



(11)

EP 3 020 049 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.02.2019 Patentblatt 2019/07

(51) Int Cl.:
G21K 1/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14736849.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/064716

(22) Anmeldetag: **09.07.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/004185 (15.01.2015 Gazette 2015/02)

(54) RÖNTGENPRÜFANLAGE MIT STRAHLENVERSCHLUSS

X-RAY INSPECTION SYSTEM WITH BEAM SHUTTER

SYSTÈME D'INSPECTION À RAYONS X AVEC OBTURATEUR DE FAISCEAU

(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

(30) Priorität: **10.07.2013 DE 102013107310**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.05.2016 Patentblatt 2016/20

(73) Patentinhaber: **Smiths Heimann GmbH**
65205 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder: **HAUNSCHILD, Norbert**
65326 Aarbergen-Hausen (DE)

(74) Vertreter: **Klunker IP**
Patentanwälte PartG mbB
Destouchesstraße 68
80796 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 071 771 US-A- 4 286 856
US-A- 5 054 041 US-A- 5 384 661

EP 3 020 049 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft im Allgemeinen eine Röntgenprüfanlage mit einer Einrichtung zum Verschließen oder Freigeben des Strahlenganges. Die Erfindung betrifft im Besonderen eine Röntgenprüfanlage mit Verschlusseinrichtung mit einem drehbaren Verschlusskörper mit einer im Wesentlichen quer zu einem Strahlengang angeordneten Drehachse.

Hintergrund der Erfindung

[0002] DE 34 30 348 A zeigt einen Röntgenstrahlverschluss zur Beendigung der Röntgenstrahlenbelichtung eines Gegenstandes, für den Fall, dass die Kapazität von Stromversorgungskabeln zu einer Röntgenröhre auch nach einer programmierten Belichtungszeit noch Strom oder Leistung an die Röntgenröhre liefern. Dazu ist eine Belichtungssteuerung mit einem ersten Solenoid verbunden, welches vor oder bei der Erregung der Röntgenröhre einen strahlenundurchlässigen Verschlusschieber aus Blei, Wolfram oder Uran gegen die Zugkraft einer Feder in eine Offenstellung zieht, in der der Verschluss mittels einer Halteklinke eines zweiten entspannten Solenoids gehalten wird. In der Offenstellung lässt ein Strahlungsfenster im Verschluss Röntgenstrahlen durchtreten. Nachdem eine Steuerung die Röntgenstrahlungserzeugung eingeleitet hat, und sobald ein Sensor einen voreingestellten Bestrahlungsschwellenwert erfasst, erregt die Steuerung das ungespannte Solenoid, das die Halteklinke von dem Verschluss entfernt. Die Masse des Verschlusses und die Kraft der Feder sind so ausgewählt, dass der Verschluss in etwa 1/5000 Sekunde von der Offenstellung in eine Verschlussstellung bewegt werden kann, um die Röntgenstrahlung schnell zu unterbrechen.

[0003] Problematisch bei der bekannten Verschlussvorrichtungen, bei welcher der Verschluss des Strahlengangs mittels eines Schiebers erfolgt, der in einer Richtung quer zum Strahlengang eingeführt wird, ist, dass die für die geforderte schnelle Betätigung des Verschlusses verantwortliche Feder mit der Zeit ermüdet oder brechen kann. Des Weiteren ist die Anordnung aus Feder, Schieber, Halteklinke komplex und beansprucht aufgrund der Linearbewegung des Schiebers verhältnismäßig viel Einbauraum. Um die Größe des Schiebers und damit seine Masse klein halten zu können, ist eine nahe Anordnung an der Strahlungsquelle erforderlich, weil dort die zu verschließende Querschnittfläche der Strahlung klein ist. Schließlich ist bei der federbetätigten Linearbewegung des Schiebers ein Dämpfungsmittel zum Vermeiden von Rückprellen des Schiebers an der Endposition notwendig, wobei letztlich die Dimensionierung von Feder, Schieber und Dämpfungselement immer eine Kompromisslösung darstellen wird.

[0004] US 5 107 530 A zeigt einen Drehverschluss,

der zwischen einer ersten Stellung, in der ein Röntgenstrahlengang blockiert ist, und einer zweiten Stellung, in der der Röntgenstrahlengang geöffnet ist, gemäß des Oberbegriffs des Anspruch 1. An dem bekannten Drehverschluss ist eine Verschlussstellungsanzeige mit optischen Sensoren vorgesehen, um eine zuverlässige Drehung des Drehverschlusses mittels eines Magnetantriebs in eine der ersten oder zweiten Stellung erfassen zu können. Der bekannte Drehverschluss und die Steuerung der Stellung des Verschlusses sind komplex.

[0005] US 5 384 661 A zeigt eine Verschlussklappe für ein optisches Instrument eines Raumfahrzeugs, wobei die Verschlussklappe um eine Gelenkachse zwischen einer Offen-Stellung und einer Geschlossen-Stellung schwenkbar ist. Ähnlich zeigt US 4 286 856 A eine um eine Drehwelle drehbare Verschlussklappe für eine fotografische Linse. In beiden Vorrichtungen ist die Verschlussklappe in eine stabile Geschlossen-Stellung mittels eines Federelements vorgespannt und kann mittels eines Antriebs in eine instabile Offen-Stellung gedreht werden.

[0006] US 5 054 041 A zeigt einen Röntgenstrahlen-Kollimator mit mehreren radial verlaufenden Längsschlitzen unterschiedlicher lichter Höhe in einem Drehzylinder. Die Breite des kollimierten Röntgenstrahls wird durch Drehen des Drehzylinders mit einem Stellmotor um die Längsachse gesteuert, indem darüber die für die durch den Längsschlitz verlaufende Röntgenstrahlung effektive lichte Höhe des Längsschlitzes gesteuert wird. Die Eintrittsöffnung jedes Längsschlitzes größer ist als seine Austrittsöffnung.

[0007] US 4 071 771 A als nächstliegender Stand der Technik zeigt einen Drehsicherheitsverschlussmechanismus für den Einsatz in computergesteuerten tomographischen Röntgenscannern des Typs, bei dem eine Strahlungsquelle und eine Detektoreinrichtung zur Bewegung auf gegenüberliegenden Seiten eines Mediums montiert sind, sodass die Strahlung aufeinanderfolgende Schnitte des Mediums durchläuft, gedämpft und als Ausgangssignal detektiert wird. Der Sicherheitsverschlussmechanismus ist angrenzend an die Austrittsöffnung der Strahlungsquelle angeordnet, um selektiv den Ausgang beim Auftreten einer vorbestimmten Bedingung zu blockieren. Der Mechanismus weist auf ein Gehäuse, das der Austrittsöffnung benachbart angebracht ist und einen Durchgang aufweist, durch den die Strahlung hindurchtreten kann. Ein zylindrisches Verschlusselement ist im Gehäuse quer zum Durchgang angeordnet und für eine Drehbewegung zwischen einer ersten Position, die den Durchgang der Strahlung ermöglicht, und einer zweiten Position, die den Durchgang blockiert, eingerichtet. Das Verschlusselement, das in die zweite Position vorgespannt ist, kann von der zweiten in die erste Position durch einen linearen Solenoid indirekt über eine Kurbel oder einen Drehsolenoid direkt bewegt werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Es ist eine mögliche Aufgabe der Erfindung, eine Röntgenprüfanlage mit einer Verschlusseinrichtung sowie ein Verfahren zum Freigeben bzw. Verschließen des Strahlengangs der Röntgenprüfanlage vorzuschlagen, die einen einfachen Aufbau aufweist.

