

(19)



(11)

EP 1 923 900 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2008 Patentblatt 2008/21

(51) Int Cl.:
H01J 35/12^(2006.01) H05G 1/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07033547.6**

(22) Anmeldetag: **13.11.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(71) Anmelder: **Bruker AXS GmbH**
76187 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder: **Frenk, Günther**
76474 Au am Rhein (DE)

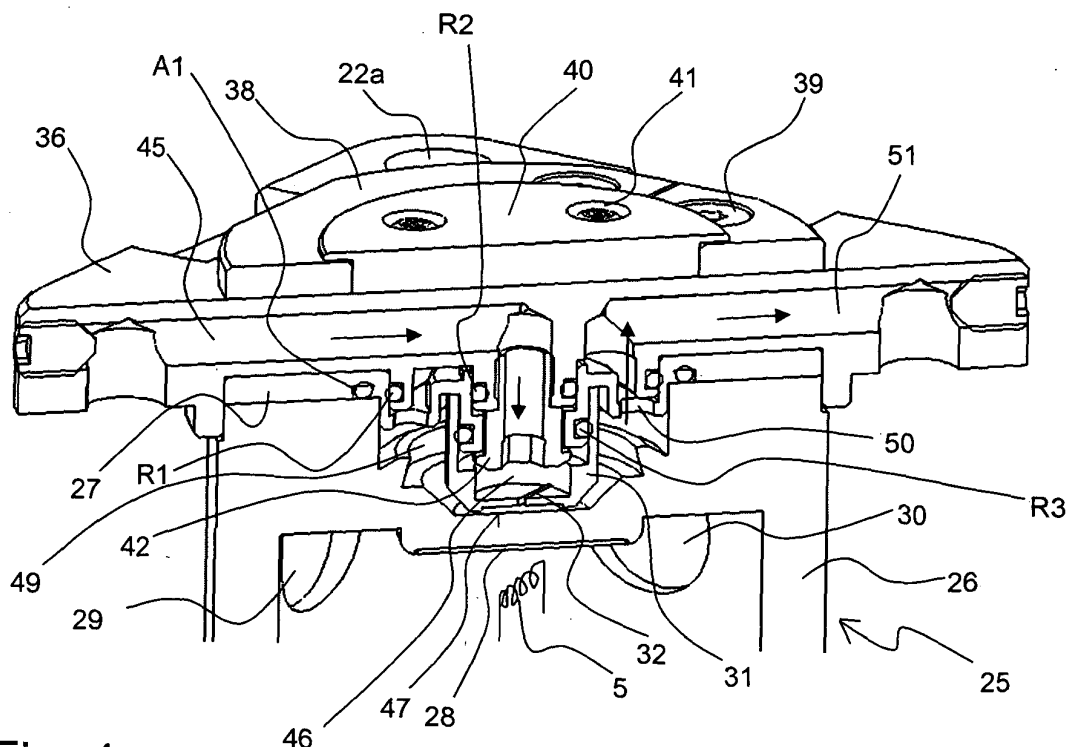
(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus**
Patentanwälte
Ruppmannstrasse 27
70565 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **15.11.2006 DE 102006053760**

(54) Drehbare, wassergekühlte Röntgenquelle

(57) Zusammenfassend beschreibt die Erfindung eine Röntgenquelle, bei der eine Kühlplatte (36) zur Wasserkühlung der Anode (28) einer Röntgenröhre (26) auf einem Strahlenschutzgehäuse (20) fest montiert ist, und wobei die Röntgenröhre (26) im Strahlenschutzgehäuse (20) und gegenüber der Kühlplatte (36) drehbar gelagert ist. Kühlplatte (36) und Röntgenröhre (26) haben zueinander ein geringes axiales Spiel, welches die Drehbarkeit gewährleistet. Radiale Dichtungen (R1, R2) stellen über das gesamte axiale Spiel eine ausreichende Abdichtung des Kühlwassers sicher. Vorteilhaft ist an der Röntgenröhre (26) eine Dichtplatte (27) zur Adaption an die Kühlplatte (36) befestigt. Mit der erfindungsgemäßen Röntgenquelle kann in einem Geräteaufbau leicht zwischen verschiedenen Fokusarten gewechselt werden.

ander ein geringes axiales Spiel, welches die Drehbarkeit gewährleistet. Radiale Dichtungen (R1, R2) stellen über das gesamte axiale Spiel eine ausreichende Abdichtung des Kühlwassers sicher. Vorteilhaft ist an der Röntgenröhre (26) eine Dichtplatte (27) zur Adaption an die Kühlplatte (36) befestigt. Mit der erfindungsgemäßen Röntgenquelle kann in einem Geräteaufbau leicht zwischen verschiedenen Fokusarten gewechselt werden.

**Fig. 4****EP 1 923 900 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine wassergekühlte Röntgenquelle zur Erzeugung sowohl eines Punktfokus als auch eines Linienfokus, umfassend

- ein Strahlenschutzgehäuse,
- ein Röntgenröhrenelement, das in das Strahlenschutzgehäuse eingesetzt ist, und das ein Filament und eine Röntgenanode aufweist,
- eine Kühlplatte, die Kühlwasserführungen zur Kühlung der Röntgenanode des Röntgenröhrenelements enthält,
- eine Spritzdüse, über die die Kühlung der Röntgenanode erfolgt, wobei die Spritzdüse ein Schlitz aufweist, der parallel zum Filament ausgebildet ist,
- und Kühlwasserleitungen zur Kühlplatte,

wobei das Strahlenschutzgehäuse, die Kühlplatte und die Kühlwasserleitungen fest miteinander verbunden sind.

[0002] Eine solche Röntgenquelle ist beispielsweise bekannt geworden durch die Firmendruckschrift "Diffraction solutions D8 ADVANCE" der Bruker AXS GmbH, Karlsruhe, 2006.

[0003] Röntgenbeugung ist ein leistungsfähiges Verfahren der instrumentellen Analytik. Dabei wird eine Probe einem in der Regel monochromatischen Röntgenstrahl ausgesetzt und eine Ablenkung des Röntgenstrahls, die in der Regel durch Beugung am Kristallgitter des Materials der Probe verursacht wird, wird vermessen.

[0004] Röntgenstrahlung wird in einer Röntgenröhre erzeugt, indem Elektronen, die aus einem glühenden Filament austreten, auf eine Röntgenanode in einem elektrischen Feld beschleunigt werden. Beim Aufprall der Elektronen auf die Anode werden die Elektronen abgebremst und Röntgenstrahlung wird frei.

[0005] Dabei kann ein längliches Filament sowohl zur Erzeugung eines Punktfokus als auch eines Linienfokus eingesetzt werden. Im ersten Fall ist das Filament parallel zur Nutzstrahlrichtung ausgerichtet, im zweiten Fall ist das Filament quer zur Nutzstrahlrichtung ausgerichtet. Eine für beide Fokusarten ausgelegte Röntgenröhre besitzt für jede Fokusart mindestens ein Austrittsfenster. Um für ein Experiment eine Fokusart zu wählen, wird ein entsprechendes Austrittsfenster der Röntgenröhre genutzt, vgl. beispielsweise US 2006/0239408 A1.

