fig. 1](#) zeigt eine Schnittansicht, die schematisch ein Teil der herkömmlichen Drehanoden-Röntgenstrahlröhre darstellt. Wie in der Zeichnung dargestellt ist, umfasst die herkömmliche Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ein in einem Vakuumkolben (nicht dargestellt) angeordnetes Anodentarget **91**. Das Anodentarget **91** ist an einer Lagerwelle **92** befestigt und die Lagerwelle **92** ist mit einem Drehmechanismus **93** verbunden.

[0004] Der Drehmechanismus **93** umfasst einen Rotorabschnitt und einen Statorabschnitt. Der Rotorabschnitt umfasst einen Zwischenrotor **94**, der mit der Lagerwelle **92** verbunden ist, einen an der Außenfläche des Zwischenrotors **94** angebrachten Außenrotor **95** und einem an der Innenfläche des Zwischenrotors **94** angebrachten Innenrotor **96**. Ein Stator **97** ist in dem Innenbereich des Innenrotors **96** so eingesetzt, dass er mit dem Innenrotor **96** gekoppelt ist. Diejenige Öffnung des Innenrotors **96**, welche der rechten Seite in [Fig. 1](#) entspricht, ist mit einem Axial- bzw. Schubring **98** abgedichtet, und der Stator **97** erstreckt sich durch den Schubring **98** nach außen. Dynamische Gleitlager, die sogenannte Flüssigkeits-schichtlager oder metallgeschmierte Lager sind, sind zwischen dem den Rotorabschnitt bildenden Innenrotor **96** des Drehmechanismus **93** und dem den Statorabschnitt bildenden Stator **97** des Drehmechanismus **93** sowie zwischen dem Schubring **98** und dem obengenannten Stator **97** ausgebildet. Genauer gesagt ist ein Paar Spiralnuten bzw. -rillen in jedem der zwei in der Axialrichtung voneinander beabstandeten Bereiche ausgebildet, beispielsweise der Stator **97**, und ein flüssiges Metallschmiermittel wird den Spiralrillen und den Umfangsbereichen derselben zugeführt, um so dynamische Radialgleitlager **99A** und **99B** zu bilden.

[0005] Ferner ist eine Spiralnut mit Fischgrätmuster an der Randfläche des auf der linken Seite von [Fig. 1](#) gezeigten Stators **97** ausgebildet. Ein Flüssigmetallschmierstoff wird auch der Spiralnut und dem Randbereich derselben zugeführt, um ein dynamisches Axialgleitlager **100A** zu bilden. Ebenso ist eine Spiral-

rille eines Fischgrätmusters auf der Oberfläche, die der rechten Seite von [Fig. 1](#) entspricht, des Schubrings **98** ausgebildet, der einem Abstufungsabschnitt **97A** des Stators **97** zugewandt ist, und ein Flüssigmetallschmierstoff wird der Spiralnut und dem Umfangsbereich derselben zugeführt, um so ein dynamisches Axialgleitlager **100B** zu bilden. Übrigens bezeichnet der in [Fig. 1](#) angegebene Buchstabe "M" die Röhrenachse.

[0006] Bei der Drehanoden-Röntgenstrahlröhre des oben beschriebenen Aufbaus wird ein dynamisches Gleitlager als Lager des Drehmechanismus verwendet. Es kann aber auch ein Wälzlager, wie z. B. ein Kugellager, in dem Lager des Drehmechanismus verwendet werden.

[0007] Das dynamische Gleitlager wird während der Drehung nicht abgetragen und somit kommt es zu keinem Heißlaufen bzw. Verbrennen in dem Lager, auch wenn das dynamische Gleitlager mit hoher Geschwindigkeit gedreht wird. Der Rotor wird jedoch mit dem Stator zu Beginn der Drehung und beim Anhalten der Drehung in Kontakt gebracht. Auch wenn das dynamische Gleitlager mit niedriger Winkelgeschwindigkeit gedreht wird, führt das dynamische Gleitlager seine Funktion unter dem Zustand aus, dass der Rotor teilweise mit dem Stator in Kontakt gehalten wird, um so einen sogenannten "gemischten Schmierzustand" herzustellen, bei dem die Kontaktkraft und der dynamische Druck gleichzeitig ausgeübt werden. Daraus folgt, dass, wenn die Last des Rotors groß ist, auf den Kontaktabschnitt eine starke Beanspruchung einwirkt.

[0008] Infolgedessen wird die Lagerfläche zur Startzeit abgetragen, oder wenn die Drehung des Rotors angehalten wird. Hierbei kommt es zu einem Heißlaufen und der Rotor und der Stator greifen ineinander ein, um sich aneinander im Kontaktabschnitt festzufressen, wodurch die Lebensdauer gesenkt wird. Auch wenn der Rotor ein hohes Trägheitsmoment aufweist, erhöht sich die Energie, die erzeugt wird, wenn die Drehung des Rotors angehalten wird, und senkt so die Lebensdauer. Insbesondere wenn das Schwerkraftzentrum des Drehabschnitts außerhalb des Lagers positioniert ist, wird die auf den Kontaktabschnitt ausgeübte Kraft größer als die tatsächliche Last, so dass dies eine schädigende Wirkung auf die Lebensdauer hat.

