



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.06.2019 Patentblatt 2019/25**

(51) Int Cl.:  
**H01J 35/10 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **17206612.8**

(22) Anmeldetag: **12.12.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD TN**

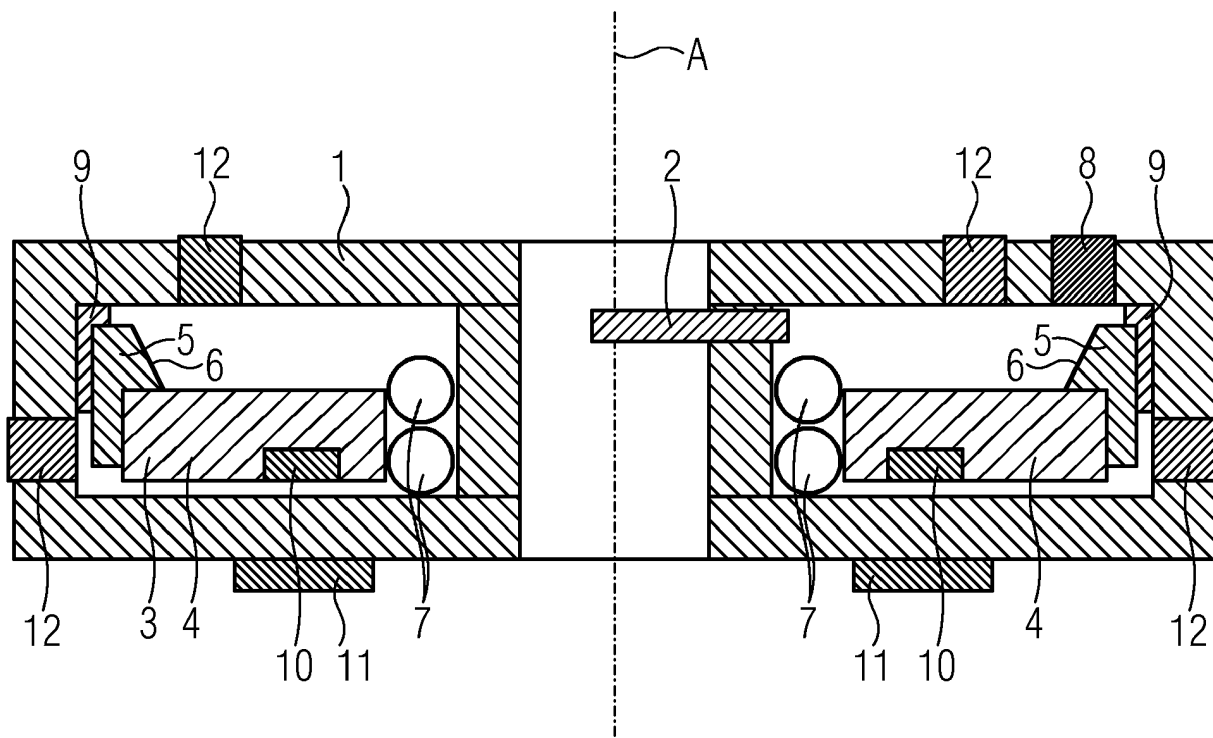
(71) Anmelder: **Siemens Healthcare GmbH**  
**91052 Erlangen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Fürst, Jens**  
**91074 Herzogenaurach (DE)**  
• **Polster, Steffen**  
**90409 Nürnberg (DE)**

(54) **RÖNTGENRÖHRE**

(57) Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhre mit einem Vakuumgehäuse (1) in dem eine Kathode (2) und eine Anode (3) mit einem um eine Drehachse (A) drehbar gelagerten Anodenkörper (4) angeordnet sind, wobei der Anodenkörper (4) einen Emissionsbereich (6) aufweist, der an einer Außenseite des Anodenkörpers (4) angeordnet ist. Erfindungsgemäß umfasst der Anodenkörper