[0006] Beim Abbremsen der Elektronen an der Anode erwärmt sich die Anode, und um ein Durchglühen der Anode zu vermeiden, wird die Anode gekühlt. Mittels einer Spritzdüse wird Kühlwasser auf die Rückseite der Anode geleitet, wobei die Spritzdüse (d.h. der Austrittsspalt) parallel zum Filament ausgerichtet ist.

[0007] Bei der Röntgenquelle des Typs "D8 ADVANCE" ist auf der Röntgenröhre eine Kühlplatte angeordnet, die von Kühlwasserführungen durchzogen ist. Die Kühlwasserführungen speisen die Spritzdüse, die ihrerseits

an die Kühlplatte angelenkt ist. Die Kühlplatte wird über Kühlwasserleitungen, die an einem Strahlenschutzgehäuse starr ausgebildet sind, mit Kühlwasser gespeist. Um Falschmontagen zu verhindern, wird eine bestimmte, feste Ausrichtung der Kühlplatte zum Strahlenschutzgehäuse mit einem Indexstift vorgegeben; ebenso wird eine bestimmte, feste Ausrichtung der Kühlplatte zur Röntgenröhre mit einem Indexstift vorgegeben.

[0008] Um bei der Röntgenquelle des Typs "D8 ADVANCE" den Fokus zu wechseln, muss die Röntgenquelle inklusive Kühlwasserstrom abgeschaltet und weitgehend demontiert werden. Eine andere Kühlplatte (Austauschkühlplatte, auch genannt 90°-Kühlplatte) mit um 90° versetzten Kühlwasseranschlüssen bzw. Indexstiften wird auf die Röntgenröhre und das Schutzgehäuse aufgesetzt. Damit ist der Fokuswechsel extrem zeitaufwendig, und es besteht die Gefahr der Verbreitung von Restkühlwasser in einer empfindlichen Röntgenapparatur.

[0009] Aus der Firmendruckschrift "X'pert Materials Research Diffractometer system - new horizons in materials research" von Philips Analytical, Almelo, Niederlande, ist eine Röntgenröhre bekannt geworden, in die Kühlwasserleitungen zu einer aufmontierten Kühlplatte integriert sind. Dadurch kann die Röntgenröhre zum Fokuswechsel in einem Schutzgehäuse gedreht werden. Allerdings ist diese Röntgenröhre durch die durch sie verlaufenden Kühlwasserleitungen groß und unhandlich; die rückwärtigen Anschlusselemente des Kühlwassers an der Röntgenröhre - etwa Schläuche - müssen beim Fokuswechsel mitgedreht werden. Die Integration der Kühlwasserleitungen verteuert außerdem die Röntgenröhre; die Röntgenröhre ist ein Spezialbauteil. Eine weitere Röntgenröhre mit integrierten Kühlwasserleitungen ist aus der EP 0633712 A1 bekannt.

Aufgabe der Erfindung

[0010] Es ist demgegenüber die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Röntgenquelle bereitzustellen, mit der auf einfache Weise zwischen verschiedenen Fokusarten gewechselt werden kann, insbesondere wobei herkömmliche Röntgenröhren in der Röntgenquelle eingesetzt werden können.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0011] Diese Aufgabe wird auf überraschen einfache, aber wirkungsvolle Weise gelöst durch eine Röntgenquelle der eingangs genannten Art, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Spritzdüse mit dem Röntgenröhrenelement verbunden ist, dass das Röntgenröhrenelement um eine Achse senkrecht zur Ebene der Kühlplatte gegenüber der Kühlplatte um mindestens 90° drehbar ist, und dass zwei radiale Dichtungen zwischen der Kühlplatte und dem drehbaren Röntgenröhrenelement vor-

gesehen sind,
wovon die erste radiale Dichtung das Kühlwasser gegen die Umgebung abdichtet, und die zweite radiale Dichtung der Spritzdüse zulaufendes Kühlwasser gegenüber rücklaufendem Kühlwasser abdichtet,
so dass die Dichtwirkung auch während einer Drehung des Röntgenröhrenelements gegen die Kühlplatte erhalten bleibt.

[0012] Erfindungsgemäß sind die Kühlplatte und das Röntgenröhrenelement für einen Fokuswechsel gegeneinander um 90° (oder auch mehr) drehbar. Durch das Verdrehen kann ein gewünschtes Austrittsfenster des Röntgenröhrenelements (bzw. einer Röntgenröhre des Röntgenröhrenelements) in den Strahlengang gebracht werden, wodurch der Fokus (Strichfokus oder Linienfokus) für ein Experiment eingestellt wird. Durch die radialen Dichtungen zwischen Kühlplatte und Röntgenröhrenelement ist es möglich, ein axiales Spiel zwischen Kühlplatte und Röntgenröhrenelement zum Zwecke (und bevorzugt nur während der Dauer) eines Verdrehens des Röntgenröhrenelements im Schutzgehäuse vorzusehen, wobei eine ausreichende Abdichtung des Kühlwassers gewährleistet ist. Ein Fokuswechsel kann mit der erfindungsgemäßen Röntgenquelle ohne eine Demontage der Röntgenquelle erfolgen; insbesondere ist keine Austausch Kühlplatte nötig, und Kühlwasserführungen und -leitungen brauchen nicht geöffnet zu werden.

[0013] Gemäß der Erfindung wird das Röntgenröhrenelement drehbar an der Kühlplatte gelagert. Die Kühlplatte ist dabei starr mit dem in der Röntgen-Gesamtaparatur montierten Strahlenschutzgehäuse verbunden, so dass die Kühlwasserleitungen ebenfalls beim Fokuswechsel nicht verändert (etwa bewegt) werden brauchen. Dies vereinfacht die Handhabung, und außerdem ist eine Integration von Kühlwasserleitungen in das Röntgenröhrenelement überflüssig.

Bevorzugte Ausführungsformen

[0014] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Röntgenquelle sieht vor, dass das Röntgenröhrenelement eine der Kühlplatte zugewandte Dichtplatte und eine Röntgenröhre, insbesondere eine kommerziell erhältliche Standardröntgenröhre, aufweist, wobei die Dichtplatte und die Röntgenröhre fest miteinander verbunden sind. Die Dichtplatte erlaubt eine Adaption der Anodenseite einer Röntgenröhre an die übrigen Bauteile der Röntgenquelle, so dass grundsätzlich beliebige Typen von Röntgenröhren, insbesondere kostengünstige, kommerziell erhältliche Röntgenröhren, erfindungsgemäß eingesetzt werden können. Außerdem kann zwischen Dichtplatte und Röntgenröhre die Spritzdüse eingeklemmt und sicher gehalten werden. Die Lage (Ausrichtung) der Spritzdüse zum Röntgenröhrenelement kann mittels eines Indexstifts (oder einem anderen Indexmittel) festgelegt werden.

[0015] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung dieser Ausführungsform ist eine axiale Dichtung zwischen der

Dichtplatte und der Röntgenröhre vorgesehen. Die axiale Dichtung verhindert mit geringem Aufwand einen Austritt von Kühlwasser in die Umgebung.