[0009] Es ist auch anzumerken, dass das dynamische Gleitlager zu Beginn der Drehung ein hohes Drehmoment erfordert. Daraus folgt, dass eine Drehstartvorrichtung, die ein hohes Drehmoment erzeugt, erforderlich ist, so dass die Vorrichtung sperrig wird und der Energieverbrauch steigt. Wenn die Winkelgeschwindigkeit der Drehung erhöht wird, erhöht sich auch die Wärmeerzeugung, die aus der Scherkraft des flüssigen Metallschmierstoffs entsteht, um die

Temperatur des flüssigen Metallschmierstoffs zu erhöhen. Falls die Temperatur des flüssigen Metallschmierstoffs steigt, sinkt die Viskosität des flüssigen Metallschmierstoffs und verkürzt die Lebensdauer des flüssigen Metallschmierstoffs.

[0010] Andererseits ist das Wälzlager insofern von Vorteil, als der Aufbau des Lagers einfach ist und die Herstellung des Lagers erleichtert wird. Da ferner der Rotor zur Startzeit und bei Anhalten der Drehung des Rotors nicht in Kontakt mit dem Stator gebracht wird, wird die Abtragung des Rotors und des Stators verhindert. Die Lagerfläche wird jedoch unter dem Zustand einer Hochgeschwindigkeitsdrehung oder unter dem Zustand einer starken Last abgetragen, so dass es zur Rissbildung kommt und das Geräusch während der Drehung verstärkt wird, mit dem Ergebnis, dass das Drehmoment erhöht wird, so dass ein Heißlaufen im Lager verursacht wird und Lärm entsteht.

[0011] US-A-4 357 555 offenbart eine Drehanoden-Röntgenstrahlröhre mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1. Diese Röntgenstrahlröhre ist mit einem Lagermechanismus zum Lagern des Rotorabschnitts versehen, und der Lagermechanismus besteht aus einem Paar axial versetzter dynamischer Radialgleitlager und einem Paar axial versetzter Kugellager, welche den Rotorabschnitt radial und axial zusätzlich zu einem axialen Magnetlager lagern. Die Kugellager arbeiten permanent und lagern den Rotorabschnitt axial, wenn das axiale Magnetlager nicht betätigt ist bzw. wird.

[0012] Weitere vorbekannte Röntgenstrahlröhren mit Lagermechanismen, die aus Kombinationen aus dynamischen Gleitlagern und Wälzlagern bestehen, sind in DE 199 31 296 A1 und US-A-4 677 651 offenbart.

[0013] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Drehanoden-Röntgenstrahlröhre bereitzustellen, welche die Abtragung im Lagerabschnitt des Drehmechanismus ausschalten kann, um so gute Dreieigenschaften über lange Zeiträume zu gewährleisten.

[0014] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Drehanoden-Röntgenstrahlröhre bereitgestellt, wie sie in Anspruch 1 definiert ist. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0015] Die Erfindung ist besser aus der folgenden detaillierten Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen verständlich, in denen zeigen:

[0016] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht, die schematisch als Beispiel den Aufbau eines Teils der herkömmli-

chen Drehanoden-Röntgenstrahlröhre zeigt,

[0017] [Fig. 2](#) eine Schnittansicht, die schematisch den Aufbau eines Teils einer Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt,

[0018] [Fig. 3](#) eine Schnittansicht, die schematisch den Aufbau des Drehmechanismus zeigt, der in einer Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist,

[0019] [Fig. 4](#) eine Schnittansicht, die schematisch den Aufbau des Hauptabschnitts des Drehmechanismus zeigt, der in einer Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist,

[0020] [Fig. 5](#) eine Schnittansicht zur schematischen Darstellung des Aufbaus des Hauptabschnitts des Drehmechanismus, der in einer Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist,

[0021] [Fig. 6](#) eine Schnittansicht zur schematischen Darstellung des Aufbaus des Hauptabschnitts des Drehmechanismus, der in einer Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist, und

[0022] [Fig. 7](#) eine Schnittansicht zur schematischen Darstellung des Aufbaus des Hauptabschnitts des Drehmechanismus, der in einer Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist.

[0023] Die Drehanoden-Röntgenstrahlröhren gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0024] [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht, die schematisch den Aufbau einer Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0025] Wie in der Zeichnung gezeigt ist, umfasst die Drehanoden-Röntgenstrahlröhre gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Vakuumkolben **10**. Nur ein Teil des Vakuumkolbens **10** ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Innerhalb des Vakuumkolbens **10** sind eine Kathode **8**, die einen Elektronenstrahl emittiert, und ein Anodentarget **11** angeordnet, auf das ein von der Kathode **8** emittierter Elektronenstrahl auftrifft, um zu bewirken, dass das Anodentarget **11** einen Röntgenstrahl emittiert. Das Anodentarget **11** ist an einer Lagerwelle **12** befestigt, die Lagerwelle **12** ist mit einem Drehmechanismus **13** verbunden und das Anodentarget **11** wird drehbar über den

Drehmechanismus **13** gelagert bzw. gehalten.

[0026] Der Drehmechanismus **13** umfasst einen Rotorabschnitt und einen Statorabschnitt. Der Rotorabschnitt weist beispielsweise einen Zwischenrotor **14** auf, mit dem die Lagerwelle **12** direkt verbunden ist, einen mit der Außenfläche des Zwischenrotors **14** verbundenen Außenrotor **15** und einen mit der Innenfläche des Zwischenrotors **14** verbundenen Innenrotor **16**. Ferner ist ein Stator **17** in den Innenbereich des inneren Rotors **16** so eingesetzt, dass er mit dem Innenrotor **16** gekoppelt ist. Die Öffnung des Innenrotors **16** auf der rechten Seite in [Fig. 2](#) ist mit einem Druck- bzw. Schubring **18** versiegelt, und der Stator **17** erstreckt sich durch den Druckring **18** nach außen. In dem Drehmechanismus **13** des oben beschriebenen Aufbaus sind dynamische Gleitlager, die sogenannte Flüssigkeitsschichtlager oder Metallschmierstofflager sind, beispielsweise zwischen dem Innenrotor **16**, der den Rotorabschnitt des Drehmechanismus **13** bildet, und dem Stator **17**, der den Statorabschnitt des Drehmechanismus **13** bildet, sowie zwischen dem obengenannten Druckring **18** und dem Stator **17** ausgebildet.