(4) einen Emissionskörper (5), auf dem der Emissionsbereich (6) angeordnet ist, wobei der Emissionskörper (5) an der radialen Außenseite des Anodenkörpers (4) und parallel zur Drehachse (A) angeordnet ist und der Emissionsbereich (6) der Drehachse (A) zugewandt ist. Eine derartige Röntgenröhre ist kompakter aufgebaut.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhre gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Eine derartige Röntgenröhre umfasst ein Vakuumgehäuse, in dem eine Kathode und eine Anode mit einem drehbar gelagerten Anodenkörper angeordnet sind. Der Anodenkörper ist tellerförmig ausgebildet (Anodenteller) und verdrehfest auf einer Rotorwelle (Anodenwelle) angeordnet. Die Rotorwelle ist drehbar in einem Flüssigmetall-Gleitlager oder in einem Wälzlager gelagert. Damit ist eine zuverlässige Rotation des Anodentellers um seine Drehachse (Rotationsachse) gewährleistet. Während des Betriebs liegt die Kathode auf Spannung und erzeugt Elektronen (z.B. Glühemission). Die Elektronen werden zu einem Elektronenstrahl fokussiert und in Richtung Anodenkörper beschleunigt. Der Elektronenstrahl trifft in einem Emissionsbereich auf, der an einer axialen Außenseite des Anodenkörpers angeordnet ist, und erzeugt Röntgenstrahlen. Die Röntgenstrahlen treten über ein Strahlenaustrittsfenster aus dem Vakuumgehäuse aus. Der rotierende Anodenkörper wird somit parallel zu seiner Rotationsachse (Drehachse) vom Elektronenstrahl getroffen, wohingegen der Austritt der erzeugten Röntgenstrahlen in radialer Richtung, also senkrecht zur Rotationsachse des Anodenkörpers, erfolgt.

**[0003]** Dies erweist sich insbesondere für den Einsatz bei einer Computertomografie-Anlage (CT-Gerät) als vorteilhaft, da die Rotationsachse des CT-Geräts und die Rotationsachse der Anode in der Röntgenröhre parallel ausgerichtet werden können. Dadurch können resultierende Coriolis-Kräfte der Röntgenröhre um das Isozentrum vermieden werden. Dieser Aufbau einer Röntgenröhre bedingt, dass Kathode und Anode übereinander angeordnet werden müssen, wodurch bei der Röntgenröhre bzw. beim Röntgenstrahler einer Verringerung der Baulänge und damit des Volumens Grenzen gesetzt sind. Die Baugröße ihrerseits hat maßgeblich Einfluss auf das Gewicht von Röntgenröhre bzw. Röntgenstrahler und damit auf die Dimensionierung der Handhabungsmechanik im CT-Gerät.

**[0004]** Aktuell werden die entsprechenden Röntgenanlagen derart dimensioniert, dass sie alle gängigen Röntgenröhren bzw. Röntgenstrahler tragen und handhaben können.

**[0005]** Für alle Anwendungen außerhalb der Computertomografie ist der Einfluss der Rotationsebene der Anode deutlich schwächer ausgeprägt oder überhaupt nicht relevant, weshalb alternative, kompaktere Konzepte realisierbar sind.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Röntgenröhre der eingangs genannten Art zu schaffen, die kompakter aufgebaut ist.

**[0007]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Röntgenröhre gemäß Anspruch 1 gelöst. Voreilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Röntgenröhre sind jeweils Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

**[0008]** Die Röntgenröhre nach Anspruch 1 umfasst ein Vakuumgehäuse in dem eine Kathode und eine Anode mit einem um eine Drehachse drehbar gelagerten Anodenkörper angeordnet sind, wobei der Anodenkörper einen Emissionsbereich aufweist, der an einer Außenseite des Anodenkörpers angeordnet ist und auf den während des Betriebs der Röntgenröhre der Elektronenstrahl trifft. Erfindungsgemäß umfasst der Anodenkörper einen Emissionskörper, auf dem der Emissionsbereich angeordnet ist, wobei der Emissionskörper an der radialen Außenseite des Anodenkörpers und parallel zur Drehachse angeordnet ist und der Emissionsbereich der Drehachse zugewandt ist. Bei der erfindungsgemäßen Lösung ist der Elektronenstrahl somit senkrecht zur Drehachse des Anodenkörpers (und damit parallel zu dessen Rotationsebene) geführt.