[0016] Bevorzugt ist auch eine Ausführungsform, bei der Klemmmittel vorgesehen sind, mittels denen die Kühlplatte und das Röntgenröhrenelement in verschiedenen relativen Drehpositionen axial aufeinander gepresst werden können. Der geklemmte Zustand ist gut reproduzierbar, so dass auch Röntgenmessungen im geklemmten Zustand besser reproduzierbar sind. Im geklemmten Zustand ist außerdem eine größere Zuverlässigkeit bei der Dichtwirkung gegeben. Besonders vorteilhaft sind zusätzlich Anschläge für zu klemmende Verdrehpositionen bzw. Messpositionen vorgesehen.

[0017] Eine Weiterbildung dieser Ausführungsform sieht vor, dass die Klemmmittel eine Klemmplatte und Klemmschrauben umfassen, wobei die Kühlplatte zwischen der Klemmplatte und dem Röntgenröhrenelement angeordnet ist. Diese Anordnung hat sich in der Praxis bewährt. Die Klemmschrauben sind leicht lösbar und wieder feststellbar, so dass Fokuswechsel einfach und schnell erfolgen können.

[0018] In vorteilhafter Weiterentwicklung dieser Weiterbildung ist vorgesehen, dass ein Begrenzungsmittel vorgesehen ist, das mit der Kühlplatte fest verbunden ist und das die Klemmplatte hintergreift, so dass das axiale Spiel der Klemmplatte begrenzt ist, insbesondere wobei das Begrenzungsmittel die Klemmschrauben zumindest teilweise übergreift, so dass der axiale Weg der Klemmschrauben zwischen geklemmtem und ungeklemmtem Zustand von Kühlplatte und Röntgenröhrenelement begrenzt ist. Diese Weiterentwicklung vereinfacht das Lösen und Gegeneinanderklemmen von Kühlplatte und Klemmplatte. Die Klemmplatte wird lediglich gelockert und kann nicht verloren gehen. Das Übergreifen der Klemmschrauben hilft dabei, nur die notwendige Lockerung der Klemmschrauben beim Fokuswechsel vorzunehmen.

[0019] Bei einer ganz besonders bevorzugten Ausführungsform sind Anschlagmittel vorgesehen, die den maximalen, axialen Abstand von Kühlplatte und Röntgenröhrenelement begrenzen, insbesondere auf ein axiales Spiel von 2 mm oder weniger. Dadurch ist eine Unverlierbarkeit der Kühlplatte bezüglich des Röntgenröhrenelements sichergestellt, wodurch die Handhabbarkeit verbessert wird.

[0020] Eine bevorzugte Weiterbildung dieser Ausführungsform sieht vor, dass die Anschlagmittel eine zentrale Schraube umfassen,

insbesondere wobei die zentrale Schraube mit ihrem Gewinde in der Kühlplatte befestigt ist, und ein Kragen der Schraube eine Kante des Röntgenröhrenelements (insbesondere der Dichtplatte) hintergreift. Die zentrale Schraube hat sich in der Praxis bewährt. Die zentrale Schraube kann hohl ausgebildet sein und in so weit als Kühlwasserführung dienen, insbesondere als Zulauf zur Spritzdüse. Die Spritzdüse kann über der zentralen Schraube angeordnet sein.

[0021] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei der die Röntgenquelle zwei Anschläge für um 90° versetzte relative Positionen von Kühlplatte und Röntgenröhrenelement aufweist. Die Anschläge sind jeweils für einen Linienfokus-Position und eine Strichfokus-Position vorgesehen. Mit den Anschlägen kann die Reproduzierbarkeit von Messungen verbessert werden.

[0022] Bevorzugt ist auch eine Ausführungsform, bei der die relative Drehposition von Kühlplatte und Röntgenröhrenelement kontinuierlich einstellbar ist, so dass die projizierte Größe des Röhrenfokus für die Applikation optimierbar ist.

[0023] Schließlich ist noch eine Ausführungsform bevorzugt, bei der das Röntgenröhrenelement mittels eines Federkontakts mit einer Hochspannungszuleitung verbunden ist, insbesondere wobei der Federkontakt in einem Stecker der Hochspannungszuleitung ausgebildet ist. Dadurch kann eine Verdrillung der Hochspannungszuleitung beim Fokuswechsel vermieden werden.

[0024] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale erfindungsgemäß jeweils einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

Zeichnung und detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0025] Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen, schrägen Querschnitt durch eine Röntgenquelle des Standes der Technik;

Fig. 2 eine schematische, schräge Ansicht eines Strahlenschutzgehäuses zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine schematische Aufsicht auf eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Röntgenquelle;

Fig. 4 ein schematischer, schräger Querschnitt durch die Ausführungsform von Fig. 3;

Fig. 5 ein schematischer Querschnitt durch die Ausführungsform von Fig. 3;

Fig. 6 eine schematische Explosionsdarstellung der Ausführungsform von Fig. 3 von schräg oben;

Fig. 7 eine schematische Explosionsdarstellung der

Ausführungsform von Fig. 3 von schräg unten.

1. Überblick zum Stand der Technik

[0026] Handelsübliche Röntgenquellen für Feinstrukturuntersuchungen, beispielhaft abgebildet in **Fig. 1** ohne Strahlenschutzgehäuse, bestehen im Wesentlichen aus den Komponenten Röntgenstrahler (hier auch genannt Röntgenröhre 1), Kühlplatte 2 und Spritzdüse 3. Die Kühlplatte 2 wird dabei auf der Röntgenröhre 1 montiert und axial abgedichtet, vgl. Dichtung 4. Dabei gibt es eine feste Zuordnung zwischen der Lage des Filaments 5, der Ausrichtung der Spritzdüse (vgl. Schlitz 6) und dem Wasserzulauf 7 und Wasserauslauf 8. Des Weiteren ist die Lage der von außen zugeführten Wasserversorgung statisch, d.h. es besteht auch eine feste Zuordnung zur Umgebungsstruktur (Strahlenschutzgehäuse). Diese eindeutige Zuordnung wird dabei mittels Positionsstiften und Positionsbohrungen realisiert (in Fig. 1 nicht dargestellt).

[0027] Auf der Anwendungsseite dieser Röntgenquellen besteht jedoch der Bedarf, dass das Filament sowohl quer zur Nutzstrahlrichtung (sogen. Linienfokus) als auch längs zur Nutzstrahlrichtung (sogen. Punktfokus) zum Einsatz kommt, und zwar auch innerhalb nur eines Geräteaufbaues.

[0028] Um einen Umbau von Linienfokus auf Punktfokus zu ermöglichen, bedient man sich heute einer so genannten 90°-Kühlplatte, die die normale Kühlplatte 2 ersetzt. Mit dieser Kühlplatte wird die 90°-Verdrehung des Röntgenstrahlers 1 und der Spritzdüse 3 wiederum mit eindeutiger Zuordnung realisiert.