[0027] Beispielsweise ist ein Paar Spiralnuten in jedem von zwei voneinander beabstandeten Bereichen in der Axialrichtung des Stators **17** ausgebildet, und ein flüssiger Metallschmierstoff wird diesen Spiralnuten und dessen Umfangsabschnitten zugeführt, um so dynamische Radialgleitlager **19A** und **19B** zu bilden.

[0028] Eine Spiralnut mit einem Fischgrätmuster ist an der Randfläche des Stators **17** auf der linken Seite in [Fig. 2](#) ausgebildet, und ein flüssiger Metallschmierstoff wird der Spiralnut und deren Umfangsabschnitt zugeführt, um ein dynamisches Axialgleitlager **20A** zu bilden. Ebenso ist auch auf der auf der rechten Seite von [Fig. 2](#) gezeigten Oberfläche des Druckrings, der einem Stufenabschnitt **17A** des Stators **17** zugewandt ist, eine Spiralnut eines Fischgrätmusters ausgebildet, und ein flüssiger Metallschmierstoff wird der Spiralnut und deren Umfangsabschnitt zugeführt, um ein zusätzliches dynamisches Axialgleitlager **20B** zu bilden.

[0029] Ferner sind Wälzlager, z. B. Kugellager **21A** und **21B**, in zwei voneinander beabstandeten Bereichen der Außenumfangsfläche in der Axialrichtung des Stators **17** ausgebildet. Beispielsweise ist das Kugellager **21A** an der Außenseite in der Axialrichtung des dynamischen Radialgleitlagers **19A** ausgebildet, das auf der linken Seite in [Fig. 2](#) positioniert ist. Andererseits ist das Kugellager **21B** an der Außenseite in der Axialrichtung des dynamischen Radialgleitlagers **19B** ausgebildet, welches auf der rechten Seite in [Fig. 2](#) positioniert ist.

[0030] Die Kugellager **21A** und **21B** sind so ange-

ordnet, dass deren Rollflächen, z. B. die Kugeloberflächen, während des Betriebs nicht mit der Innenfläche des Rotors **16** in Kontakt gebracht werden, z. B. wenn der Rotorabschnitt des Drehmechanismus **13** mit gewöhnlicher Drehgeschwindigkeit gedreht wird. Andererseits ist der Innenrotor **16** so angeordnet, dass er ein sog. "touch down"-Phänomen zustande bringt, bei dem der Innenrotor **16** mit den Rollflächen der Kugellager **21A**, **21B** beispielsweise in dem Fall in Kontakt kommt, in dem die Drehwelle des Drehmechanismus **13** relativ zur Achse des Stators **17** geneigt ist, um so einen Teil des Innenrotors **16** in einen Bereich nahe dem Stator **17** zu Beginn oder beim Anhalten des Betriebs zu bringen. Genauer gesagt ist der Lagermechanismus so aufgebaut, dass er geeignete Zwischenräume zwischen dem Kugellager **21A** und dem Innenrotor **16** und zwischen dem Kugellager **21B** und dem Innenrotor **16** bereitstellt, wenn der Rotorabschnitt des Drehmechanismus **13** mit gewöhnlicher Drehgeschwindigkeit gedreht wird. Bei dem Drehmechanismus **13** ist es allgemein erwünscht, dass der Lagerspalt zwischen der Außenfläche des Stators **17** und der Innenfläche des Rotors **16** nicht größer als 20 µm ist, vorzugsweise in einem Bereich von zwischen 5 µm und 15 µm liegt, um so die Bildung von die Kugellager **21A**, **21B** aufnehmenden Ausnehmungen in dem Stator **17** zu ermöglichen. Es ist auch erwünscht, dass jede Distanz zwischen der oberen Innenseite des Spalts des Kugellagers **21A** und der Innenfläche des Rotors **16** sowie die Distanz zwischen der oberen Innenseite des Kugellagers **21B** und der Innenfläche des Rotors **16** in einen Bereich zwischen 2 µm und 12 µm fallen, um zu ermöglichen, dass die Kugellager **21A**, **21B** um etwa 3 µm von der Außenfläche des Stators **17** vorstehen. Übrigens stellt der in [Fig. 2](#) angegebene Buchstabe "M" die Röhrenachse dar.

[0031] Gemäß der Drehanoden-Röntgenröhre des obigen Aufbaus wird der Innenrotor **16** mit den Kugellagern **21A**, **21B** in Kontakt gebracht, um so den direkten Kontakt zwischen dem Innenrotor **16** und dem Stator **17** in dem Fall zu vermeiden, in dem der Rotorabschnitt des Drehmechanismus **13** zur Startzeit oder bei Einstellung des Betriebs geneigt ist. Infolgedessen kann die Abtragung und das Heißlaufen der Lagerfläche verhindert werden und die Lebensdauer in Anbetracht des Festfressens verlängert werden.