**[0009]** Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist der Emissionsbereich von dem Anodenkörper thermisch entkoppelt und zwischen einer Innenseite des Vakuumgehäuses und dem Anodenkörper ist ein mit einem Kühlmittel gefülltes Kühlmittelreservoir angeordnet, mit dem der Emissionskörper thermisch gekoppelt ist (Anspruch 2). Dadurch, dass bei dieser Ausgestaltung der Emissionsbereich thermisch entkoppelt vom Anodenkörper und nahe am Kühlmittelreservoir angeordnet ist, erfolgt der Wärmetransport direkt in das Kühlmittel im Kühlmittelreservoir und gewährleistet damit eine wirkungsvolle Entwärmung des Emissionskörpers (Direktkühlung des Emissionskörpers). Ein Wärmefluss vom Emissionskörper in den Anodenkörper findet damit kaum statt, so dass der Anodenkörper bei dieser Entwärmung deutlich weniger erwärmt wird als bei den bisher bekannten Röntgenröhren. Da höchstens nur eine geringe Erwärmung des Anodenkörpers durch Wärmeabstrahlung aus dem Emissionskörper erfolgt, muss auch kaum Wärme über die Rotorwelle und die entsprechenden Lager abgeführt werden. Man erhält damit eine gute Trennung von Lagerung und Wärmetransport.

**[0010]** Aufgrund der Trennung von Lagerung und Wärmetransport (Entwärmung) kann die Lagerung der Anode durch die bereits bekannte hydrodynamische Lagerung (Flüssigmetall-Gleitlager) realisiert werden. Für eine derartige Lagerung sind dann nicht mehr die bisher erforderlichen engen Toleranzen erforderlich.

**[0011]** Durch die Trennung der Funktionen Lagerung und Wärmetransport sind dann auch Lagerungen möglich, die bisher aufgrund der Wärmeabfuhr (Entwärmung) über die Lagerung nicht realisiert werden konnten. Hierzu zählen eine Gleitlagerung auf Hochtemperaturwerkstoffen (beispielsweise Metall gegen Keramik) oder hochtemperaturbeständige und schnellauffähige Kugellager bzw. Rollenlager.

**[0012]** Aufgrund der funktionalen Trennung von Lagerung und Entwärmung kann auch eine Vielzahl weiterer Materialien für den Anodenkörper (Anodenteller) verwendet werden, z.B. Keramik anstelle von wärmeleitfähigen Metallen.

**[0013]** Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausge-

staltung ist das Kühlmittelreservoir an der Innenseite des Vakuumgehäuses angeordnet (Anspruch 3). Das Vakuumgehäuse nimmt damit zumindest teilweise die Wärme des Kühlmittels aus dem Kühlmittelreservoir auf. Da das Vakuumgehäuse in einem mit Kühlmittel gefüllten Strahlergehäuse angeordnet ist, wird die vom Vakuumgehäuse aufgenommene Wärme über das im Strahlergehäuse zirkulierende Kühlmittel entwärmt. Falls im Einzelfall die Zirkulation des Kühlmittels im Strahlergehäuse nicht ausreichend sein sollte, kann das Kühlmittel im Strahlergehäuse zusätzlich über einen Wärmetauscher geführt werden. Das Kühlmittel im Kühlmittelreservoir wird damit über das im Strahlergehäuse zirkulierende Kühlmittel besonders wirkungsvoll entwärmt.

**[0014]** In vorteilhafter Weise ist das Kühlmittel im Kühlmittelreservoir ein Flüssigmetall (Anspruch 4). Ein hierfür geeignetes Flüssigmetall ist eine eutektische Legierung aus Gallium (Ga), Indium (In) und Zinn (Sn). Eine derartige GalnSn-Legierung ist z.B. unter dem Markennamen Galinstan® bekannt und besteht aus 68,5 Gew.-% Gallium sowie 21,5 Gew.-% Indium und 10 Gew.-% Zinn.

**[0015]** Die erfindungsgemäße Lösung ist sowohl für eine Röntgenröhre geeignet, bei der der Anodenkörper verdrehfest auf einer Anodenwelle angeordnet ist (Anspruch 5) als auch für eine Röntgenröhre, bei der der Anodenkörper als Anodenring ausgebildet ist (Anspruch 6).

**[0016]** Ein als Anodenring ausgebildete Anodenkörper (Anspruch 6) weist gegenüber einem Anodenteller aus gleichem Material eine entsprechend geringere Masse auf. Darüber hinaus entfällt die Rotorwelle auf der der Anodenteller verdrehfest angeordnet ist, was zu einer weiteren Reduzierung der rotierenden Masse führt. Damit werden während des Betriebs die bei der Bewegung der Röntgenröhre im Raum auftretenden Kräfte vorteilhaft aufgenommen. Aufgrund der deutlich geringeren Masse bzw. des deutlich geringeren Gewichts ist diese Ausgestaltung besonders gut für einen Einsatz geeignet, bei dem die Röntgenröhre und damit der Röntgenstrahler Verkippungen und/oder Rotationen ausgesetzt ist, wie dies z.B. in Computertomografie-Geräten der Fall ist.

