

⑤

Int. Cl. 2:

**H 05 G 1/02**

⑱ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES PATENTAMT**



**DE 28 13 860 A 1**

①

# **Offenlegungsschrift 28 13 860**

②

Aktenzeichen:

P 28 13 860.5

③

Anmeldetag:

31. 3. 78

④

Offenlegungstag:

4. 10. 79

⑩

Unionspriorität:

⑫ ⑬ ⑭

—

⑤④

Bezeichnung:

Eintank-Röntgengenerator

⑦①

Anmelder:

Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg

⑦②

Erfinder:

Petersen, Klaus, Dipl.-Ing., 2359 Henstedt-Ulzburg

**DE 28 13 860 A 1**

PATENTANSPRÜCHE:

1. Eintank-Röntgengenerator, der in einem Gehäuse (1) eine Röntgenröhre (2) und wenigstens einen Hochspannungserzeuger (3) enthält, mit einer im Gehäuse angeordneten Kühlvorrichtung, die die in der Anode (22) der Röntgenröhre (2) erzeugte Wärme abführt, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlvorrichtung einen geschlossenen Kühlkreis (401 ... 412) enthält, in dem eine Pumpe ein flüssiges Kühlmittel in Umlauf bringt, das die in der Anode erzeugte Wärme abführt, daß ein Lüfter (410) den Kühlkreis und damit das Kühlmittel kühlt, und daß in dem Gehäuse Öffnungen (411) für die Zu- und Abluft vorgesehen sind.
2. Eintank-Röntgengenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkreis einen dehnbaren, elastischen Schlauch (408) enthält.
3. Eintank-Röntgengenerator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (408) aus Gummi besteht.
4. Eintank-Röntgengenerator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ölfestes Gummi verwendet ist.
5. Eintank-Röntgengenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Anode (22) ein aus Metall bestehender, langgestreckter, etwa in Richtung der Röhrenlängsachse verlaufender Kühlkörper (27) verbunden ist, der in einen vom Kühlmittel durchströmten Raum außerhalb der Röntgenröhre (2) hineinragt.
6. Eintank-Röntgengenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Lüfterachse (412) ein Pumpenrad (409) montiert ist, das in einem mit einem Kühl-

mittelzu- und -rücklauf (405, 407) versehenen Gehäuse (406) angeordnet ist und den Kühlmittelstrom durch den Kühlkreis treibt.

7. Eintank-Röntgengenerator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Röntgenröhre (2) und der Hochspannungserzeuger (3) mit Isolatoren (26) versehen sind, wobei der Isolator (26) der Röntgenröhre (2) mit der Anode (22) verbunden ist, und wobei die Isolatoren so geformt sind, daß sie zusammen eine Hochspannungssteckverbindung bilden, daß die Röntgenröhre (2) so ausgestaltet ist, daß sich im zusammengebauten Zustand von Hochspannungserzeuger und Röntgenröhre ein mit der Anode thermisch gekoppelter Hohlraum ergibt, daß der Kühlmittelstrom durch eine Zu- und eine Rückflußöffnung (36a, 36b) in den Hohlraum geführt ist und daß im Innern des Hohlraums ein Trennstück (35) vorgesehen ist, das den Kühlmittelzufluß und den Kühlmittelrückfluß voneinander trennt.

8. Eintank-Röntgengenerator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennstück (35) rohrförmig ausgebildet ist und eine Öffnung aufweist, die entweder der Zuflußöffnung (36a) oder der Rückflußöffnung (36b) zugewandt ist, und daß auf dem Rohr ein Flansch (37) angebracht ist, der den Raum um das Rohr derart abdichtet, daß ein direkter Durchfluß des Kühlmittels von der Zuflußöffnung zur Rückflußöffnung um das Rohr herum unterbunden ist.

9. Eintank-Röntgengenerator nach Anspruch 5 und Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (27) in das rohrförmige Trennstück (35) hineinragt.

10. Eintank-Röntgengenerator nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das rohrförmige Trennstück (35) so bemessen ist, daß die in seinem Innern für den Durchtritt

des Kühlmittels zur Verfügung stehende Querschnittsfläche der zwischen der Rohraußenwand und der Begrenzung (24, 33) des Hohlraums verbleibenden Querschnittsfläche entspricht.

11. Eintank-Röntgengenerator, insbesondere nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zuführung und zur Rückführung des Kühlmittels je ein Rohr (403, 404) dient, das spiralförmig um den Hochspannungserzeuger (3) herum gewickelt ist, und vom Lüfter (410) gekühlt wird.

PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH, STEINDAMM 94, 2000 HAMBURG 1

"Eintank-Röntgengenerator"

Die Erfindung betrifft einen Eintank-Röntgengenerator, der in einem Gehäuse eine Röntgenröhre und wenigstens einen Hochspannungserzeuger enthält, mit einer im Gehäuse angeordneten Kühlvorrichtung, die die in der Anode der Röntgenröhre erzeugte Wärme abführt. Ein solcher Eintank-Röntgengenerator ist bekannt (Gerät "Macrotank G 200" der Firma Philips).

Zur Kühlung wird dabei Schwefelhexafluorid benutzt, das die in der Anode der Röntgenröhre erzeugte Wärme zum Gehäuse abführt. Ebenso sind Eintank-Röntgengeneratoren bekannt, bei

denen das zur Isolation benutzte Öl zum Transport der in der Anode erzeugten Wärme an das Gehäuse dient.

Den beiden bekannten Generatoren ist gemeinsam, daß ein Dauerbetrieb nicht möglich ist, wenn die Wärme nicht durch eine zusätzliche Wasserkühlung vom Gehäuse abgeführt wird. Eine solche Wasserkühlung erfordert aber einen Wasserzu- und -abfluß, der an den Einsatzstellen eines solchen Generators (z.B. Schiffswerften) nicht immer vorhanden ist. Außerdem wird durch den Anschluß von Wasserschläuchen die Handhabbarkeit eines derartigen Röntgengenerators erschwert. - Wird hingegen auf eine Wasserkühlung verzichtet, dann bleibt der Röntgengenerator zwar beweglicher und kann auch an Einsatzorten benutzt werden, wo ein Wasseranschluß nicht zur Verfügung steht, jedoch beträgt dann das Einschaltverhältnis bei voller Belastung nur noch etwa 30 % (d.h. die Betriebsdauer und die Pausenzeit verhalten sich wie 3 : 10, wobei der Generator maximal 10 Minuten eingeschaltet sein darf). Diese Einschaltzeit reicht für die Anfertigung einer Röntgenaufnahme von dicken Stahlplatten oder Stahlrohren aber nicht aus.

Es sind auch schon andere für den industriellen Einsatz bestimmte Röntgeneinrichtungen bekannt, die - auch im Dauerbetrieb - eine wesentlich höhere Leistung haben. Dabei sind der Hochspannungserzeuger und der Röntgenstrahler in getrennten Gehäusen angeordnet und über Hochspannungskabel miteinander verbunden. Die Kühlung erfolgt mittels eines gesonderten Kühlaggregats, das über Zu- und Rückflussschläuche mit dem Röntgenstrahler verbunden ist. Das Kühlaggregat besitzt dabei aber - ebenso wie der Röntgenstrahler und der Hochspannungserzeuger - ein erhebliches Gewicht, so daß eine solche Röntgeneinrichtung im wesentlichen nur im stationären Betrieb eingesetzt werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Eintank-Röntgengenerators, der auch im Dauerbetrieb eine hohe Leistung aufweist, ein geringes Gewicht besitzt und keine äußeren Anschlüsse für die Kühlmittelzufuhr benötigt und daher auch als transportables Gerät einsetzbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe ausgehend von einem Eintank-Röntgengenerator der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Kühlvorrichtung einen geschlossenen Kühlkreis enthält, in dem eine Pumpe ein flüssiges Kühlmittel in Umlauf bringt, das die in der Anode erzeugte Wärme abführt, daß ein Lüfter den Kühlkreis und damit das Kühlmittel kühlt, und daß in dem Gehäuse Öffnungen für die Zu- und Abluft vorgesehen sind.

Als Kühlmittel kann dabei Wasser oder (Transformator-) Öl verwendet werden, je nachdem, ob die durch das Kühlmittel gekühlte Anode im Betriebszustand Erdpotential oder Hochspannung führt. In dem Kühlkreis darf keine Luft oder Gas eingeschlossen sein, da diese nach oben steigen und - wenn der Eintank-Röntgengenerator sich in einer Stellung befindet, in der die Anode am höchsten Punkt des Kühlkreises liegt - eine wirksame Kühlung der Anode unmöglich machen. Auf der anderen Seite dehnen sich flüssige Kühlmittel bei Erwärmung aus, und deshalb muß sich auch das Volumen des Kühlkreises entsprechend ändern. Es ist bekannt, daß bei Röntgenstrahlern die Ausdehnung des Isolieröls durch ein balgenförmiges Ausdehnungsgefäß aufgenommen werden kann. Die Verwendung eines solchen Ausdehnungsgefäßes im Kühlkreis eines erfindungsgemäßen Eintank-Röntgengenerators ist jedoch kaum möglich. Eine besonders einfache Weiterbildung der Erfindung sieht daher vor, daß der Kühlmittelkreis einen dehnbaren elastischen Schlauch enthält. Das Kühlmittel durchströmt diesen Schlauch und bewirkt, daß er sich ausdehnt, wenn sich das Kühlmittel erwärmt, und sich zusammenzieht, wenn