[0032] Wenn übrigens der Betrieb unter dem Zustand angehalten wird, bei dem sich beispielsweise die Röhrenachse im wesentlichen in der Horizontalrichtung erstreckt und die Achse des Innenrotors **16** geneigt ist, ist es sehr wahrscheinlich, dass die beiden Randabschnitte an der Außenumfangsfläche des Innenrotors **16** in Kontakt mit dem Stator **17** gelangen. Bei dieser Situation sind die Kugellager **21A**, **21B** an beiden Randabschnitten des Innenrotors **16** angeordnet, d. h. in den Außenbereichen in der Axialrichtung des dynamischen Radialgleitlagers.

[0033] Der Lagermechanismus ist nicht so aufgebaut, dass er den Kontakt zwischen dem Innenrotor **16** und dem Stator **17** in der Axial- bzw. Schubrichtung verhindert. Der spezielle Lagermechanismus ist jedoch insofern von Vorteil, als der Aufbau des Lagermechanismus einfach ist. Auch wenn beispielsweise eine Röntgenstrahlröhre für eine CT-Vorrichtung vorhanden ist, bei der die Röntgenstrahlröhre in vielen Fällen mit der sich in der Horizontalrichtung erstreckenden Röhrenachse verwendet wird, kommt es kaum zu einem praktischen Problem, weil der Innenrotor **16** kaum mit dem Stator **17** in der Axialrichtung in Kontakt gebracht wird.

[0034] Die Drehanoden-Röntgenstrahlröhren gemäß den zweiten bis sechsten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) beschrieben. Es ist anzumerken, dass die obere Hälfte und die untere Hälfte des Innenrotors **16** bzw. des Stators **17** jeweils in Symmetrie in bezug auf die Röhrenachse M sind. Daher ist jede der [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) eine Schnittansicht, die schematisch den Aufbau nur der oberen Hälfte des Innenrotors **16** bzw. des Stators **17** zur Vereinfachung der Zeichnung zeigen. Übrigens werden die Bezugsziffern, die den Elementen der in [Fig. 2](#) gezeigten Röntgenstrahlröhre gegeben wurden, auch den entsprechenden Elementen der Röntgenstrahlröhren gemäß den [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) gegeben, um so eine Beschreibungswiederholung zu vermeiden.

[0035] Die in [Fig. 3](#) gezeigte Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ist so aufgebaut, dass in dem Lagermechanismus auf der Radialseite die dynamischen Gleitlager **19A**, **19B** in zwei Bereichen an dem Stator **17** voneinander in der Richtung der Röhrenachse beabstandet ausgebildet sind, und die Kugellager **21A**, **21B** des sog. "touch down"-Aufbaus jeweils außerhalb der dynamischen Gleitlager **19A**, **19B** ausgebildet sind. Ferner ist in dem Lagermechanismus auf der Axialseite ein Kugellager **22A** ausgebildet, beispielsweise in einer ringförmigen Anordnung zwischen der Randfläche des Stators **17** auf der linken Seite der [Fig. 3](#) und dem Innenrotor **16**, und ein Kugellager **22B** ist beispielsweise in einer ringförmigen Anordnung zwischen dem Stufenabschnitt des Stators **17** und dem Druckring **18** ausgebildet. Die Rollflächen der Kugellager **22A**, **22B** sind von der Kontaktstruktur, dass diese Rollflächen in Kontakt mit dem Innenrotor **16** und dem Stator **17** während der normalen Drehung und beim Anhalten des Betriebs der Röntgenstrahlröhre stehen. Wegen des speziellen Aufbaus dienen die Kugellager **21A** und **21B** dazu, zu verhindern, dass der Innenrotor **16** und der Stator **17** in gegenseitigen Kontakt in der Radialrichtung gebracht werden. Andererseits dienen die Kugellager **22A** und **22B** dazu, zu verhindern, dass der Innenrotor **16** und der Stator **17** in der Axialrichtung in gegenseitigen Kontakt gebracht werden.

[0036] Die in [Fig. 4](#) gezeigte Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ist so aufgebaut, dass die Kugellager **22A**, **22B** einer konstanten Kontaktstruktur in dem Lagermechanismus auf der Radialseite angeordnet sind. Genauer gesagt ist sowohl der Stator **17** als auch der Innenrotor **16** mit Lageraufnahmen versehen, welche die Kugellager **22A** und **22B** aufnehmen, und die Kugellager **22A**, **22B** werden in diesen Lageraufnahmen angeordnet. Andererseits sind die dynamischen Gleitlager **20A**, **20B** sowie die Kugellager **21A** und **21B** der sogenannten "touch down"-Struktur in dem Lagermechanismus auf der Axialseite angeordnet. Gemäß dem speziellen Aufbau des Lagermechanismus dienen die Kugellager **22A**, **22B** dazu, zu verhindern, dass der Innenrotor **16** und der Stator **17** in der Radialrichtung in gegenseitigen Kontakt gebracht werden, und die Kugellager **21A**, **21B** dienen dazu, zu verhindern, dass der Innenrotor **16** und der Stator **17** in der Axialrichtung in gegenseitigen Kontakt gebracht werden.

[0037] Die in [Fig. 5](#) gezeigte Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ist so aufgebaut, dass die dynamischen Gleitlager **19A**, **19B** sowie die Kugellager **21A**, **21B** einer "touch down"-Struktur in dem Lagermechanismus auf der Radialseite angeordnet sind, und die dynamischen Gleitlager **20A**, **20B** sowie die Kugellager **21A**, **21B** einer "touch down"-Struktur ebenfalls in dem Lagermechanismus auf der Axialseite angeordnet sind. Gemäß dem speziellen Aufbau des Lagermechanismus dienen die Kugellager **21A**, **21B** dazu, zu verhindern, dass der Innenrotor **16** und der Stator **17** sowohl in der Axialrichtung als auch in der Radialrichtung zur Startzeit und beim Anhalten des Betriebs der Röntgenstrahlröhre in gegenseitigen Kontakt gebracht werden. Während der normalen Drehung wird die Radialrichtung durch die dynamischen Gleitlager **19A**, **19B** und die Axialrichtung durch die dynamischen Gleitlager **20A**, **20B** gelagert bzw. gehalten.