**[0017]** Bei einer Ausgestaltung des Anodenkörpers als Anodenring ist eine Ausgestaltung der Röntgenröhre, bei der der Anodenring an einer drehachsenfernen Position gelagert ist, besonders vorteilhaft (Anspruch 7). Damit ist auch der Emissionskörper drehachsenfern angeordnet.

**[0018]** Für bestimmte Anwendungsfälle kann für die Röntgenröhre auch eine Ausführungsform gewählt werden, bei der der Anodenring an einer drehachsennahen Position gelagert ist (Anspruch 8). Damit ist auch der Emissionskörper drehachsennah angeordnet.

**[0019]** Der elektrische Antrieb des Anodenkörpers ist vorzugsweise als bürstenloser Antrieb ausgeführt. Hierzu ist auf einer Unterseite des Anodenkörpers eine vorgebbare Anzahl von Permanentmagneten angeordnet. Eine Außenseite des Vakuumgehäuses (Anspruch 10) oder eine Innenseite des Vakuumgehäuses (Anspruch

11) weist eine vorgebbare Anzahl von stromdurchflossenen Wicklungen auf.

**[0020]** Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist die Röntgenröhre dadurch gekennzeichnet, dass das Vakuumgehäuse im Bereich des Kühlmittelreservoirs wenigstens einen Isolationsring aufweist (Anspruch 12).

**[0021]** Besonders vorteilhaft ist eine Ausgestaltung der Röntgenröhre, bei der der Anodenring an einer drehachsenfernen Position gelagert ist (Anspruch 7). Damit ist auch der Emissionsbereich drehachsenfern angeordnet. Dadurch, dass der Innendurchmesser des Anodenrings von der Drehachse des Anodenrings entfernt liegt, kann für die Lagerposition ein Bereich gewählt werden, der thermisch gut von der Abwärme der Strahlerzeugung im Emissionsbereich zu entkoppeln ist.

**[0022]** Für bestimmte Anwendungsfälle kann für die Röntgenröhre auch eine Ausführungsform gewählt werden, bei der der Anodenkörper an einer drehachsennahen Position gelagert ist (Anspruch 8). Damit ist auch der Brennbereich drehachsennah angeordnet.

**[0023]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Röntgenröhre liegt die Lagerung des Anodenkörpers in einem Bereich, der zumindest teilweise thermisch von der im Anodenkörper bei einer Strahlerzeugung entstehenden Abwärme entkoppelt ist (Anspruch 9). Hierbei ist der Anodenkörper vorzugsweise an einer drehachsenfernen Position gelagert (Anspruch 7).

**[0024]** Nachfolgend wird ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein. FIG 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Röntgenröhre in einer Schnittansicht.

**[0025]** Die in den FIG 1 dargestellte Röntgenröhre umfasst ein stehendes Vakuumgehäuse 1 in dem eine Kathode 2 und eine Anode 3 mit einem um eine Drehachse A (Rotationsachse) drehbar gelagerten Anodenkörper 4 angeordnet sind. Der Anodenkörper 4 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Anodenring ausgebildet. Im Rahmen der Erfindung kann der Anodenkörper 4 auch als Anodenteller (Anodenscheibe) ausgeführt sein. Erfindungsgemäß umfasst der Anodenkörper 4 einen Emissionskörper 5, auf dem der Emissionsbereich 6 angeordnet ist, wobei der Emissionskörper 5 an der radialen Außenseite des Anodenkörpers 4 (Anodenring) und parallel zur Drehachse A angeordnet ist und der Emissionsbereich 6 der Drehachse A zugewandt ist.

**[0026]** Das Vakuumgehäuse 1 der Röntgenröhre ist in einem nicht dargestellten Strahlergehäuse angeordnet, in dem ein Kühlmedium zirkuliert.

**[0027]** Erfindungsgemäß ist der Emissionskörper 5 senkrecht zur Rotationsebene des Anodenkörpers 4 angeordnet und erstreckt sich somit parallel zur Rotationsachse A des Anodenkörpers 4.

**[0028]** Um einen problemlosen Austritt der Röntgenstrahlen sicherzustellen, weist der Emissionskörper 5 auf der Seite, die der Kathode 2 zugewandt ist, einen entsprechend abgeschrägten Emissionsbereich 6 auf.