- 7 -

sich das Kühlmittel wieder abkühlt. Im einfachsten Fall besteht der Schlauch aus Gummi, das ölfest sein muß, wenn als Kühlmittel Öl verwendet wird.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß mit der Anode ein aus Metall bestehender, langgestreckter, etwa in Richtung der Röhrenlängsachse verlaufender Kühlkörper verbunden ist, der in einen vom Kühlmittel durchströmten Raum außerhalb der Röntgenröhre hineinragt. Zur Kühlung der Anode wurden bei bekannten Röntgengeneratoren bisher ein sogenannter Brausekopf verwendet, d.h. eine ebene, mit vielen Löchern versehene Scheibe, durch die das Kühlöl auf eine ebene, mit der Anode in thermischem Kontakt stehende Scheibe gedrückt wurde. Eine andere Möglichkeit bestand darin, die Kühlfläche der Anode dadurch zu vergrößern, daß die Rückseite mit einem Rillennmuster versehen wurde. Beiden Ausführungsformen ist gemeinsam, daß das Kühlöl mit relativ hoher Geschwindigkeit durch die durch das Rillennmuster erzeugten Kanäle bzw. durch die Austrittsöffnungen im Brausekopf gepreßt werden mußte. Dazu mußte das Kühlöl mit erheblichem Druck (mehr als 5 bar) durch den Kreislauf gedrückt werden. Bei der erfindungsgemäßen Weiterbildung ist nur noch ein Pumpendruck von ca. 0,2 bar erforderlich.

Eine insbesondere für die vorerwähnte Ausgestaltung der Erfindung geeignete Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß auf der Lüfterachse ein Pumpenrad montiert ist, das in einem mit einem Kühlmittelzu- und -rücklauf versehenen Gehäuse angeordnet ist, und den Kühlmittelstrom durch den Kühlkreis treibt.

Bei den bisher bekannten Eintank-Röntgengeneratoren mußte die Anode mit einem voluminösen Kühlkörper in thermischem Kontakt stehen, damit die in der Anode erzeugte Wärme über den Kühlkörper und das Kühlmedium an das Gehäuse des



Generators abgeführt werden konnte. Es war daher nicht möglich, Hochspannungserzeuger und Röntgenröhre mit je einem Hochspannungsisolator zu versehen und diese so auszugestalten, daß sie zusammen eine Hochspannungssteckverbindung bilden - wie in der DE-OS 25 37 019 beschrieben - , weil bei dieser Konstruktion, die eine besonders einfache Montage gestattet, die Anode bzw. ein damit gekoppelter Kühlkörper innerhalb der Hochspannungssteckverbindung liegt. Die Erfindung ist jedoch auch bei einer solchen Ausgestaltung von Röntgenröhre und Hochspannungserzeuger anwendbar. Demgemäß sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, daß die Röntgenröhre und der Hochspannungserzeuger mit Isolatoren versehen sind, wobei der Isolator der Röntgenröhre mit der Anode verbunden ist, und wobei die Isolatoren so geformt sind, daß sie zusammen eine Hochspannungssteckverbindung bilden, daß die Röntgenröhre so ausgestaltet ist, daß sich im zusammengebauten Zustand von Hochspannungserzeuger und Röntgenröhre ein mit der Anode thermisch gekoppelter Hohlraum ergibt, daß der Kühlmittelstrom durch eine Zu- und eine Rückflußöffnung in den Hohlraum geführt ist und daß im Innern des Hohlraums ein Trennstück vorgesehen ist, das den Kühlmittelzufluß und den Kühlmittelrückfluß voneinander trennt.