[0009] Diese Aufgabe wird zumindest teilweise mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0010] Der Kerngedanke der Erfindung liegt darin, einen drehbaren Verschlusskörper anstelle eines linear in den Strahlengang zu bewegendes Schiebers mit einem bistabilen Magnetantrieb als Antriebsmittel für die Drehung des Verschlusskörpers zwischen einer Verschließ-Drehstellung, in der der Strahlengang verschlossen wird, und einer Offen-Drehstellung, in der der Strahlengang für die Strahlung freigegeben wird, zu verwenden; "freigegeben" bedeutet hier grundsätzlich, dass der Verschlusskörper in der Offen-Drehstellung für die zur Anwendung kommende Strahlung in dieser Stellung transparent also wenigstens für einen bestimmten Frequenz- bzw. Wellenlängenbereich der Strahlung durchlässig ist, d.h. es kann sich prinzipiell weiterhin Material des Verschlusskörpers im Strahlengang befinden, das dann jedoch für die Strahlung bzw. wenigstens einen Teil davon transparent bzw. durchlässig ist.

[0011] Die Erfindung betrifft eine Röntgenprüfanlage mit einer Einrichtung zum Verschließen bzw. Freigeben eines Röntgenstrahlengangs, wobei die Einrichtung aufweist: einen permanent im Strahlengang angeordneten und um eine im Wesentlichen quer zum Strahlengang angeordnete Längsachse drehbaren Verschlusskörper mit einem für die Röntgenstrahlung dichten Material, welches in einer Schließ-Drehstellung den Strahlengang verschließt, und einem in einer Offen-Drehstellung für die Strahlung transparenten Durchgang; d.h., im Vergleich zu bekannten Schieber- oder Blendenanordnungen, bei denen ein (bzw. mehrere) Verschlusselement(e) translatorisch aus einer (bzw. verschiedenen) Richtung(en) in den Strahlengang bewegt wird (bzw. werden), befindet sich das Verschlusselement bei der Erfindung permanent im Strahlengang, wobei es zwei Drehstellungen, nämlich die Schließ-Drehstellung, in der es den Strahlengang verschließt bzw. gegen die Strahlung abdichtet bzw. die Strahlung blockiert, und die Offen-Drehstellung, in der die Strahlung bzw. wenigstens ein Teil davon im Wesentlichen ungehindert den Verschlusskörper passieren kann, aufweist. Weiter weist die Verschlusseinrichtung ein Antriebsmittel auf, welches mit dem Verschlusskörper zu dessen Drehung um die Längsachse zwischen den beiden Drehstellungen gekoppelt ist. Als Antriebsmittel ist ein elektrischer bistabiler Magnetantrieb vorgesehen, der eingerichtet ist, den Verschlusskörper zwischen den beiden Drehstellungen zu bewegen. Jede der beiden Drehstellungen entspricht einer

stabilen Stellung des Magnetantriebs, die der Magnetantrieb stromlos (beibe-)halten kann.

[0012] Ein Verfahren zum Freigeben und Verschließen des Röntgenstrahlengangs in der Röntgenprüfanlage weist die folgenden Schritte auf:

- Drehen des im Strahlengang permanent angeordneten und um die im Wesentlichen quer zum Strahlengang angeordnete Längsachse drehbaren Teils des Verschlusskörpers aus dem für die Röntgenstrahlung dichten Material in eine Offen-Drehstellung, sodass der in dem Verschlusskörper ausgebildete für die Strahlung transparente Durchgang mit dem Strahlengang zur Deckung gebracht wird.
- Drehen des im Strahlengang angeordneten Verschlusskörpers in eine Geschlossen-Drehstellung, sodass der Strahlengang durch das für die Strahlung dichte Material des Verschlusskörpers verschlossen wird.
- Ausführen der jeweiligen Drehbewegungen des Verschlusskörpers zwischen den Drehstellungen mittels eines elektrischen Magnetantriebs, und stromloses Halten der jeweiligen Drehstellungen des bistabilen Magnetantriebs mittels eines dieser Drehstellung zugeordneten Permanentmagneten.

[0013] Besonders vorteilhaft bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. dem erfindungsgemäßen Verfahren ist, dass bei Kombination aus drehbetätigtem Verschlusskörper und elektrischem Magnetantrieb besonders kurze Schaltzeiten zwischen den beiden Verschlusszuständen erzielt werden können.

[0014] Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der Verschlusseinrichtung zum Verschließen bzw. Freigeben des Strahlengangs im Folgenden beschrieben werden, gelten selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem vorstehenden erfindungsgemäßen Verfahren und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung der einzelnen Erfindungsmerkmale hier wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

[0015] In der Verschlusseinrichtung ist das Antriebsmittel ein bistabiler elektrischer Magnetantrieb, d.h., er weist zwei stabile Stellungen auf. Die Verschlusseinrichtung ist so konfiguriert, dass jede der beiden (Funktions-)Drehstellungen des Verschlusskörpers jeweils einer der zwei stabilen Positionen des Magnetantriebs entspricht, die der Magnetantrieb stromlos (beibe-)halten kann.

[0016] D.h., der Magnetantrieb kann in der bistabilen Ausführung jeweils eine von zwei vorbestimmten Endstellungen, beispielsweise jeweils mittels eines hierfür eingebauten Permanentmagneten, stromlos (bei-)halten. Zwischen den baulich bedingten stabilen Endstellungen kann es einen instabilen Gleichgewichtspunkt geben, wobei der Antrieb bei entsprechender Ansteuerung bzw. Auslenkung sich selbsttätig aus dem Gleichgewichtspunkt in die nächstgelegene stabile Endposition bewegen wird.

[0017] Besonders vorteilhaft ist hier, dass diese Verschlusseinrichtung keinen nennenswerten Leistungsbedarf hat, da der elektrische Magnetantrieb nur immer kurz zum Drehen des Verschlussmittels mit elektrischer Energie versorgt werden muss. Aufgrund der jeweils nur kurzen Arbeitsphasen für den elektrischen Magnetantrieb kann dieser im Bereich der Überlastung betrieben werden, um eine maximale Beschleunigung zu erreichen. Es hat sich gezeigt, dass die Zeit zwischen den Bewegungs- bzw. Arbeitsphasen für ein Abkühlen des Magnetantriebs ausreichend ist, d.h., der Antrieb wird zwar bei der kurzzeitigen Überlastung in der Arbeitsphase warm, bleibt jedoch unterhalb der spezifizierten Temperaturobergrenze. Daher gibt es hinsichtlich des Einbauortes im Wesentlichen keine besonderen Einschränkungen hinsichtlich der sicherzustellenden Wärmeableitung.

[0018] Das Antriebsmittel kann ein elektrischer Drehmagnetantrieb, aber auch ein Linearmagnetantrieb sein; falls ein Linearmagnetantrieb eingesetzt wird, kann die Linearbewegung beispielsweise über einen Hebelmechanismus in die benötigte Drehbewegung zur erforderlichen Bewegung, d.h. Drehung, des Verschlusskörpers umgesetzt werden.