**[0029]** Dadurch, dass bei der dargestellten Ausführungsform der Röntgenröhre der auf dem Anodenring 4 angeordnete Emissionskörper 5 thermisch entkoppelt sowie einerseits nahe am Vakuumgehäuse 1 und andererseits nahe am Kühlmittelreservoir 8 angeordnet ist, erfolgt der Wärmetransport direkt in das Kühlmittel und gewährleistet damit eine wirkungsvolle Entwärmung des Emissionskörpers 5. Ein Wärmefluss vom Emissionskörper 5 in den Anodenkörper 4 findet damit kaum statt, so dass der Anodenkörper 4 bei dieser Entwärmung deutlich weniger erwärmt wird als bei den bisher bekannten Röntgenröhren. Da höchstens nur eine geringe Erwärmung des Anodenkörpers 4 durch Wärmeabstrahlung aus dem Emissionskörper 5 erfolgt, muss auch kaum Wärme über die entsprechenden Lager 7 abgeführt werden. Man erhält damit eine Trennung von Lagerung und Wärmetransport.

**[0030]** Bei der in FIG 1 dargestellten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Röntgenröhre ist zwischen einer Innenseite des Vakuumgehäuses 1 und der radialen Außenseite des Anodenkörpers 4 (Mantelfläche des Anodenrings 4) in vorteilhafter Weise ein Kühlmittelreservoir 9 angeordnet. Durch diese Maßnahme erhält man über die radiale Außenseite des Anodenring 4, einschließlich des Emissionskörpers 5, eine zuverlässige Entwärmung des durch die Strahlerzeugung heißen Anodenkörpers 4, da der Anodenkörper 4 über seine radiale Außenseite die thermische Energie in Richtung des Vakuumgehäuses 1 abstrahlt. Da das Vakuumgehäuse 1 von einem im Strahlergehäuse zirkulierendem Kühlmedium umströmt wird, findet eine effektive Entwärmung des Emissionskörpers 5 sowie des darauf angeordneten Emissionsbereichs 6 statt. In vorteilhafter Weise ist das Kühlmittelreservoir 9 mit einem Flüssigmetall gefüllt.

**[0031]** Die gezeigte Ausgestaltung bietet eine Vielzahl von Vorteilen. So sind z.B. Lagerung, Ankontaktierung und Entwärmung funktional voneinander getrennt. Weiterhin ist durch zusätzliche Maßnahmen eine direkte Entwärmung des Emissionskörpers 5 in Richtung Vakuumgehäuse 1 (Direktkühlung) realisierbar.

**[0032]** Während des Betriebs liegt die Kathode 2 auf Spannung und emittiert Elektronen (nicht dargestellt). Die emittierten Elektronen werden in Richtung Anodenring 4 beschleunigt und erzeugen beim Auftreffen im Material des Brennbereichs 5 Röntgenstrahlen (nicht dargestellt). Die Röntgenstrahlen treten über ein Strahlenausstrittsfenster 7 aus dem Vakuumgehäuse 1 aus.

**[0033]** Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Anodenring 4 über ein Lager 7 an einer drehachsenfernen Position gelagert. Dadurch, dass der Innendurchmesser des Anodenrings 4 von der Drehachse A des Anodenrings 4 entfernt liegt, erhält man für die Lagerung des Anodenrings 4 in den Lagern 7 einen Bereich, der thermisch gut von der Abwärme der Strahlerzeugung im Emissionsbereich 6 entkoppelt ist.

**[0034]** Bei der in FIG 1 dargestellten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Röntgenröhre ist zwischen einer Innenseite des Vakuumgehäuses 1 und einer Au-

ßenseite des Anodenrings 4 ein Kühlmittelreservoir 9 angeordnet. Durch diese Maßnahme erhält man über die untere Außenseite des Anodenrings 4, einschließlich des Emissionsbereichs 6, eine zuverlässige Entwärmung des durch die Strahlerzeugung heißen Anodenrings 4, da der Anodenring 4 über seine untere Außenseite die thermische Energie in Richtung des Vakuumgehäuses 1 abstrahlt. Da das Vakuumgehäuse 1 von einem im Strahlergehäuse zirkulierendem Kühlmedium umströmt wird, findet eine effektive Entwärmung des Emissionsbereichs 6 statt. In vorteilhafter Weise ist das Kühlmittelreservoir 8 mit einem Flüssigmetall gefüllt.