[0029] Dabei gibt es eine Reihe von Nachteilen beim Fokuswechsel:

- Anlage muss komplett abgeschaltet werden;
- Wasserfluss muss abgestellt werden;
- Röntgenstrahler muss ausgebaut werden;
- Durch die Öffnung des Wasserkanals kann Restwasser in sensible Bereiche eindringen;
- Zeitlicher Aufwand.

2. Erfindungsgemäße Röntgenquellen

[0030] Diese Nachteile werden durch eine erfindungsgemäße Röntgenquelle beseitigt. Eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Röntgenquelle ist in den Figuren 2 bis 7 beispielhaft dargestellt.

[0031] Fig. 2 zeigt zunächst ein Strahlenschutzgehäuse 20 zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung. Das Strahlenschutzgehäuse schirmt Röntgenstrahlung ab. Im Inneren 21 des Strahlenschutzgehäuses 20 kann ein Röntgenröhrenelement angeordnet werden. An der Oberseite des Strahlenschutzgehäuses sind zwei Bohrungen 22 mit Innengewinde vorgesehen, in die Befestigungsschrauben für eine aufzumontierende Kühlplatte eingedreht werden können (vgl. dazu die Bohrlöcher 22a der Kühlplatte 36 in Fig. 3). Weiterhin sind Anschlüsse

23 für Kühlwasser (oder ein anderes, flüssiges Kühlmittel) zur Kühlplatte vorgesehen. Die Anschlüsse 23 stellen Endabschnitte von Kühlwasserleitungen 24 dar, die starr am und/oder im Strahlenschutzgehäuse 20 verlaufen. Einer der Anschlüsse 23 ist der Kühlwasserzulauf, der andere ist der Kühlwasserablauf.

[0032] Ebenfalls sichtbar in Fig. 2 ist ein Indexstift 20a, der sicherstellt, dass eine Kühlplatte nur in der richtigen Orientierung am Schutzgehäuse 20 angebracht wird.

[0033] Das Strahlenschutzgehäuse ist in einem Geräteaufbau (Versuchsaufbau) typischerweise fest montiert, beispielsweise ortsfest oder auch auf einem schwenkbaren Goniometerarm.

[0034] Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Röntgenquelle ein Röntgenröhrenelement 25 auf, umfassend eine Röntgenröhre (oder Röntgenstrahler) 26 und eine Dichtplatte 27, vgl. insbesondere Fig. 4, Fig. 5 und Fig. 6. Röntgenröhre 26 und Dichtplatte 27 sind mittels vier Schrauben 33 fest aneinander befestigt.

[0035] In der Röntgenröhre 26 ist ein längliches Filament 5 angeordnet, welches einer Anode 28 gegenüberliegt. Die Röntgenröhre 26 weist ein erstes Austrittsfenster 29, welches quer zum Filament 5 liegt, und ein zweites Austrittsfenster 30, welches längs zum Filament 5 liegt, auf. Die Austrittsfenster 29, 30 weisen Beryllium-Scheiben auf.

[0036] Zwischen Röntgenröhre 26 und Dichtplatte 27 ist eine Spritzdüse 31 eingeklemmt und gegenüber diesen Bauteilen fest orientiert, beispielsweise über einen Indexstift 54 oder Index-Ausnehmungen. Die Spritzdüse 31 weist einen Schlitz (oder Austrittsspalt) 32 auf, der parallel zum Filament 5 ausgerichtet ist.

[0037] An der Oberseite der Dichtplatte 27 sind zwei kreisbogenförmige Vorsprünge 34 ausgebildet, die in kreisbogenförmige Ausnehmungen 35 an der Unterseite einer Kühlplatte 36 eingreifen können. Die Vorsprünge 34 und Ausnehmungen 35 wirken als Führungen für eine Drehbewegung von Röntgenröhrenelement 25 und Kühlplatte 36 zusammen. Die Drehachse D verläuft dabei senkrecht zur Kühlplatte 36 durch das Zentrum der Kühlplatte 36 (vgl. Fig. 5). Am Boden der Ausnehmungen 35 sind schlitzförmige Öffnungen 37 ausgebildet.

[0038] Auf der Kühlplatte 36 ist eine Klemmplatte 38 angeordnet, die ringförmig ausgebildet ist. Die Klemmplatte 38 ist mittels Klemmschrauben 39 mit der Dichtplatte 27, genauer gesagt mit den Vorsprüngen 34 verbunden. Die Kühlplatte 36 ist bei angezogenen Klemmschrauben 39 fest zwischen der Klemmplatte 38 und der Dichtplatte 27 eingeklemmt; dabei durchragen die Klemmschrauben 39 die schlitzförmigen Öffnungen 37.

[0039] Die Klemmplatte 38 wird von einem Begrenzungsmittel 40, das hier als eine Deckelplatte ausgebildet ist, am radial inneren Rand hintergriffen. Das Begrenzungsmittel 40 ist mit vier Schrauben 41 an der Kühlplatte 36 befestigt. Das Begrenzungsmittel 40 begrenzt das axiale Spiel der Klemmplatte 38 gegenüber der Kühlplatte 36.

[0040] Das Begrenzungsmittel 40 übergreift auch die

Köpfe der Klemmschrauben 39 (siehe insb. Fig. 3). Dadurch wird das Herausdrehen der Klemmschrauben 39 begrenzt (Bei nur einmaligem Drehen an jeder Klemmschraube 39 wird dadurch auch das axiale Spiel der der Kühlplatte gegenüber dem Röntgenröhrenelement 25 begrenzt). Der Abstand von Begrenzungsmittel 40 (bzw. dessen überstehendem Teil 40a) und Klemmplatte 38 (bzw. dessen übergriffenem Teil 38a) in axialer Richtung AR (vgl. Fig. 5) beträgt typischerweise nur ca. 0,05-0,20 mm, gerade genug um mit dem axialen Spiel der Klemmplatte 38 die Klemmwirkung zwischen Dichtplatte 27 und Kühlplatte 36 aufzuheben zu können.

[0041] Zusätzlich ist das axiale Spiel zwischen Dichtplatte 27 und Kühlplatte 36 durch eine hohle, zentrale Schraube 42 als Anschlagmittel begrenzt. Die zentrale Schraube 42 ist in die Kühlplatte 36 eingeschraubt, und übergreift mit ihrem Kragen 43 eine Kante 44 der Dichtplatte 27. Der axiale Abstand von Kragen 43 und Kante 44 begrenzt in absoluter Weise das axiale Spiel von Dichtplatte 27 und Kühlplatte 36; dieser axiale Abstand beträgt im geklemmten Zustand typischerweise 2 mm oder weniger.

[0042] Die Kühlung der Anode 28 mittels Kühlwasser erfolgt durch einen Kühlwasserfluss (oder den Fluss eines anderen flüssigen Kühlmittels) durch die Kühlplatte 36, durch die Spritzdüse 31 und in einem Zwischenraum begrenzt von Dichtplatte 27 und Oberseite der Röntgenröhre 26.