[0019] Die für die Verschlusseinrichtung bevorzugten elektrischen Magnetantriebe können im Wesentlichen auf folgendem grundsätzlichen Konstruktionsprinzip basieren. Eine beispielsweise aus Kupferdraht gewickelte Spule bildet zusammen mit einem offenen Eisenkern einen elektrischen Magneten, mit dem mechanische Arbeit in Form von Bewegung verrichtet oder einer Haltekraft erzeugt werden kann, wenn elektrischer Strom durch die Spule fließt. Als Linearantrieb ist der Magnetantrieb so ausgeführt, dass ein Anker bei Stromfluss eine geradlinige Hubbewegung ausführt. Je nach Auslegung kann die Hubbewegung des Ankers bei Stromfluss drücken, ziehen oder ausgehend von einer Mittellage auch beides. Als Drehantrieb ist der Magnetantrieb so konfiguriert, dass der Anker bei Stromfluss durch die Spule eine rein rotatorische Bewegung, ähnlich wie ein Elektromotor an der Antriebswelle erzeugt. Im Gegensatz zum Elektromotor kann sich der Anker des Drehmagnetantriebs nicht kontinuierlich, sondern nur über einen vorbestimmten Drehwinkel drehen; die Drehbewegung kann im Uhrzeigersinn, gegen den Uhrzeigersinn oder auch in beide Richtungen, dann ausgehend von einer Mittellage, erfolgen.

[0020] Der Verschlusskörper kann beispielsweise in einer Einrichtung zur Formierung der Strahlung eingebaut sein. Eine solche Formierungseinrichtung kann ein Kollimator sein. Der Verschlusskörper kann auch als Verschluss direkt am Gehäuse einer Einrichtung zur Erzeugung der Strahlung angeordnet werden. Eine solche Strahlungserzeugungseinrichtung kann beispielsweise eine Röntgenröhre zur Erzeugung von Röntgenstrahlen sein.

[0021] Der Verschlusskörper kann so geformt sein, dass in der Offen-Drehstellung zum Strahlengang ge-

richtete Innenflächen des Durchgangs so ausgebildet sind bzw. so verlaufen, dass sie im Wesentlichen mit inneren den Strahlengang begrenzenden Gehäuseflächen, d.h. Gehäuseinnenflächen, fluchten oder den lichten Querschnitt des Strahlengangs nicht beschränken. Alternativ kann auch mit dem Durchgang der gewünschte lichte Querschnitt des Strahlengangs definiert werden, d.h. die dem Strahlengang zugewandten Innenoberflächen bzw. für den Fall, dass der Verschlusskörper aus verschiedenen Materialien, einem Teilbereich mit für die Strahlung dichtem Material sowie einem Teilbereich mit für wenigstens einen Teil der Strahlung transparentem Material, besteht, bestimmen die so definierten Grenzflächen den effektiven Querschnitt des Strahlengangs.

[0022] In bestimmten Ausführungen kann der Verschlusskörper zumindest in dem Bereich bzw. Teil, der sich permanent im Strahlengang befindet, im Wesentlichen bzw. annähernd die Form eines Halbzylinders oder Zylinderabschnitts aufweisen.

[0023] In bestimmten Ausführungen kann der Verschlusskörper zumindest in dem Bereich bzw. Teil, der sich im Strahlengang befindet, im Wesentlichen bzw. annähernd die Form eines Vollzylinders aufweisen, wobei der Durchgang als ein quer zur Längsachse verlaufender Schlitz oder Fenster im Verschlusskörper sein kann.

[0024] Der Durchgang kann in einem besonders einfachen Fall durch Abwesenheit von jeglichem Material im Verschlusskörper definiert sein, d.h., der Durchgang im Verschlusskörper kann materialfrei ausgeführt sein.

[0025] Alternativ kann der Durchgang im Verschlusskörper durch ein entsprechend geformtes und in den Verschlusskörper integriertes Material definiert bzw. ausgebildet sein, welches für die Strahlung transparent ist. Bei dieser Variante kann der Verschlusskörper so in eine den Strahlengang definierende Einrichtung eingesetzt sein, dass der Verschluss den Strahlengang zusätzlich hermetisch verschließt.

[0026] Die vorstehende Ausführung kann vorteilhaft weitergebildet werden, indem der Durchgang im Verschlusskörper durch ein entsprechend geformtes und in den Verschlusskörper integriertes Filtermaterial definiert bzw. ausgebildet wird, wobei das Filtermaterial so gewählt ist, dass die durchgehenden Röntgenstrahlen gezielt gefiltert werden.

[0027] Beispielsweise kann das Filtermaterial so gewählt werden, dass die Röntgenstrahlung definiert aufgehärtet wird. "Aufgehärtet" bedeutet hier, dass Röntgenquanten mit niedriger Energie vom Filtermaterial absorbiert werden und solche mit hoher Energie weitestgehend durchgelassen werden. Mit anderen Worten die weichen, d.h. langwelligeren und weniger durchdringungsfähigen Röntgenstrahlen werden herausgefiltert; als Filtermaterial kann hier z.B. Aluminium, Kupfer oder ähnliches verwendet werden. Weiter ist es auch möglich, zusätzlich bestimmte harte Röntgenstrahlen, d.h. kurzwellige und damit hochenergetische Anteile des Röntgenspektrums der Röntgenstrahlung herauszufiltern; als Filtermaterial eignet sich hierfür beispielsweise ein Ma-

terial mit höherer Ordnungszahl, wie z.B. Zirkon, Molybdän, Rhodium oder ähnliches.

[0028] Der Verschlusskörper und/oder das Antriebsmittel kann bzw. können mechanisch so konfiguriert sein, dass nur eine Bewegung in einem vorbestimmten Bereich möglich ist. Beispielsweise können an dem Verschlusskörper und/oder dem Antriebsmittel den beiden (Funktions-)Drehstellungen (Offen-/Verschließ-Drehstellung) zugeordnete Endanschläge vorgesehen sein, sodass der Verschlusskörper bzw. das Antriebsmittel mechanisch nur in einem von den Endanschlägen definierten Bereich beweglich ist. Dadurch kann die jeweilige Drehstellung des Verschlusskörpers besonders präzise sichergestellt werden. Zusätzlich können elastische Endanschläge vorgesehen sein, welche die kinetische Energie des Verschlusskörpers beim Einnehmen einer der (Funktions-)Drehstellungen aufnehmen.

[0029] Die Verschlusseinrichtung ist bistabil konfiguriert, wobei jeweils die Verschließstellung als auch die Offenstellung der Verschlusseinrichtung eine stabile Stellung ist, in der Verschlusskörper selbsttätig gehalten wird. Hier ist jeweils zum Drehen des Verschlusskörpers von einer der beiden Stellungen in die andere eine entsprechende Energieversorgung, z.B. ein Strompuls, nötig.

Kurzbeschreibung der Zeichnungsfiguren

[0030] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Funktionsähnliche oder identische Bauteile oder Komponenten sind teilweise mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die in der Beschreibung der Ausführungsbeispiele verwendeten Begriffe "links", "rechts", "oben", "unten" beziehen sich auf die Zeichnungen in einer Ausrichtung mit normal lesbarer Figurenbezeichnung bzw. normal lesbaren Bezugszeichen. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung.

- Figur 1 zeigt eine Schnittansicht von oben auf reine Verschlusseinrichtung, die in einem Fächerstrahl-Kollimator integriert ist;
- Figur 2a zeigt eine Schnittansicht 2-2 der Figur 1, bei der das Verschlussmittel der Verschlusseinrichtung den Strahlengang freigibt;
- Figur 2b zeigt eine Schnittansicht 2-2 der Figur 1, bei der das Verschlussmittel der Verschlusseinrichtung den Strahlengang verschließt;
- Figur 3a zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts der Verschlusseinrichtung der Figur 1, in der sich der Verschlusskörper in der Offen-Drehstellung befindet; und
- Figur 3b zeigt eine perspektivische Ansicht eines

Ausschnitts der Verschlusseinrichtung der Figur 1, in der sich der Verschlusskörper in der Verschließ-Drehstellung befindet.