**[0035]** Die in FIG 1 dargestellte Ausgestaltung bietet eine Vielzahl von Vorteilen.

**[0036]** Dadurch, dass der Anodenkörper bei der dargestellten Ausführungsform als Anodenring 4 ausgebildet ist, wird die rotierende Masse deutlich reduziert. Weiterhin ist es möglich, die Lager 7 konstruktiv so auszuführen bzw. zu dimensionieren, dass eine auftretende Unwucht sowie eine Verkippung der Anode 3 besser als bei den bekannten Anordnungen aufgenommen werden können. So können z.B. Coriolis-Kräfte an einer Position aufgefangen werden, die aufgrund der Hebelgesetze deutlich geringere Lasten in die Lagerung einbringt.

**[0037]** Darüber hinaus sind bei der gezeigten Röntgenröhre Lagerung, Ankontaktierung und Entwärmung funktional voneinander getrennt.

**[0038]** Aufgrund der vorteilhaften Maßnahme, den Anodenkörper als Anodenring 4 auszuführen, muss das Vakuumgehäuse 1 nicht mehr für die Aufnahme eines Anodentellers und einer Anodenwelle (Rotorwelle) ausgelegt sein. Durch die damit verbundene Reduzierung der rotierenden Masse (kein Anodenteller, keine Anodenwelle) werden die Kräfte auf das Lager 7 entsprechend verringert. Weiterhin werden das benötigte Vakuumvolumen und damit die Größe des Vakuumgehäuses 1 signifikant verringert. Gleichzeitig wird die Montage entsprechend vereinfacht.

**[0039]** Schließlich ist durch weitere Maßnahmen eine direkte Entwärmung des Emissionskörpers 5 in Richtung Vakuumgehäuse 1 (Direktkühlung) realisierbar.

**[0040]** Der elektrische Antrieb des Anodenrings 4 ist vorzugsweise als bürstenloser Antrieb ausgeführt, der vorgebbare Anzahl von Permanentmagneten 10 sowie eine vorgebbare Anzahl von stromdurchflossenen Wicklungen 11 umfasst. Die Permanentmagnete 10 sind auf einer Unterseite des Anodenrings 4 angeordnet, wohingegen die stromdurchflossenen Wicklungen 11 auf der benachbarten Außenseite des Vakuumgehäuses 1 angeordnet sind.

**[0041]** Weiterhin weist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel das Vakuumgehäuse 1 im Bereich des Kühlmittelreservoirs 9 eine vorgebbare Anzahl von Isolationsringen 12 auf. Durch die optional vorgesehenen Isolationsringe 12. erhält man über das Flüssigmetall in dem Kühlmittelreservoir 9 eine Ankontaktierung der Anode 3.

**[0042]** Die Anzahl der Wärmeübergänge wird redu-

ziert, da kein Wärmeübergang zwischen dem Brennbereich 5 und einer bei bekannten Lösungen vorhandenen Anodenscheibe stattfinden kann.

**[0043]** Weiterhin ist bei der dargestellten Variante der Wärmeleitwiderstand deutlich verringert, da keine Wärmeleitung zwischen einer Anodenscheibe und einer Anodenwelle stattfindet.

**[0044]** Weiterhin kann bei der erfindungsgemäßen Röntgenröhre die aufgrund der großen Fläche vorhandene gute Wärmeabfuhr nochmals verbessert werden, beispielsweise durch eine konstruktive Vergrößerung der Außenfläche des Vakuumgehäuses 1 durch ein Anbringen von Rippen. Damit kann in der Regel auf eine konstruktiv aufwendige Zwischenstufe einer Wasserkühlung verzichtet werden. Dies reduziert die Komplexität der Anordnung entsprechend, wodurch sich eine erhöhte Zuverlässigkeit ergibt.

**[0045]** Anstelle der dargestellten Lagerung mittels der als Wälzkörper ausgeführten Lager 7 am Innendurchmesser des Anodenrings 4 sind auch alternative, in der Zeichnung nicht dargestellte Lagerungen möglich.

**[0046]** Zu diesen Alternativen zählt beispielsweise eine Lagerung am Außendurchmesser des Anodenrings 4 bzw. außerhalb des Außendurchmessers des Emissionskörpers 5. Auch eine Nutzung des Flüssigmetalls im Kühlmittelreservoir 9 zur Lagerung des Anodenrings 4 ist im Rahmen der Erfindung realisierbar.

**[0047]** Als weitere Alternative ist auch ein eine Lagerung an den Stirnseiten des Anodenrings 4 möglich.

**[0048]** Im Rahmen der Erfindung kann das Lager 7 auch als Wälzlager, Gleitlager oder hydrodynamisches Lager ausgeführt sein.