[0038] Wenn übrigens der Betrieb der Röntgenstrahlröhre in dem Zustand angehalten wird, in dem die Röhrenachse der Röntgenstrahlröhre sich beispielsweise im wesentlichen in vertikaler Richtung erstreckt und die Achse des Innenrotors **16** geneigt ist, ist es möglich, dass der Innenrotor **16** in vielen Fällen mit der Außenumfangsfläche in der Randfläche des Stators **17** in Kontakt kommt. Unter diesen Umständen sind bei der in [Fig. 5](#) gezeigten Röntgenstrahlröhre die Kugellager **21A**, **21B** in dem Außenumfangsflächenbereich in der Randfläche des Stators **17** angeordnet, d. h. auf der Außenseite in der Radialrichtung des dynamischen Radialgleitlagers.

[0039] Die in [Fig. 6](#) gezeigte Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ist so aufgebaut, dass die dynamischen Gleitlager **19A**, **19B** in dem Lagermechanismus auf der Radialseite angeordnet sind. Ferner sind die dynamischen Gleitlager **20A**, **20B** und die Kugellager **21A**, **21B** einer "touch down"-Struktur in dem Lager-

mechanismus auf der Axialseite angeordnet. Gemäß dem Lagermechanismus des speziellen Aufbaus dienen die Kugellager **21A** und **21B** dazu, zu verhindern, dass der Innenrotor **16** und der Stator **17** in der Axialrichtung zur Startzeit und beim Anhalten des Betriebs der Röntgenstrahlröhre in gegenseitigen Kontakt gebracht werden. Übrigens ist der spezielle Lagermechanismus nicht so aufgebaut, dass er einen gegenseitigen Kontakt des Innenrotors **16** und des Stators **17** in der Radialrichtung verhindert. Der spezielle Lagermechanismus ist jedoch einfach im Aufbau. Auch wenn eine Röntgenstrahlröhre für eine Vorrichtung vorhanden ist, bei der die Röntgenstrahlröhre unter dem Zustand eingesetzt wird, dass sich die Röhrenachse in der Vertikalrichtung erstreckt, kommt es kaum zu einem praktischen Problem, da der Kontakt in der Radialrichtung kaum vorkommt.

[0040] Die in [Fig. 7](#) gezeigte Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ist so aufgebaut, dass die Kugellager **21A**, **21B** einer "touch down"-Struktur in dem Außenumfangsabschnitt in der Randfläche des Stators **17** angeordnet sind. In dem Lagermechanismus des speziellen Aufbaus wird der Kontakt in der Axialrichtung und der Kontakt in der Radialrichtung durch die Kugellager **21A**, **21B** verhindert.

[0041] Bei der in [Fig. 2](#) bis [Fig. 7](#) gezeigten Drehanoden-Röntgenstrahlröhre ist das Kugellager jeweils in einem Bereich angeordnet, in dem ein flüssiger Metallschmierstoff geladen ist. Daraus folgt, dass es wünschenswert ist, dass die die Rollfläche bildende Kugel aus einem Metall gebildet ist, beispielsweise einem Stahl, oder aber aus einem Keramikmaterial wie z. B. Siliziumnitrid. Ferner ist es möglich, einen festen Schmierfilm auf die Kugel in dem Fall aufzubringen, in dem die Kugel in das flüssige Metallschmiermittel eingetaucht ist bzw. wird. In diesem Fall ist es erwünscht, dass der feste Schmierfilm aus einem Metall gebildet ist, das leicht mit dem flüssigen Metallschmierstoff benetzbar ist. Beispielsweise ist es erwünscht, dass der feste Schmierfilm aus Blei, Silber, Platin, Gold, Zinn oder Indium gebildet ist.

[0042] In jeder der oben beschriebenen Ausführungsformen sind die Kugellager **21A**, **21B** einer "touch down"-Struktur auf der Seite des Stators angebracht. Es ist aber auch möglich, die Kugellager **21A**, **21B** einer "touch down"-Struktur auf der Seite des Innenrotors **16** anzubringen.

[0043] Ferner sind in jeder der in [Fig. 2](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Ausführungsformen die Wälzlager nicht in der Axialrichtung angeordnet. Bei dem speziellen Aufbau sind keine Bereiche zum Anbringen der Wälzlager erforderlich, so dass es möglich wird, den Außendurchmesser des Stators zu erhöhen und die mechanische Festigkeit des Stators zu verbessern.

[0044] Ferner werden bei jeder der in [Fig. 2](#), [Fig. 5](#)

und [Fig. 6](#) gezeigten Ausführungsformen die Wälzlager einer "touch down"-Struktur verwendet und nicht die Wälzlager einer konstanten Kontaktstruktur. In dem speziellen Aufbau ist es möglich, die Abtragung der Lagerfläche während der Hochgeschwindigkeitsdrehung zu verhindern, um so stabile Dreheigenschaften über einen langen Zeitraum zu erzielen.