[0043] Durch eine zulaufseitige Kühlwasserführung 45 der Kühlplatte 36 fließt Kühlwasser (vgl. Pfeile) durch die zentrale Schraube 42 in den Innenbereich 46 der Spritzdüse 31. Von der Spritzdüse 31 aus fließt das Kühlwasser durch den Schlitz 32 mit hohem Druck auf eine zu kühlende Fläche 47 der Röntgenröhre 26, die parallel und benachbart zur Anode 28 verläuft. Das Kühlwasser fließt dabei seitlich unter der Spritzdüse 31 heraus (die Spritzdüse 31 liegt nur mit vier Füßen 48 auf der zu kühlenden Fläche 47 auf, vgl. Fig. 7) in einen Außenbereich 49 der Spritzdüse 31. Von dort fließt das Kühlwasser weiter durch mindestens ein Loch 50 in der Dichtplatte 27 in eine rücklaufseitige Kühlwasserführung 51 der Kühlplatte 36.

[0044] Der Außenbereich 49 der Spritzdüse 31 ist dabei mit einer ersten radialen Dichtung R1 gegenüber der Umgebung abgedichtet; die erste radiale Dichtung R1 dichtet dabei zwischen der Dichtplatte 27 und der Kühlplatte 36. Zur Abdichtung des Außenbereichs 49 gegenüber der Umgebung trägt außerdem eine axiale Dichtung A1 zwischen Dichtplatte 27 und Oberseite der Röntgenröhre 26 bei.

[0045] Zulaufendes Wasser wird weiterhin gegenüber rücklaufendem Wasser mittels einer zweiten radialen Dichtung R2 zwischen Dichtplatte 27 und Kühlplatte 36 abgedichtet. Dies stellt einen ausreichenden Fluss an der zu kühlenden Fläche 47 durch den Schlitz 32 sicher. Dem gleichen Zweck dient eine dritte radiale Dichtung R3 zwischen Spritzdüse 31 und Dichtplatte 27.

[0046] Zum Fokuswechsel werden die Klemmschrau-

ben 39 gelöst und die Klemmplatte 38 gelockert. Die Kühlplatte 36 erlangt dadurch ein axiales Spiel zwischen der Klemmplatte 38 (bzw. deren axial oberem Anschlag) und der Dichtplatte 27. Mit anderen Worten, die Kühlplatte 36 kann sich ein wenig in axialer Richtung AR nach oben von der Dichtplatte 27 entfernen. Da die Dichtungen R1, R2 zwischen Röntgenröhrenelement 25 (hier dessen Dichtplatte 27) und Kühlplatte 36 als radiale Dichtungen ausgebildet sind (d.h. die Dichtungsringe, gefertigt aus elastischem Material wie beispielsweise Gummi, werden in radialer Richtung RR zusammengedrückt), bleibt die Dichtwirkung auch über das zum Verdrehen notwendige axiale Spiel erhalten: Die Dichtungsringe können einfach in axialer Richtung an den gegenüberliegenden, parallel zur axialen Richtung verlaufenden Wänden entlang gleiten. Diese gegenüberliegenden Wände erstrecken sich dabei ausreichend weit in axialer Richtung (entsprechend dem maximalen axialen Spiel von Kühlplatte 36 und Röntgenröhrenelement 25, wie durch die zentrale Schraube 42 als Anschlagenelement bestimmt).

[0047] Die übrigen Dichtungen R3, A1 erfahren durch das axiale Spiel keinerlei Bewegungen ihrer gegeneinander gedichteten Wände.

[0048] Im gelösten Zustand kann das Röntgenröhrenelement 25 gegen die Kühlplatte 36 (und damit gegenüber dem Schutzgehäuse 20) gedreht werden. Durch die Begrenzungen der Ausnehmungen 35 für die Vorsprünge 34 sind zwei Anschläge 52, 53 ausgebildet, die jeweils einer Linienfokusposition und einer Punktfokusposition entsprechen. Für manche Anwendungen kann jedoch auch ein Röntgenfokus einer Zwischengröße vorteilhaft sein; die Größe des Brennflecks kann erfindungsgemäß durch eine Zwischenposition des Röntgenröhrenelements bzw. der Vorsprünge 34 zwischen den Anschlägen 52, 53 eingestellt werden.

3. Besonderheiten der erfindungsgemäßen Röntgenquellen

[0049] Über die Dichtplatte, die auch zur Röntgenröhre hin abdichtet, wird die Kühlplatte radial abgedichtet. Die vier Klemmschrauben durchdringen die Kühlplatte und sind in die Dichtplatte eingeschraubt. Durch eine Freiarbeitung in der Kühlplatte kann nach Lösen der Klemmschrauben durch Drehung der Klemmplatte über die Klemmschrauben die Röntgenröhre gedreht werden. Durch interne Anschläge sind die Endlagen hoch reproduzierbar.

[0050] Wesentliche Aspekte der erfindungsgemäßen Röntgenquelle:

- radiale Abdichtung der Kühlplatte;
- von außen durchführbare Rotation der Röntgenröhre;
- keine Demontage des Hochspannungssteckers notwendig;
- kein Abstellen des Wasserdurchflusses notwendig;
- keine Auftrennung der Wasserkanäle und damit kein

Austritt von Restwasser;

- hoch reproduzierbare Endlagen;
- Einstellbarkeit der sichtbaren Fokusgröße durch Teilverdrehen der Röntgenröhre;
- Austauschbarkeit des Röntgenstrahlers bleibt wie bisher erhalten (Service, z.B. Röntgenstrahler mit anderem Anodenmaterial);
- Kompatibel mit den derzeit gebräuchlichen Typen von Röntgenröhren;
- Die Funktion der Dichtplatte ließe sich auch in den Röntgenstrahler integrieren.

[0051] Zusammenfassend beschreibt die Erfindung eine Röntgenquelle, bei der eine Kühlplatte zur Wasserkühlung der Anode einer Röntgenröhre auf einem Strahlenschutzgehäuse fest montiert ist, und wobei die Röntgenröhre im Strahlenschutzgehäuse und gegenüber der Kühlplatte drehbar gelagert ist. Kühlplatte und Röntgenröhre haben zueinander ein geringes axiales Spiel, welches die Drehbarkeit gewährleistet. Radiale Dichtungen stellen über das gesamte axiale Spiel eine ausreichende Abdichtung des Kühlwassers sicher. Vorteilhaft ist an der Röntgenröhre eine Dichtplatte zur Adaption an die Kühlplatte befestigt. Mit der erfindungsgemäßen Röntgenquelle kann in einem Geräteaufbau leicht zwischen verschiedenen Fokusarten gewechselt werden.