5 Detaillierte Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren anhand eines Ausführungsbeispiels detailliert beschrieben. Die detaillierte Beschreibung dient der Information des Fachmanns und ist nicht beschränkend aufzufassen. In der nachfolgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Einzelheiten dargelegt. Es versteht sich jedoch, dass Ausführungsformen der Erfindung auch ohne diese spezifischen Einzelheiten zur Anwendung kommen können. Dem Fachmann bekannte Schaltungen, Strukturen und Verfahren werden hier nicht im Detail besprochen, um das Verständnis der vorliegenden Beschreibung nicht unnötig zu erschweren.

[0032] Begriffe "gekoppelt" und "verbunden/angeschlossen" sowie davon abgeleitete Begriffe werden hier nicht synonym verwendet. Bei spezifischen Ausführungsformen kann vielmehr "verbunden/angeschlossen" andeuten, dass zwei oder mehr Elemente in direktem physischem oder elektrischem Kontakt miteinander stehen. "Gekoppelt" kann bedeuten, dass zwei oder mehr Elemente zusammenwirken oder sich gegenseitig beeinflussen, wobei sie in direktem, aber auch indirektem physischem oder elektrischem Kontakt miteinander stehen können. Falls nicht anderweitig angegeben, deutet der Gebrauch der Ordinaladjektive "erster", "zweiter", "dritter" usw. zur Bezeichnung eines gemeinsamen Objekts lediglich an, dass auf verschiedene Beispiele von gleichartigen Objekten Bezug genommen wird, und soll nicht implizieren, dass die so bezeichneten Objekte in einer gewissen zeitlichen, räumlichen, Rangordnungs- oder sonstigen Reihenfolge auftreten müssen.

[0033] Figur 1 zeigt eine Schnittansicht von oben auf eine Verschlusseinrichtung 1, die benachbart zu einem schmalen Ende in einem Fächerstrahl-Kollimator 15 zur Ausbildung eines fächerförmigen Röntgenstrahlenbündels integriert ist.

[0034] Der Fächerstrahl-Kollimator 15 der hier dargestellten Ausführung besteht im Wesentlichen aus zwei trapezförmigen deckungsgleichen Hälften mit jeweils einer kleinen Seite 15a und einer großen Seite 15b. Die Hälften bilden im zusammengefügt Zustand einen Strahlengang 3 für in einer an der kleinen Seite 15a angekoppelten Röntgenstrahlungsquelle (nicht gezeigt) erzeugte Röntgenstrahlen. Die Röntgenstrahlen werden an der kleinen Seite 15a des Kollimators 15 in den Strahlengang 3 eingestrahlt und verlassen diesen in einem vom Kollimator definierten Winkelbereich an dessen großer Seite 15b.

[0035] Es sei angemerkt, dass das Gehäuse des Fächerstrahl-Kollimators 15 nicht zwingend aus zwei Hälften aufgebaut sein muss. Beispielsweise kann das Gehäuse auch einteilig bzw. einstückig ausgebildet, d.h.

beispielsweise ein einteiliges Gussteil sein, das eine entsprechend geformte und ausgerichtete Ausnehmung, z.B. eine passende Bohrung, für den Verschlusskörper besitzt.

[0036] Benachbart zur kleinen Seite 15a ist ein Teil 5 eines Verschlusskörpers 9 permanent im Strahlengang 3 angeordnet. Der Verschlusskörper 9 ist um eine im Wesentlichen quer zum Strahlengang 3 verlaufende Längsachse 7 drehbar an seinen Längsenden 9a, 9b mittels an sich bekannter Lagermittel 16a, 16b im Kollimator 15 drehbar gelagert.

[0037] Der Verschlusskörpers 9 selber, also der Teil, der zum Verschließen des Strahlengangs 3 dient, besteht aus einem für Röntgenstrahlung dichten Material, wie zum Beispiel Blei, Wolfram, Uran, oder Tantal; anstelle von Tantal kann auch Niob oder Zirkon bzw. eine Legierung aus 80% bis 90% Tantal, Niob und Zirkon verwendet werden. Alternativ eignen sich auch Gold, Keramik, Sintermaterialien aus Wolfram mit Kupfer, Nickel und/oder Eisen oder ähnliches, um einige weitere Beispiele zu nennen.

[0038] Das Material der Gehäuseteile bzw. des Gehäuses des Kollimators 15 besteht ebenfalls aus einem für Röntgenstrahlung dichten Material, hierbei kann es sich ebenfalls um die im Zusammenhang mit dem Verschlusskörper 9 genannten Elemente bzw. alternativ um Stahl oder Messing handeln.

[0039] Der Verschlusskörper 9 ist derart geformt, dass mittels des Verschlusskörpers 9 in einer Offen-Drehstellung A (Figur 2a, 3a) ein für die Röntgenstrahlung transparenter Durchgang 11 definiert wird. Figur 2a zeigt hierzu eine Schnittansicht 2-2 der Figur 1, bei der das Verschlussmittel der Verschlusseinrichtung den Strahlengang freigibt. Figur 3a zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts der Verschlusseinrichtung der Figur 1, in der sich der Verschlusskörper in der Offen-Drehstellung A befindet.

[0040] Etwas genauer besitzt der Teil des Verschlusskörpers 9, der aus dem für Röntgenstrahlung dichten Material besteht, im Wesentlichen die Form eines Vollzylinders. Der Durchgang 11 verläuft mit Bezug auf die der Drehachse entsprechende Längsachse 7 radial bzw. mittig durch den Verschlusskörper 9. Wie zum Teil anhand der Figuren 3a, 3b erkennbar weist der Durchgangs 11 in der Hauptrichtung des Strahlengangs 3 einen rechteckigen Querschnitt auf.

[0041] In der Offen-Drehstellung A sind zum Strahlengang 3 gerichtete Innenflächen 17a, 17b, 17c, 17d des Durchgangs 11 so ausgerichtet, dass sie mit den Strahlengang 3 begrenzenden inneren Gehäuseflächen 19a, 19b, 19c, 19d des Fächerstrahl-Kollimators 15 fluchten (Flächen 17c, 17d) bzw. den lichten Querschnitt des Strahlengangs 3 definieren (Flächen 17a, 17b).

[0042] Der Verschlusskörper 9 ist weiter so geformt, dass in einer Schließ-Drehstellung B (Figur 2b, 3b) des Verschlusskörpers 9 der gesamte lichte Querschnitt des Strahlengangs 3 mittels des für Röntgenstrahlung dichten Materials blockiert wird. Figur 2b zeigt hierzu eine

Schnittansicht 2-2 der Figur 1, in welcher der Verschlusskörper 9 den Strahlengang vollständig verschließt. Figur 3b zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts der Verschlusseinrichtung der Figur 1, in der sich der Verschlusskörper in der Verschließ-Drehstellung B befindet.