Patentansprüche

1. Drehanoden-Röntgenstrahlröhre mit:
 einem Anodentarget (**11**), das zum Emittieren eines Röntgenstrahls konfiguriert ist,
 einem Drehmechanismus (**13**), der so konfiguriert ist, dass er das Anodentarget (**11**) drehbar lagert bzw. haltert, wobei der Drehmechanismus einen Rotorabschnitt (**14**, **15**, **16**) und einen Statorabschnitt (**17**) aufweist,
 einem Vakuumkolben (**10**), der zur Aufnahme des Anodentargets (**11**) und des Drehmechanismus (**13**) konfiguriert ist,
 einem Lagermechanismus, der zwischen dem Rotorabschnitt (**14**, **15**, **16**) und dem Statorabschnitt (**17**) angeordnet ist und ein einen flüssigen Metallschmierstoff verwendendes dynamisches Gleitlager (**19A**, **19B**, **20A**, **20B**) sowie Rollen- bzw. Wälzlager (**21A**, **21B**, **22A**, **22B**) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Rollen- bzw. Wälzlager (**21A**, **21B**, **22A**, **22B**) zwischen dem Statorabschnitt (**17**) und dem Rotorabschnitt (**14**, **15**, **16**) so angebracht sind, dass ihre Wälzflächen nur zu einer Anlaufzeit der Drehanoden-Röntgenstrahlröhre, oder wenn deren Betrieb angehalten ist bzw. wird, in Kontakt mit einer Gegenkontakfläche stehen.

2. Drehanoden-Röntgenstrahlröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen- bzw. Wälzlager (**21A**, **21B**, **22A**, **22B**) außerhalb in der Axialrichtung von radialen dynamischen Gleitlagern (**19A**, **19B**, **20A**, **20B**) angeordnet sind, welche zwischen dem Rotorabschnitt (**14**, **15**, **16**) und dem Statorabschnitt (**17**) angeordnet sind.

3. Drehanoden-Röntgenstrahlröhre nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen- bzw. Wälzlager (**21A**, **21B**, **22A**, **22B**) außerhalb in der Radialrichtung von dynamischen Druck- bzw. Axialgleitlagern (**19A**, **19B**, **20A**, **20B**) angeordnet sind, welche zwischen dem Rotorabschnitt (**14**, **15**, **16**) und dem Statorabschnitt (**17**) angeordnet sind.

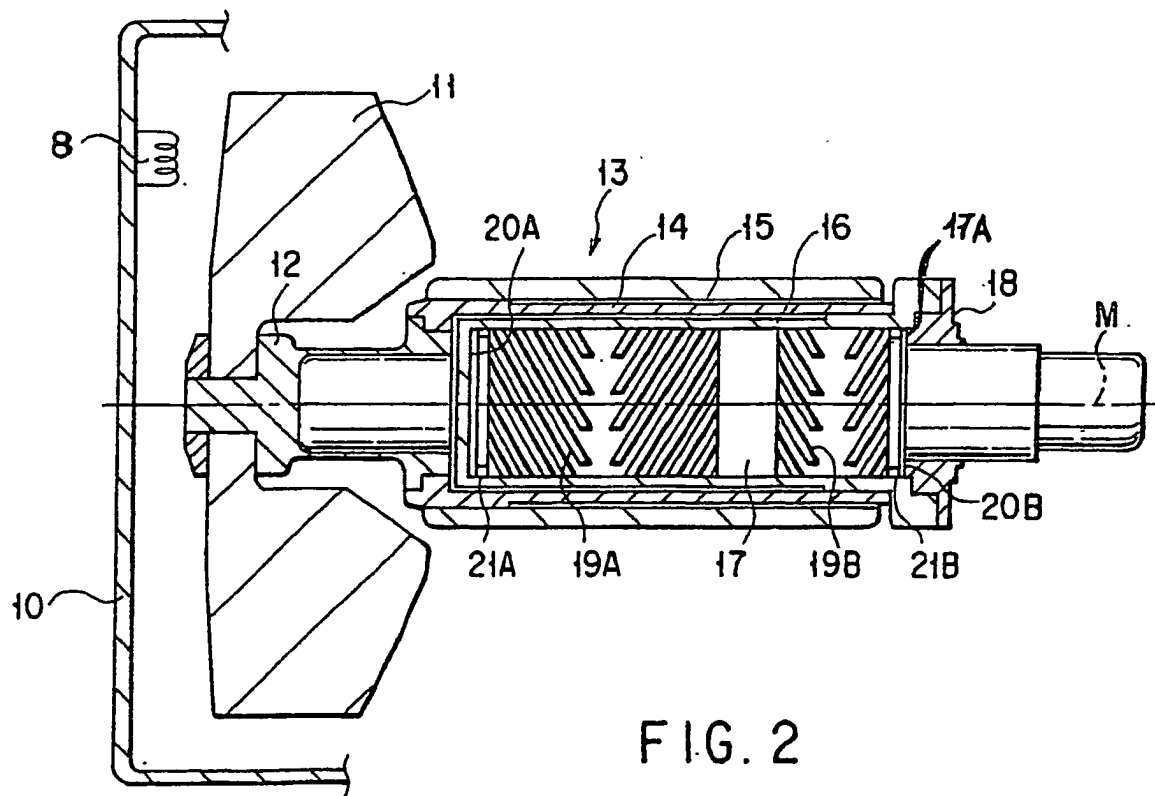
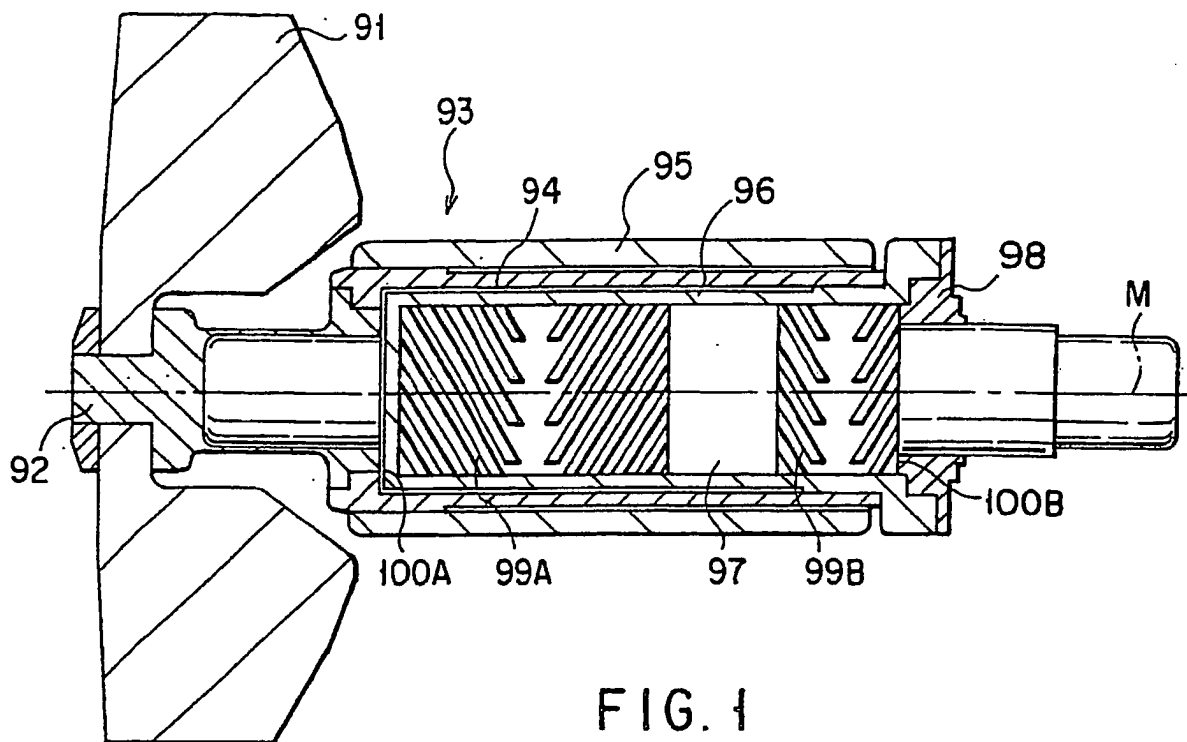
4. Drehanoden-Röntgenstrahlröhre nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen- bzw. Wälzlager (**21A**, **21B**, **22A**, **22B**) an dem Statorabschnitt (**17**) derart angebracht sind, dass die Wälzflächen der Rollen- bzw. Wälzlager (**21A**, **21B**, **22A**, **22B**) bei dem Zustand, bei dem die Achse des Rotorabschnitts (**14**, **15**, **16**) mit der Achse des Sta-