Patentansprüche

1. Wassergekühlte Röntgenquelle zur Erzeugung sowohl eines Punktfokus als auch eines Linienfokus, umfassend

- ein Strahlenschutzgehäuse (20),
- ein Röntgenröhrenelement (25), das in das Strahlenschutzgehäuse (20) eingesetzt ist, und das ein Filament (5) und eine Röntgenanode (28) aufweist,
- eine Kühlplatte (36), die Kühlwasserführungen (45, 51) zur Kühlung der Röntgenanode (28) des Röntgenröhrenelements (25) enthält,
- eine Spritzdüse (31), über die die Kühlung der Röntgenanode (28) erfolgt, wobei die Spritzdüse (31) einen Schlitz (32) aufweist, der parallel zum Filament (5) ausgebildet ist,
- und Kühlwasserleitungen (24) zur Kühlplatte (36),

wobei das Strahlenschutzgehäuse (20), die Kühlplatte (36) und die Kühlwasserleitungen (24) fest miteinander verbunden sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Spritzdüse (31) mit dem Röntgenröhrenelement (25) verbunden ist,

dass das Röntgenröhrenelement (25) um eine Achse (D) senkrecht zur Ebene der Kühlplatte (36) gegenüber der Kühlplatte (36) mindestens um 90°

- drehbar ist,
und **dass** zwei radiale Dichtungen (R1, R2) zwischen der Kühlplatte (36) und dem drehbaren Röntgenröhrenelement (25) vorgesehen sind, wovon die erste radiale Dichtung (R1) das Kühlwasser gegen die Umgebung abdichtet, und die zweite radiale Dichtung (R2) der Spritzdüse (31) zulaufendes Kühlwasser gegenüber rücklaufendem Kühlwasser abdichtet, so dass die Dichtwirkung auch während einer Drehung des Röntgenröhrenelements (25) gegen die Kühlplatte (36) erhalten bleibt.
2. Röntgenquelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Röntgenröhrenelement (25) eine der Kühlplatte (36) zugewandte Dichtplatte (27) und eine Röntgenröhre (26) aufweist, wobei die Dichtplatte (27) und die Röntgenröhre (26) fest miteinander verbunden sind.
3. Röntgenquelle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine axiale Dichtung (A1) zwischen der Dichtplatte (27) und der Röntgenröhre (26) vorgesehen ist.
4. Röntgenquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Klemmmittel vorgesehen sind, mittels denen die Kühlplatte (36) und das Röntgenröhrenelement (25) in verschiedenen relativen Drehpositionen axial aufeinander gepresst werden können.
5. Röntgenquelle nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klemmmittel eine Klemmplatte (38) und Klemmschrauben (39) umfassen, wobei die Kühlplatte (36) zwischen der Klemmplatte (38) und dem Röntgenröhrenelement (25) angeordnet ist.
6. Röntgenquelle nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Begrenzungsmittel (40) vorgesehen ist, das mit der Kühlplatte (36) fest verbunden ist und das die Klemmplatte (38) hintergreift, so dass das axiale Spiel der Klemmplatte (38) begrenzt ist.
7. Röntgenquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Anschlagmittel vorgesehen sind, die den maximalen, axialen Abstand von Kühlplatte (36) und Röntgenröhrenelement (25) begrenzen.
8. Röntgenquelle gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlagmittel eine zentrale Schraube (42) umfassen, insbesondere wobei die zentrale Schraube (42) mit ihrem Gewinde in der Kühlplatte (36) befestigt ist, und ein Kragen (43) der Schraube (42) eine Kante (44) des Röntgenröhrenelements (25) hintergreift.
9. Röntgenquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Röntgenquelle zwei Anschläge (52, 53) für um 90° versetzte relative Positionen von Kühlplatte (36) und Röntgenröhrenelement (25) aufweist.
10. Röntgenquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die relative Drehposition von Kühlplatte (36) und Röntgenröhrenelement (25) kontinuierlich einstellbar ist, so dass die projizierte Größe des Röhrenfokus für die Applikation optimierbar ist.
11. Röntgenquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Röntgenröhrenelement (25) mittels eines Federkontakts mit einer Hochspannungszuleitung verbunden ist, insbesondere wobei der Federkontakt in einem Stecker der Hochspannungszuleitung ausgebildet ist.