[0043] Ein Antriebsmittel 13 ist mit dem Verschlusskörper 9 zu dessen Drehung um die Längsachse 7 zwischen den Drehstellungen A, B über eine Welle 10 gekoppelt. Das Antriebsmittel 13 ist ein elektrischer bistabiler Magnetantrieb mit zwei stabilen Endstellungen, die der Magnetantrieb jeweils im stromlosen Zustand, d.h. ohne Zufuhr elektrischer Energie in Form von elektrischem Strom, stabil beibehält. Beispielsweise können hierfür in dem Magnetantrieb wenigstens zwei Permanentmagneten angeordnet sein, mittels derer der Magnetantrieb jeweils in einer vorbestimmten Stellung stromlos gehalten werden kann. Jede der beiden Drehstellungen A, B des Verschlusskörpers 9 ist jeweils einer dieser zwei stabilen Stellungen des Magnetantriebs zugeordnet.

[0044] Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Antriebsmittel 13 ein elektrischer bistabiler Drehmagnet. D.h., das Antriebsmittel 13 erzeugt unmittelbar die für die Betätigung der Verschlusseinrichtung 1 benötigte Drehbewegung. Bistabile Drehmagnete besitzen schnelle Reaktionszeiten und halten ohne Stromzufuhr die jeweilige vorbestimmte stabile Stellung bzw. Endposition. Da nur für die kurze Zeit der Betätigung der Verschlusseinrichtung elektrische Energie benötigt wird, verbrauchen bistabile Magnetantriebe wenig Energie und erzeugen aufgrund der kurzen Arbeitsphasen nur wenig Verlustwärme.

[0045] An der Welle 10, die den Rotor 1 3a des Antriebsmittels 1 3 mit dem Verschlusskörper 9 koppelt, ist ein Drehanschlagselement 12 in Form eines Hebels befestigt. Am Gehäuse des Antriebsmittels 13 sind den beiden Drehstellungen A, B zugeordnete Endanschläge 21a, 21b (der Anschlag 21b ist in der Darstellung verdeckt, aber grundsätzlich ähnlich zu dem 21a ausgeführt) derart fest angeordnet, dass der Verschlusskörper 9 und das Antriebsmittel 13 nur in dem von den beiden Endanschlägen 21a und 21b definierten Winkelbereich, der im Wesentlichen einer 90°-Drehung des Verschlusskörpers 9 entspricht, bewegt werden kann. Endanschläge 21a, 21b sind mit einem elastischen Material, beispielsweise einem Elastomer, z.B. Material wie Gummi oder einem gummiähnlichen Material, d.h. ein Material welches elastische Eigenschaften ähnlich wie Gummi aufweist, versehen, welches die kinetische Energie des bewegten Verschlusskörpers 9 beim Einnehmen einer der Drehstellungen A, B aufnimmt.

[0046] Im stromlosen Zustand gibt es einen instabilen Gleichgewichtspunkt in der Mittelposition zwischen den beiden Endanschlägen 21a und 21b, die je einem der stabilen Arbeitspunkte des Magnetantriebs pro Drehrichtung, in die sich der Rotor 13a selbsttätig dreht, sobald er aus dieser Mittelposition in die jeweilige Richtung aus-

gelenkt wird, entsprechen. Das hierfür erforderliche Drehmoment wird nur mit hierfür in den Magnetantrieb eingebauten Permanentmagneten erzeugt. Da die Endanschlüsse 21a und 21b jeweils etwas vor den stabilen Endstellungen des Rotors 1 3a angeordnet sind, bleibt der Rotor 13a in diesen Endstellungen, bis er aktiv, d.h. mittels Stromzufuhr über die Mittelposition in Richtung der anderen Endstellung ausgelenkt wird.

[0047] Der elektrische Magnetantrieb kann beispielsweise über einen bipolaren Verstärker, wie einen bipolaren Schrittmotor-Verstärkerbaustein, angesteuert werden. Bevorzugt wird der Magnetantrieb jeweils zwischen den Drehstellungen des Verschlusskörpers 9 über einen Strompuls gesteuert, wobei die Pulslänge des Stromes der Bewegungszeit in die jeweils andere Drehstellung des Verschlusskörpers 9 entspricht.

[0048] Anhand des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels wurde eine Einrichtung 1 zum Verschließen bzw. Freigeben des Strahlengangs 3 für Röntgenstrahlung, erläutert. Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt, vielmehr ergibt sich die Erfindung aus den folgenden Ansprüchen.

Patentansprüche

1. Röntgenprüfanlage mit einer Einrichtung (1) zum Verschließen und Freigeben eines Röntgenstrahlengangs (3), wobei die Einrichtung (1) aufweist zumindest einen permanent im Strahlengang (3) angeordneten Teil (5) eines um eine quer zum Strahlengang (3) angeordnete Längsachse (7) drehbaren Verschlusskörpers (9), der ein für die Röntgenstrahlung dichtes Material aufweist, welches in einer Schließ-Drehstellung (B) des Verschlusskörpers (9) den Strahlengang (3) blockiert, und einen in einer Offen-Drehstellung (A) für die Strahlung transparenten Durchgang (11) definiert, und einen elektrischen Magnetantrieb als Antriebsmittel (13), welches mit dem Verschlusskörper (9) zu dessen Drehung um die Längsachse (7) zwischen den Drehstellungen (A, B) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Magnetantrieb eingerichtet ist, den Verschlusskörper (9) zwischen den Drehstellungen (A, B) zu bewegen, wobei der elektrische Magnetantrieb ein bistabiler Magnetantrieb ist und jede der beiden Drehstellungen (A, B) jeweils einer von zwei stabilen Stellungen des Magnetantriebs entspricht, die der Magnetantrieb stromlos beibehält.
2. Röntgenprüfanlage nach Anspruch 1, wobei das Antriebsmittel (13) ein Drehmagnetantrieb oder ein Linearmagnetantrieb ist.
3. Röntgenprüfanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 2, ferner enthaltend eine Einrichtung zur Formierung der Strahlung oder eine Einrichtung zur Erzeugung

der Strahlung, wobei der Verschlusskörper (9) in dieser Einrichtung (15) zur Formierung der Strahlung oder an dieser Einrichtung zur Erzeugung der Strahlung angeordnet ist.

4. Röntgenprüfanlage nach Anspruch 3, wobei die Einrichtung (15) zur Formierung der Strahlung ein Kollimator (15) ist.
5. Röntgenprüfanlage nach Anspruch 3, wobei die Einrichtung zur Erzeugung der Strahlung eine Röntgenröhre ist.
6. Röntgenprüfanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in der Offen-Drehstellung (A) zum Strahlengang (3) gerichtete Innenflächen (17a, 17b, 17c, 17d) des Durchgangs (11) so ausgebildet sind, dass die Innenflächen (17a, 17b, 17c, 17d)
 - mit den Strahlengang (3) begrenzenden Gehäuseflächen (19a, 19b, 19c, 19d) fluchten, oder
 - den lichten Querschnitt des Strahlengangs (3) nicht beschränken, oder
 - den lichten Querschnitt des Strahlengangs (3) definieren.
7. Röntgenprüfanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Verschlusskörper (9) zumindest in dem Bereich, der sich permanent im Strahlengang (3) befindet,
 - die Form eines Halbzylinders oder Zylinderabschnitts aufweist, oder
 - die Form eines Vollzylinders aufweist, wobei der Durchgang (11) im Wesentlichen radial durch den Verschlusskörper (9) verläuft.
8. Röntgenprüfanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Verschlusskörper (9) zumindest in dem Bereich, der sich permanent im Strahlengang (3) befindet, die Form eines Vollzylinders aufweist und der Durchgang (11), der im Wesentlichen radial durch den Verschlusskörper (9) verläuft einen rechteckigen Querschnitt aufweist.
9. Röntgenprüfanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei an dem Verschlusskörper (8) oder dem Antriebsmittel (13) den beiden Drehstellungen (A, B) zugeordnete Endanschlüsse (21a, 21b) derart vorgesehen sind, dass der Verschlusskörper (9) bzw. das Antriebsmittel (13) nur in einem von den Anschlüssen (21a, 21b) definierten Bereich, der in etwa einer 90°

Drehung des Verschlusskörpers (9) entspricht, beweglich ist.