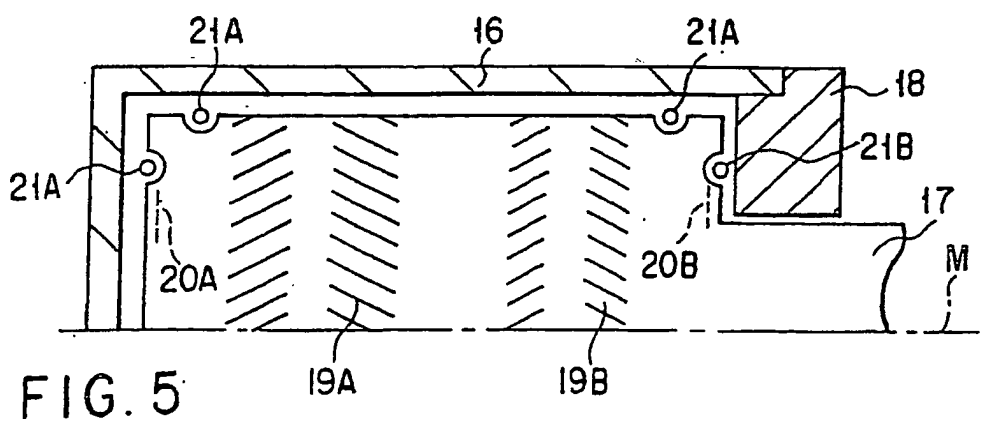
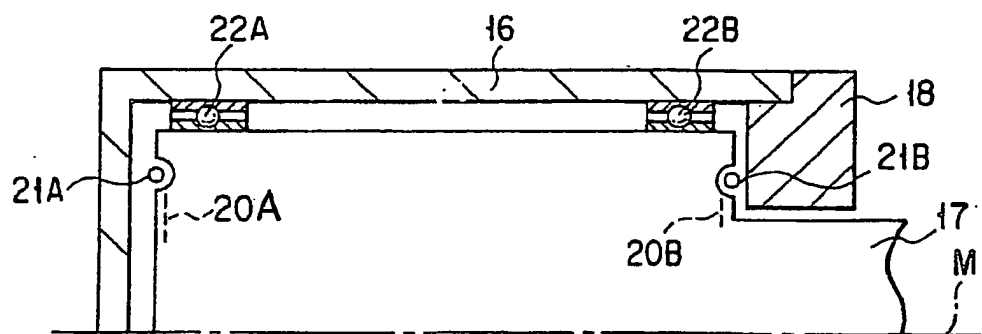
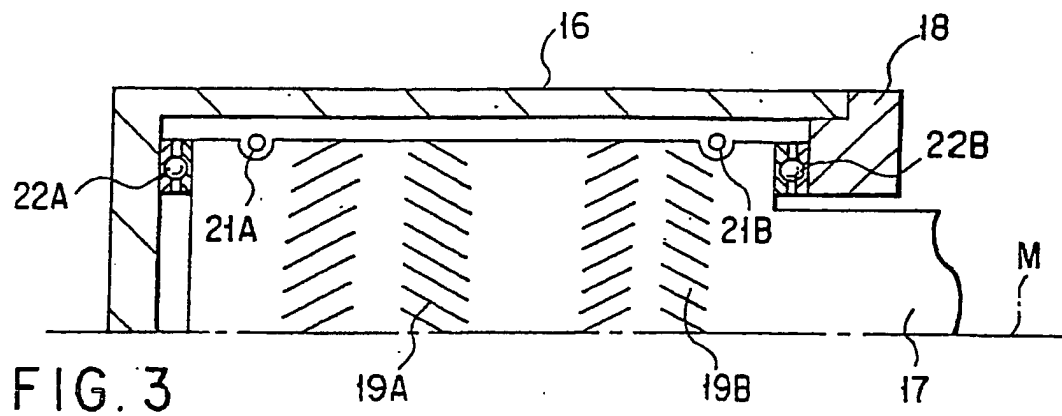
torabschnitts (17) koinzidiert, nicht in Kontakt mit dem Rotorabschnitt (14, 15, 16) stehen, und dass die Wälzflächen der Rollen- bzw. Wälzlager (21A, 21B, 22A, 22B) mit dem Rotorabschnitt (14, 15, 16) bei dem Zustand, bei dem die Achse des Rotorabschnitts (14, 15, 16) in Bezug auf die Achse des Statorabschnitts (17) geneigt ist, in Kontakt gebracht werden.