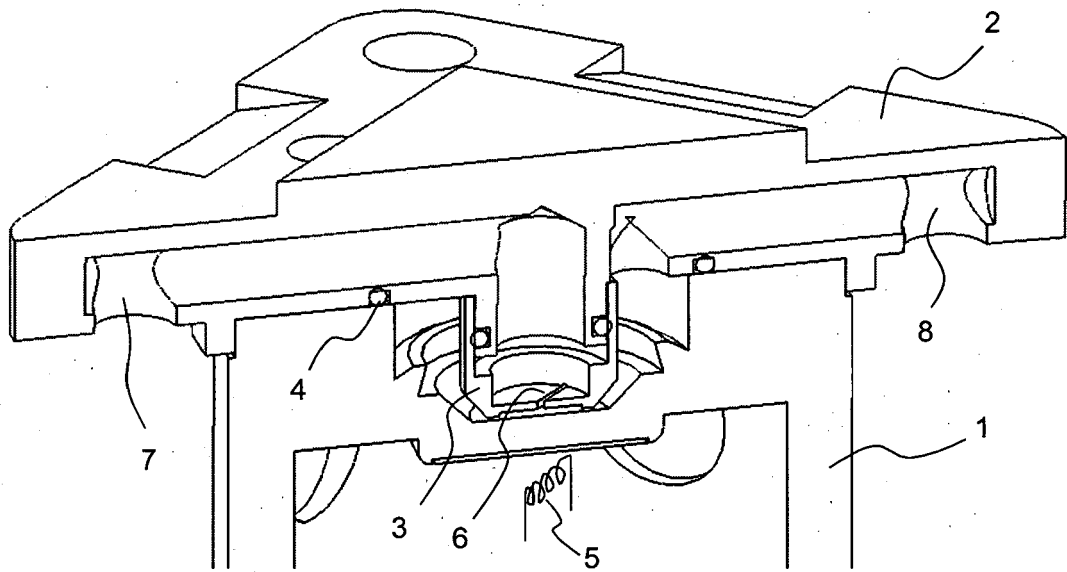


Fig. 1
Stand der Technik

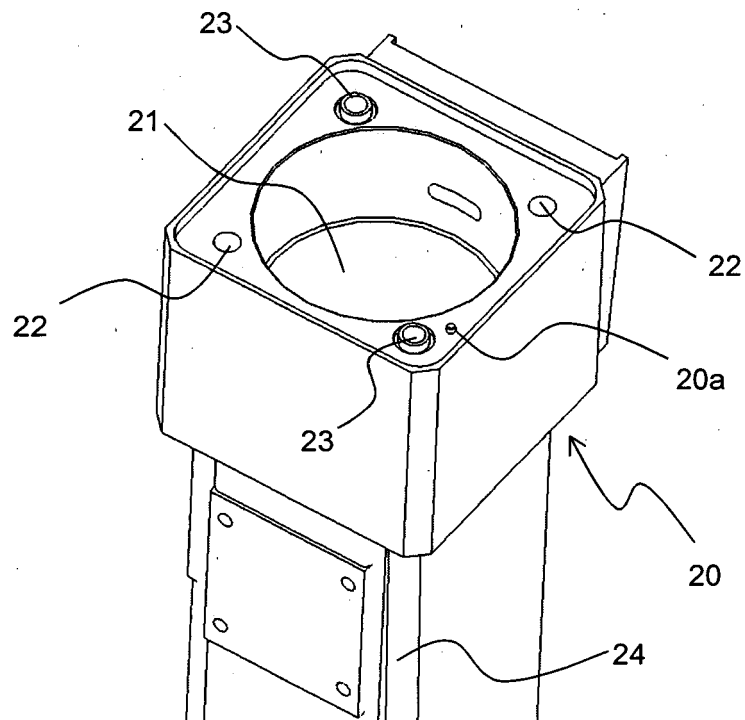


Fig. 2

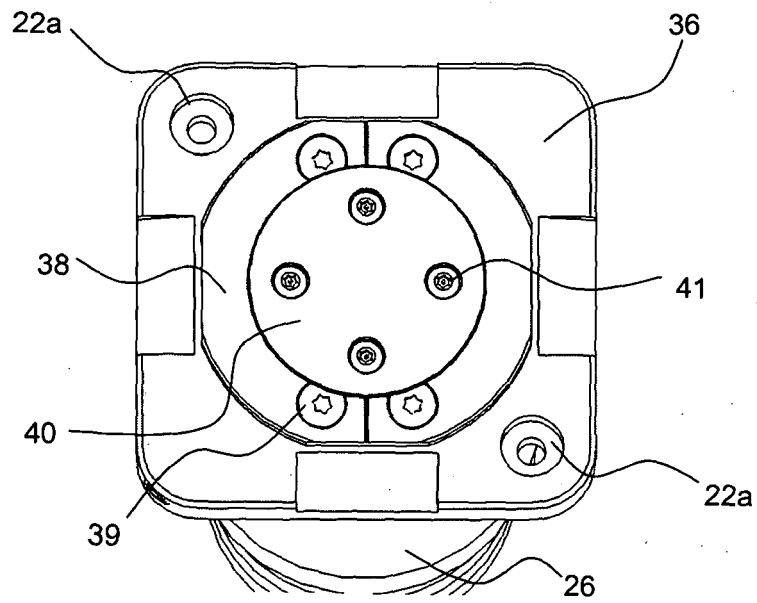


Fig. 3

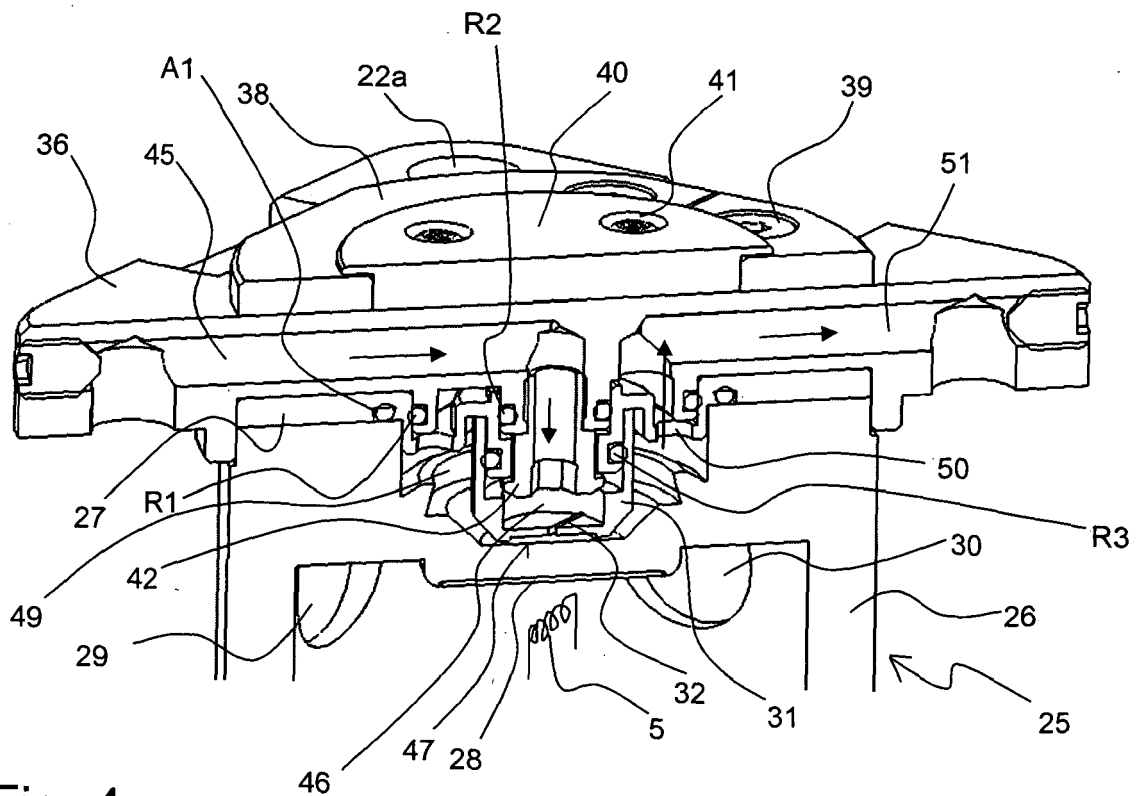


Fig. 4

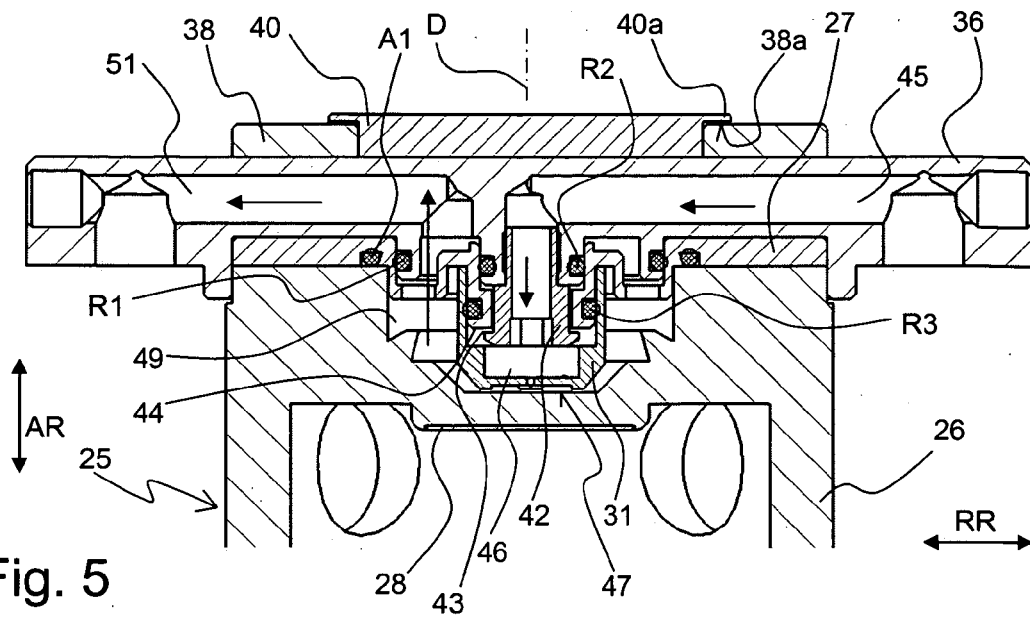


Fig. 5

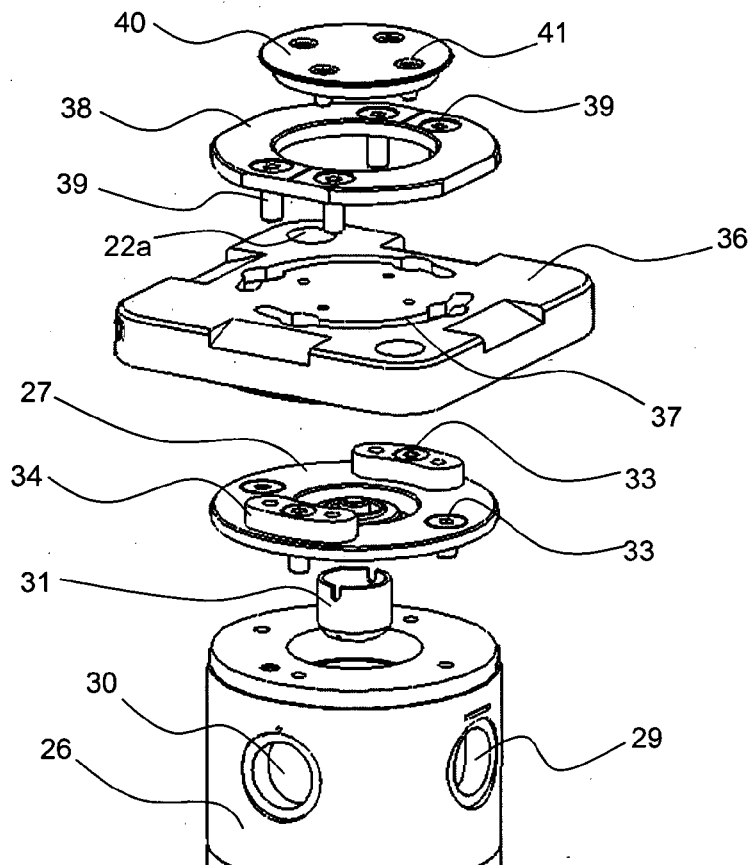


Fig. 6

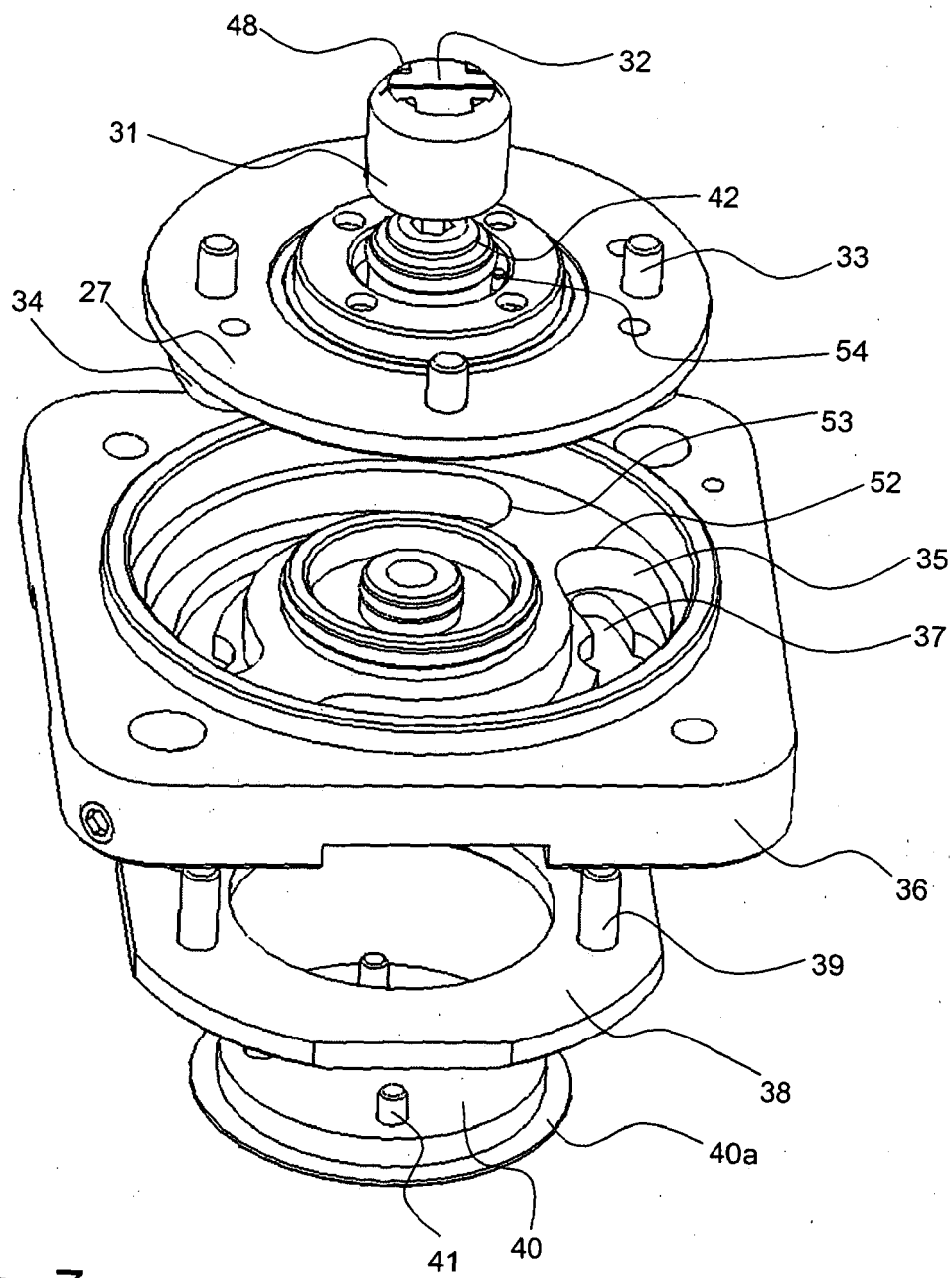


Fig. 7



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 03 3547

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 4 064 411 A (IWASAKI KENJI ET AL) 20. Dezember 1977 (1977-12-20) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeilen 36-49 * * Spalte 3, Zeile 10 - Spalte 4, Zeile 18; Abbildungen 3,4 *	1	INV. H01J35/12 H05G1/04
A	GB 374 227 A (MUELLER C H F AG) 9. Juni 1932 (1932-06-09) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 24 - rechte Spalte, Zeile 55 *	1	
A	US 2005/175147 A1 (BRAUSS MICHAEL [CA]) 11. August 2005 (2005-08-11) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Absatz [0035] *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01J H05G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Dezember 2007	Prüfer Krauss, Jan
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 : mündliche 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	

2
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 07 03 3547

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

18-12-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4064411	A	20-12-1977	JP	981694 C	27-12-1979
			JP	52075996 A	25-06-1977
			JP	54015757 B	16-06-1979

GB 374227	A	09-06-1932	FR	716517 A	22-12-1931

US 2005175147	A1	11-08-2005	EP	1735610 A2	27-12-2006
			WO	2005081705 A2	09-09-2005

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20060239408 A1 [0005]
- EP 0633712 A1 [0009]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *X'pert Materials Research Diffractometer system - new horizons in materials research* [0009]