10. Verfahren zum Freigeben und Verschließen eines Röntgenstrahlengangs (3) einer Röntgenprüfanlage, das Verfahren aufweisend die Schritte, Drehen eines im Strahlengang (3) permanent angeordneten und um eine im Wesentlichen quer zum Strahlengang (3) angeordnete Längsachse (7) drehbaren Teils eines Verschlusskörpers (9) aus einem für die Röntgenstrahlung dichten Material in eine Offen-Drehstellung (A), sodass ein in dem Verschlusskörper (9) ausgebildeter für die Strahlung transparenter Durchgang (11) mit dem Strahlengang (3) zur Deckung gebracht wird;
Drehen des im Strahlengang (3) angeordneten Verschlusskörpers (11) in eine Geschlossen-Drehstellung (B), sodass der Strahlengang (3) durch für die Strahlung dichtes Material des Verschlusskörpers (9) verschlossen wird;
Ausführen der jeweiligen Drehbewegungen des Verschlusskörpers (9) zwischen den Drehstellungen (A, B) mittels eines bistabilen Magnetantriebs als Antriebsmittel (13), und stromloses Halten einer jeden der Drehstellungen (A, B) des Antriebsmittels (13) mittels jeweils eines der jeweiligen Drehstellung (A, B) zugeordneten Permanentmagneten.
11. Röntgenprüfanlage gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 aufweisend eine Röntgenstrahlenquelle und einer Steuereinrichtung, die mit der Verschlusseinrichtung (1) operativ verbunden und eingerichtet ist, die Verschlusseinrichtung (1) gemäß dem Verfahren nach Anspruch 10 zu steuern.

Claims

1. An X-ray inspection system having a device (1) for closing and opening an X-ray beam path, the device (1) having at least one part (5) of a shutter body (9) which is permanently situated in the beam path (3) and rotatable about a longitudinal axis (7) situated transversely with respect to the beam path (3), and which contains a material that is opaque to the X-ray radiation and blocks the beam path (3) when the shutter body (9) is in a closed rotary position (B), and which defines a passage (11) that is transparent to the radiation when in an open rotary position (A); and having an electromagnetic drive, as drive means (13), that is coupled to the shutter body (9) for rotation of same about the longitudinal axis (7) between the rotary positions (A, B),
characterized in that the electromagnetic drive is configured for moving the shutter body (9) between the rotary positions (A, B), wherein the electromagnetic drive is a bistable magnetic drive, and each of the two rotary positions (A, B) respectively corre-

sponds to one of two stable positions of the magnetic drive that maintains the magnetic drive without current.

2. The X-ray inspection system according to Claim 1, wherein the drive means (13) is a solenoid drive or a linear magnetic drive.
3. The X-ray inspection system according to one of Claims 1 to 2, also containing a device for shaping the radiation, or a device for generating the radiation, wherein the shutter body (9) is situated in this device (15) for shaping the radiation, or is situated on this device for generating the radiation.
4. The X-ray inspection system according to Claim 3, wherein the device (15) for shaping the radiation is a collimator (15).
5. The X-ray inspection system according to Claim 3, wherein the device for generating the radiation is an X-ray tube.
6. The X-ray inspection system according to one of Claims 1 to 5, wherein in the open rotary position (A), inner surfaces (17a, 17b, 17c, 17d) of the passage (11) which are directed toward the beam path (3) are designed in such a way that the inner surfaces (17a, 17b, 17c, 17d)
- are aligned with housing surfaces (19a, 19b, 19c, 19d) which delimit the beam path (3), or
 - do not limit the free cross section of the beam path (3), or
 - define the free cross section of the beam path (3).
7. The X-ray inspection system according to one of Claims 1 to 6, wherein the shutter body (9), at least in the area that is permanently situated in the beam path (3),
- has the shape of a half-cylinder or cylindrical section, or
 - has the shape of a solid cylinder, the passage (11) extending essentially radially through the shutter body (9).
8. The X-ray inspection system according to one of Claims 1 to 6, wherein the shutter body (9), at least in the area permanently situated in the beam path (3), has the shape of a solid cylinder, and the passage (11) extending essentially radially through the shutter body (9) has a rectangular cross section.
9. The X-ray inspection system according to one of

Claims 1 to 8,

wherein end stops (21a, 21b) associated with the two rotary positions (A, B) are provided on the shutter body (9) or the drive means (13) in such a way that the shutter body (9) or the drive means (13) is movable only in a range defined by the stops (21a, 21b), which essentially corresponds to a 90° rotation of the shutter body (9).

10. A method for closing and opening an X-ray beam path (3) of an X-ray inspection system, the method having the steps:

rotating a part of a shutter body (9) which is permanently situated in the beam path (3) and rotatable about a longitudinal axis (7) situated essentially transversely with respect to the beam path (3), and which is made of a material that is opaque to the X-ray radiation, into an open rotary position (A), so that a passage (11) which is formed in the shutter body (9) and is transparent to the radiation is brought into alignment with the beam path (3);

rotating the shutter body (11 [sic; (9)]) situated in the beam path (3) into a closed rotary position (B), so that the beam path (3) is closed by material of the shutter body (9) that is opaque to the radiation;

carrying out the particular rotary motions of the shutter body (9) between the rotary positions (A, B) by means of a bistable magnetic drive as drive means (13), and holding each of the rotary positions (A, B) of the drive means (13) without current by means of a permanent magnet associated with the respective rotary position (A, B).

11. The X-ray inspection system according to one of Claims 1 to 9, having an X-ray radiation source and a control device that is operatively connected to the shutter device (1) and configured for controlling the shutter device (1) using the method according to Claim 10.

Revendications

1. Installation d'examen aux rayons X comportant un dispositif de fermeture (1) et d'ouverture d'un couloir de rayonnement X (3), le dispositif (1) comportant au moins une partie (5), disposée en permanence dans le couloir de rayonnement (3), d'un corps de fermeture (9) qui peut tourner autour d'un axe longitudinal (7) transversal au couloir de rayonnement (3) et qui comporte un matériau étanche aux rayons X, lequel, dans une position fermée de rotation (B) du corps de fermeture (9), bloque le couloir de rayonnement (3), et lequel, dans une position ouverte de rotation (A), définit un passage (11) transparent au

rayonnement, et un entraînement magnétique électrique en tant que moyen d'entraînement (13), lequel est couplé au corps de fermeture (9) pour sa rotation autour de l'axe longitudinal (7) entre les positions de rotation (A, B),

caractérisé en ce que l'entraînement magnétique électrique est conçu pour mouvoir le corps de fermeture (9) entre les positions de rotation (A, B), cependant que l'entraînement magnétique électrique est un entraînement magnétique bistable et que chacune des deux positions de rotation (A, B) correspond respectivement à une des deux positions stables de l'entraînement magnétique que l'entraînement magnétique maintient hors courant.