5. Drehanoden-Röntgenstrahlröhre nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen- bzw. Wälzlager (21A, 21B, 22A, 22B) an dem Rotorabschnitt (14, 15, 16) so angebracht sind, dass die Wälzflächen der Rollen- bzw. Wälzlager (21A, 21B, 22A, 22B) bei dem Zustand, bei dem die Achse des Rotorabschnitts (14, 15, 16) mit der Achse des Statorabschnitts (17) koinzidiert, mit dem Statorabschnitt (17) nicht in Kontakt stehen, und dass die Wälzflächen der Rollen- bzw. Wälzlager (21A, 21B, 22A, 22B) bei dem Zustand, bei dem die Achse des Rotorabschnitts (14, 15, 16) relativ zur Achse des Statorabschnitts (17) geneigt ist, mit dem Statorabschnitt (17) in Kontakt gebracht werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





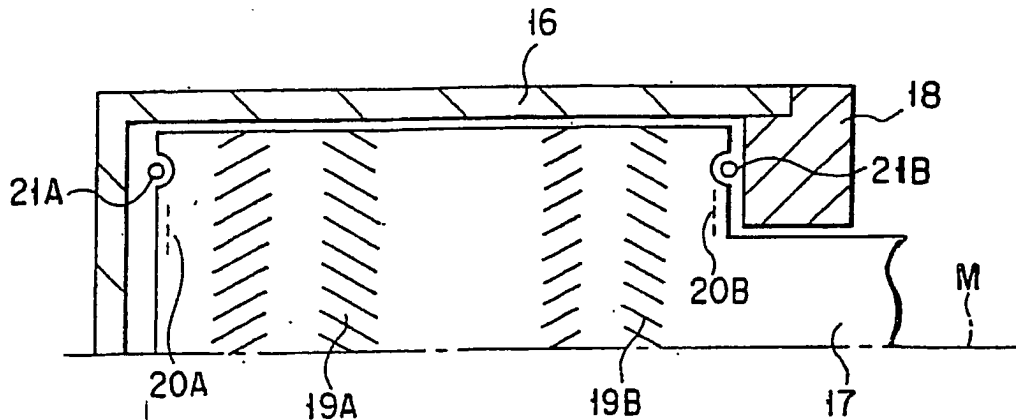


FIG. 6

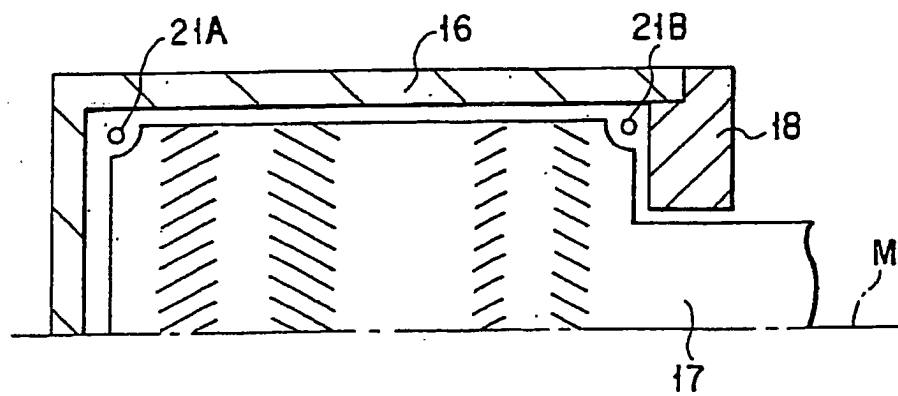


FIG. 7