**[0049]** Wird das Lager 7 als Magnetlager ohne mechanischen Kontakt (Magnetschwebelager) ausgeführt und die Ankontaktierung lediglich durch Flüssigmetall für Kühlung und elektrischen Kontakt realisiert, dann wird eine eventuell auftretende Unwucht der Anode 3 nicht direkt auf das Vakuumgehäuse 1 übertragen.

**[0050]** Obwohl die Erfindung im Detail durch ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben ist, ist die Erfindung nicht auf das in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Ausgehend von der erfindungsgemäßen Lösung, können vom Fachmann auch andere Varianten abgeleitet werden, ohne den Erfindungsgedanken zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Röntgenröhre mit einem Vakuumgehäuse (1) in dem eine Kathode (2) und eine Anode (3) mit einem um eine Drehachse (A) drehbar gelagerten Anodenkörper (4) angeordnet sind, wobei der Anodenkörper (4) einen Emissionsbereich (6) aufweist, der an einer Außenseite des Anodenkörpers (4) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anodenkörper (4) einen Emissionskörper (5) umfasst, auf dem der Emissionsbereich (6) angeordnet ist, wobei der

Emissionskörper (5) an der radialen Außenseite des Anodenkörpers (4) und parallel zur Drehachse (A) angeordnet ist und der Emissionsbereich (6) der Drehachse (A) zugewandt ist.

2. Röntgenröhre nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Emissionskörper (5) von dem Anodenkörper (4) thermisch entkoppelt ist und zwischen einer Innenseite des Vakuumgehäuses (1) und dem Anodenkörper (4) ein mit einem Kühlmittel gefülltes Kühlmittelreservoir (9) angeordnet ist, mit dem der Emissionskörper (5) thermisch gekoppelt ist.
3. Röntgenröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmittelreservoir (9) an der Innenseite des Vakuumgehäuses (1) angeordnet ist.
4. Röntgenröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmittel ein Flüssigmetall ist.
5. Röntgenröhre nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anodenkörper verdrehfest auf einer Anodenwelle angeordnete ist.
6. Röntgenröhre nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anodenkörper als Anodenring (4) ausgebildet ist.
7. Röntgenröhre nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anodenring (4) an einer drehachsenfernen Position gelagert ist.
8. Röntgenröhre nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anodenring (4) an einer drehachsen nahen Position gelagert ist.
9. Röntgenröhre nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerung des Anodenkörpers (4) in einem Bereich liegt, der zumindest teilweise thermisch von der im Anodenkörper (4) bei einer Strahlerzeugung entstehenden Abwärme entkoppelt ist.
10. Röntgenröhre nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Unterseite des Anodenkörpers (4) eine vorgebbare Anzahl von Permanentmagneten (10) und auf einer Außenseite des Vakuumgehäuses (1) eine vorgebbare Anzahl von stromdurchflossenen Wicklungen (11) aufweist.
11. Röntgenröhre nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Unterseite des Anodenkörpers (4) eine vorgebbare Anzahl von Permanentmagneten (10) und auf einer Innenseite des Vakuumgehäuses (1) eine vorgebbare Anzahl von stromdurchflossenen Wicklungen aufweist.

12. Röntgenröhre nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vakuumgehäuse (1) im Bereich des Kühlmittelreservoirs (9) wenigstens einen Isolationsring (12) aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