2. Installation d'examen aux rayons X selon la revendication 1, le moyen d'entraînement (13) étant un entraînement à aimant rotatif ou un dispositif à aimant linéaire.
3. Installation d'examen aux rayons X selon une des revendications de 1 à 2, comprenant en outre un dispositif de formatage du rayonnement ou un dispositif de génération du rayonnement, cependant que le corps de fermeture (9) est agencé dans ce dispositif (15) de formatage du rayonnement ou à ce dispositif de génération du rayonnement.
4. Installation d'examen aux rayons X selon la revendication 3, le dispositif (15) de formatage du rayonnement étant un collimateur (15).
5. Installation d'examen aux rayons X selon la revendication 3, le dispositif de génération du rayonnement étant un tube à rayons X.
6. Installation d'examen aux rayons X selon une des revendications de 1 à 5, cependant que des surfaces intérieures (17a, 17b, 17c, 17d) du passage (11) orientées vers le couloir de rayonnement (3) dans la position ouverte (A) sont conçues de telle façon que les surfaces intérieures (17a, 17b, 17c, 17d)
 - sont en alignement avec les surfaces de boîtier (19a, 19b, 19c, 19d) délimitant le couloir de rayonnement (3), ou
 - ne limitent pas la section transversale interne du couloir de rayonnement (3), ou
 - définissent la section transversale interne du couloir de rayonnement (3).
7. Installation d'examen aux rayons X selon une des revendications de 1 à 6, cependant que le corps de fermeture (9), au moins dans la zone qui se trouve en permanence dans le couloir de rayonnement (3),
 - présente la forme d'un demi-cylindre ou d'une

partie de cylindre, ou

- présente la forme d'un cylindre plein, le passage (11) s'étendant essentiellement radialement à travers le corps de fermeture (9).

conformément au procédé selon la revendication 10.

8. Installation d'examen aux rayons X selon une des revendications de 1 à 6, cependant que le corps de fermeture (9), au moins dans la zone qui se trouve en permanence dans le couloir de rayonnement (3), présente la forme d'un cylindre plein, et que le passage (11) s'étendant essentiellement radialement à travers le corps de fermeture (9) présente une section transversale rectangulaire.
9. Installation d'examen aux rayons X selon une des revendications de 1 à 8, cependant que, au corps de fermeture (8) ou au moyen d'entraînement (13), des butées d'extrémité (21a, 21b) affectées aux deux positions de rotation (A, B) sont prévues de telle manière que le corps de fermeture (9) ou le moyen d'entraînement (13) ne peut être mù que dans une zone qui est définie par les butées (21a, 21b) et qui correspond environ à une rotation de 90° du corps de fermeture (9).
10. Procédé d'ouverture et de fermeture d'un couloir de rayonnement X (3) d'une installation d'examen aux rayons X, le procédé comprenant les étapes
 faire tourner une partie, disposée en permanence dans le couloir de rayonnement (3) et pouvant tourner autour d'un axe longitudinal (7) essentiellement transversal au couloir de rayonnement (3), d'un corps de fermeture (9) en un matériau étanche aux rayons X, dans une position ouverte de rotation (A), de telle sorte qu'un passage (11) réalisé dans le corps de fermeture (9) et transparent au rayonnement est amené en coïncidence avec le couloir de rayonnement (3) ;
 faire tourner le corps de fermeture (11) disposé dans le couloir de rayonnement (3) dans une position fermée de rotation (B), de telle sorte que le couloir de rayonnement (3) est fermé par le matériau du corps de fermeture (9) étanche aux rayonnement ;
 exécution des mouvements de rotation respectifs du corps de fermeture (9) entre les positions de rotation (A, B) au moyen d'un entraînement magnétique bistable en tant que moyen d'entraînement (13), et maintient hors courant d'une de chacune des positions de rotation (A, B) du moyen d'entraînement (13) au moyen de respectivement un aimant permanent affecté à la position de rotation (A, B) respective.
11. Installation d'examen aux rayons X selon une des revendications de 1 à 9, comportant une source de rayonnement X et un dispositif de commande relié opérationnellement au dispositif de fermeture (1) et conçu pour commander le dispositif de fermeture (1)

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

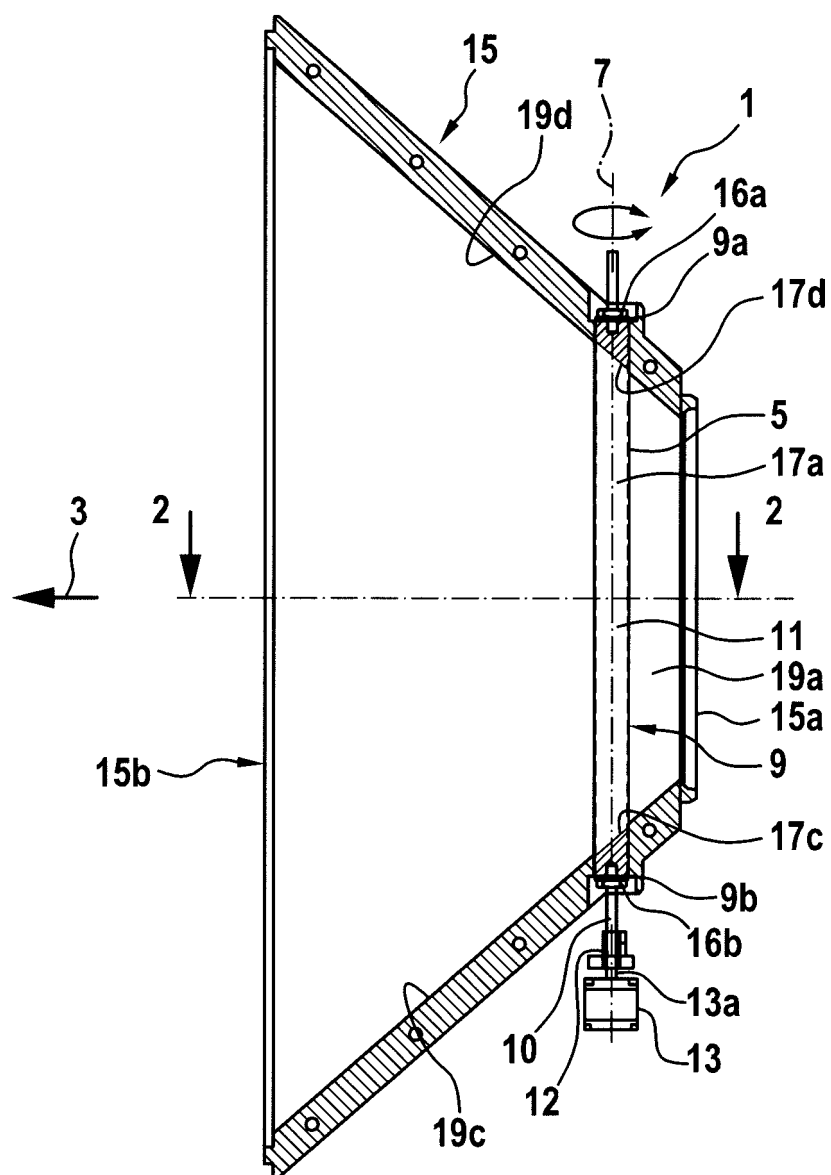


Fig. 2a

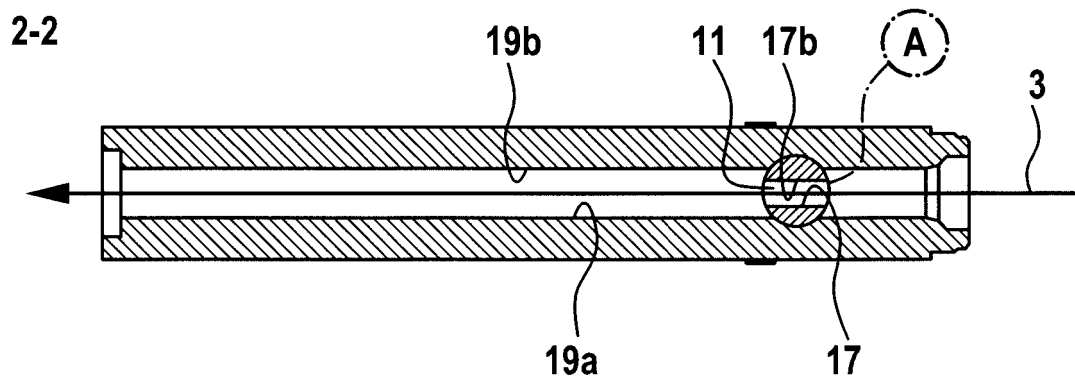


Fig. 2a

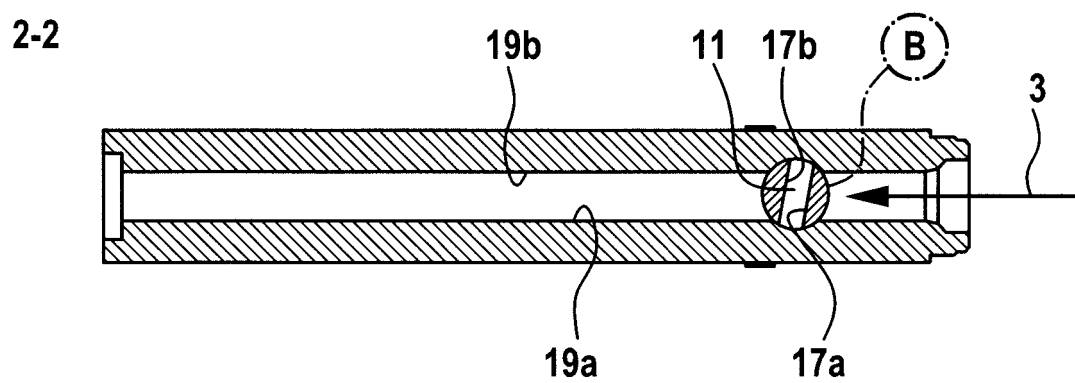


Fig. 3a

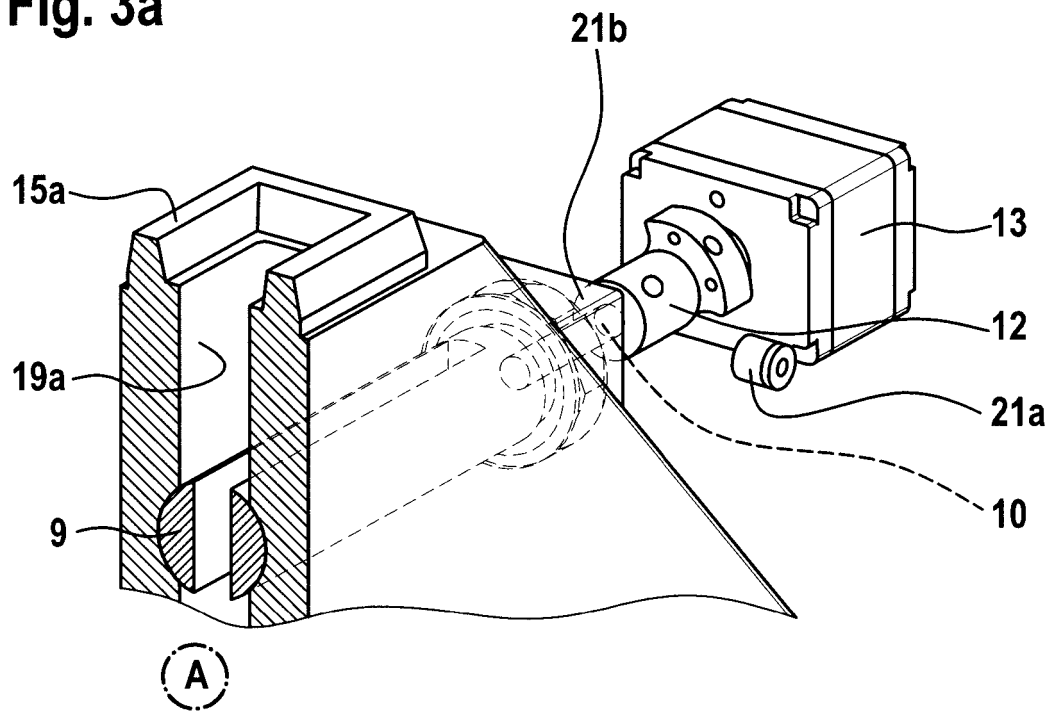
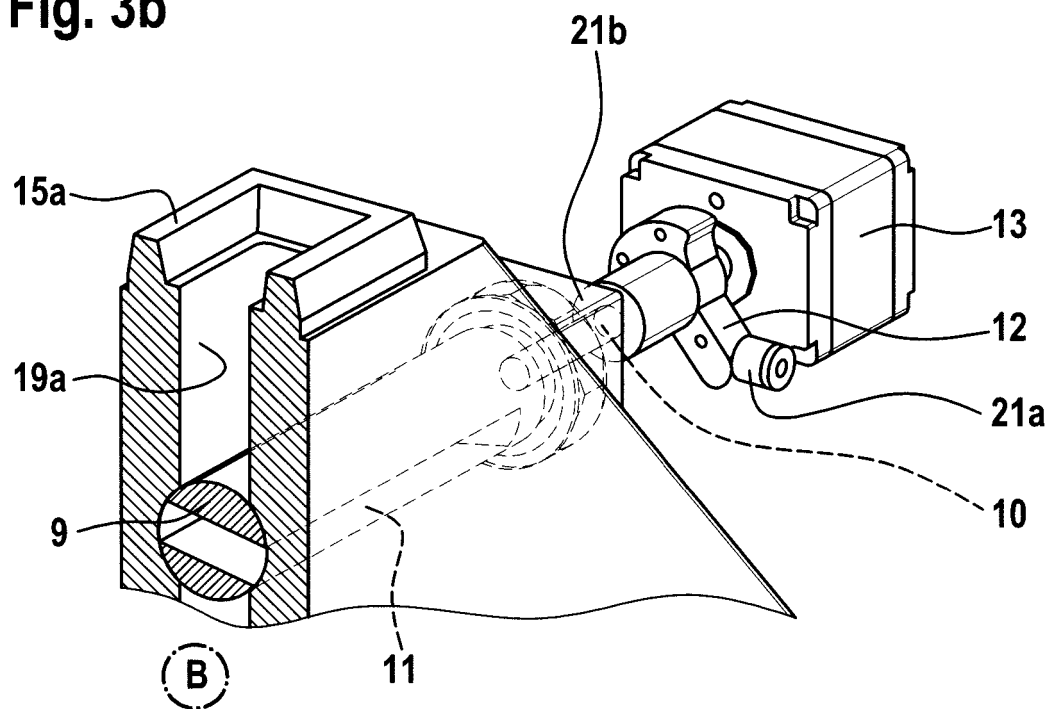


Fig. 3b



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

- DE 3430348 A [0002]
- US 5107530 A [0004]
- US 5384661 A [0005]
- US 4286856 A [0005]
- US 5054041 A [0006]
- US 4071771 A [0007]