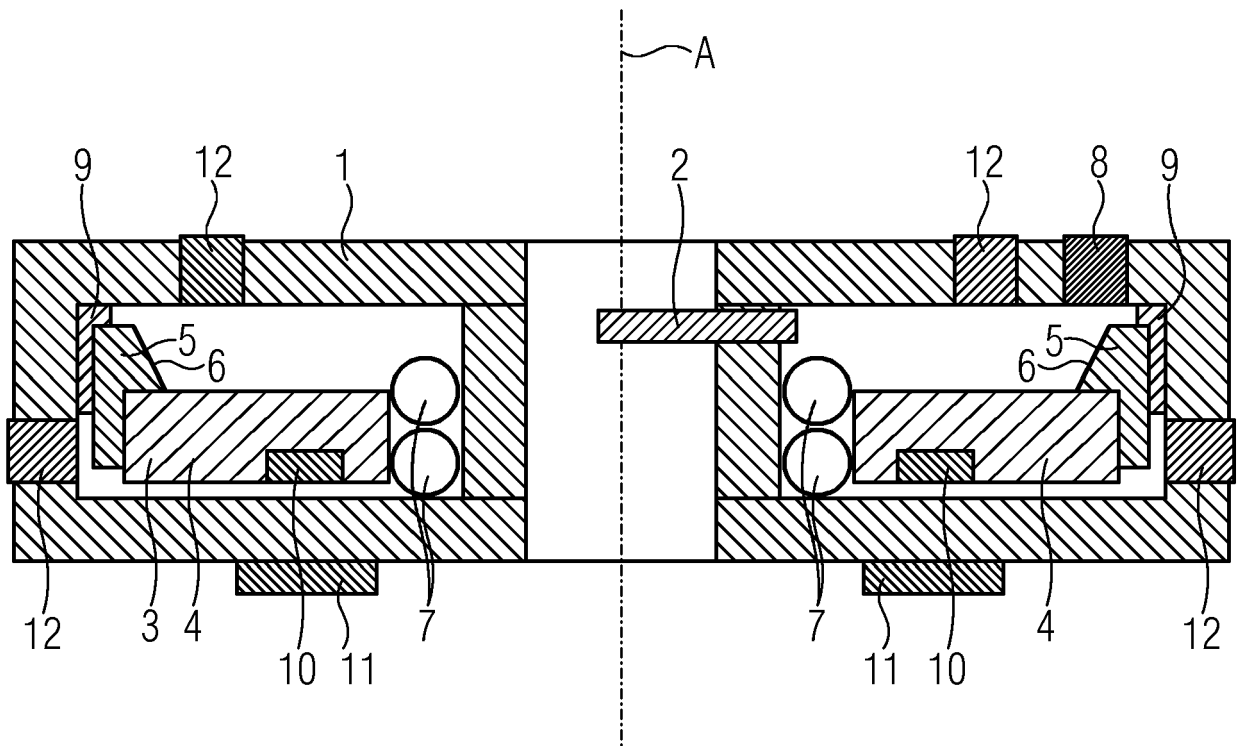
40

45

50

55

6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 17 20 6612

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2003/058995 A1 (KUTSCHERA WOLEGANG [DE] ET AL) 27. März 2003 (2003-03-27) * Abbildung 1 * * Absätze [0013], [0022] - [0038] *	1,5-8	INV. H01J35/10
X	US 2004/120463 A1 (WILSON COLIN [US] ET AL) 24. Juni 2004 (2004-06-24) * Abbildung 1 * * Absätze [0013] - [0035] *	1,5-8, 10,11	
X	US 5 052 034 A (SCHUSTER MANFRED [DE]) 24. September 1991 (1991-09-24) * Abbildung 7 * * Spalte 7, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 7; Anspruch 2 *	1-8,12	
X	DE 30 22 618 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21. Januar 1982 (1982-01-21) * das ganze Dokument *	1,9	
A	WO 95/19039 A1 (VARIAN ASSOCIATES [US]) 13. Juli 1995 (1995-07-13) * Abbildung 3 * * Seite 12, Zeile 30 - Seite 14, Zeile 22 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01J
A	US 2017/148606 A1 (HIRAYAMA HIROSHI [JP]) 25. Mai 2017 (2017-05-25) * Abbildungen 11-13 * * Absätze [0137] - [0142] *	10	
A	EP 0 506 449 A1 (MAC SCIENCE CO LTD [JP]) 30. September 1992 (1992-09-30) * Abbildungen 2-4 * * Spalten 3,4 *	10,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>2. Juli 2018</b>	Prüfer <b>Giovanardi, Chiara</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 20 6612

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-07-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003058995 A1	27-03-2003	DE 10147473 A1 US 2003058995 A1	10-04-2003 27-03-2003
US 2004120463 A1	24-06-2004	KEINE	
US 5052034 A	24-09-1991	KEINE	
DE 3022618 A1	21-01-1982	CH 649868 A5 DE 3022618 A1 FR 2484698 A1 JP S5727547 A US 4468800 A	14-06-1985 21-01-1982 18-12-1981 13-02-1982 28-08-1984
WO 9519039 A1	13-07-1995	EP 0688468 A1 EP 1047100 A2 JP H08507647 A US 5541975 A WO 9519039 A1	27-12-1995 25-10-2000 13-08-1996 30-07-1996 13-07-1995
US 2017148606 A1	25-05-2017	JP 2017098076 A US 2017148606 A1	01-06-2017 25-05-2017
EP 0506449 A1	30-09-1992	EP 0506449 A1 JP H0582060 A	30-09-1992 02-04-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82