Das Trennstück kann dabei im einfachsten Fall so geformt sein (z.B. eben), daß es den Hohlraum in Längsrichtung in zwei Hälften teilt, von denen die eine die Zuflußöffnung und die andere die Rückflußöffnung enthält und die über eine Unterbrechung des Trennstücks in der Nähe des Anodenkühlkörpers miteinander verbunden sind. Eine wirksamere Ausgestaltung des Trennstücks besteht jedoch nach einer Weiterbildung der Erfindung darin, daß das Trennstück rohrförmig ausgebildet ist und eine Öffnung aufweist, die entweder der Zuflußöffnung oder der Rückflußöffnung zugewandt ist, und daß auf dem Rohr ein Flansch angebracht ist, der den Raum um das Rohr derart abdichtet, daß ein direkter Durchfluß des Kühlmittels von der Zuflußöffnung zur Rückflußöffnung um das Rohr herum unterbunden ist

Eine besonders günstige Kühlmöglichkeit ergibt sich, wenn der Kühlkörper in das rohrförmige Trennstück hineinragt.

Dieses sollte dabei so bemessen sein, daß die in seinem Innern für den Durchtritt des Kühlmittels zur Verfügung stehende Querschnittsfläche der zwischen der Rohraußenwand und der Begrenzung des Hohlraums verbleibenden Querschnittsfläche entspricht.

Bei einem Eintank-Röntgengenerator, bei dem die Röntgenröhre und der Hochspannungserzeuger mit Isolatoren versehen sind, die so geformt sind, daß sie zusammen eine Hochspannungssteckverbindung bilden, ergibt sich eine besonders gedrungene Bauform, wenn nach einer Weiterbildung der Erfindung zur Zufuhr und zur Abfuhr des Kühlmittels je ein Rohr dient, das spiralförmig um den (zylindrischen) Hochspannungserzeuger herum gewickelt ist. Dieses Rohr liegt dabei also in den zwischen der Innenwand des Gehäuses und der Außenseite des Hochspannungserzeugers verbleibenden zylindrischen Raum und wird durch den von dem Lüfter erzeugten Luftstrom gekühlt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Teil eines Eintank-Röntgengenerators,

Fig. 2a und 2b eine Draufsicht und eine Seitenansicht auf einen mit der Anode in gutem thermischen Kontakt stehenden Kühlkörper.

Fig. 1 zeigt in schematischer Schnittdarstellung den für die Erfindung wesentlichen Teil eines Eintank-Röntgengenerators. Dabei ist in einem Gehäuse 1 eine Röntgenröhre 2 und ein Hochspannungserzeuger 3 angeordnet. Von der Röntgenröhre ist ein Teil des Metallkolbens 21 zu erkennen sowie die Anode 22, deren Bodenplatte 23 mit einem Rohr 24 verbunden ist, das über eine Platte 25 mit einem Keramikisolator 26 verbunden

ist, der sich konusförmig nach außen hin verjüngt und der die Platte 25 vakuumdicht mit dem Metallkolben 21 verbindet.

Der Aufbau des Hochspannungserzeugers 3 ist in der Zeichnung nicht näher dargestellt. Die die Hochspannung erzeugenden Komponenten sind in einem geeigneten Gießharz vergossen, dessen Außenfläche die Form eines Kreiszyinders hat. Der so ausgebildete Isolatorblock ist an seiner der Röntgenröhre 2 zugewandten Stirnseite mit einer konischen, sich nach innen verjüngenden Ausnehmung versehen, die der Form des Keramikisolators 26 angepaßt ist. Durch diese Formgebung ergibt sich eine Hochspannungssteckverbindung zwischen Röntgenröhre und Hochspannungsstecker, die bei der Montage des Eintank-Röntgengenerators unter Zwischenfügung einer Gummimanschette 31 zusammengesteckt wird, so daß der Isolatorblock des Hochspannungserzeugers den Keramikisolator der Röntgenröhre umschließt.

An der Stirnseite des Hochspannungserzeugers befindet sich ein Elektrodenkörper 32, der aus Metall besteht und im Betriebszustand Hochspannung führt. Er hat die Form einer Kreisscheibe und ist in seiner Mitte parallel zur Scheibenebene und senkrecht zur Längsachse der Röntgenröhre 2 bzw. des Gehäuses 1 durchbohrt. Außerdem ist er mit einem Rohransatzstück 33 versehen, das in der Bohrung endet und im Betriebszustand in das Zylinderrohr 24 der Röntgenröhre 2 hineingeschoben ist, wobei ein Gummiring 34 dafür sorgt, daß sich eine öldichte Verbindung zwischen der Außenfläche des Rohransatzstückes 33 und der Innenfläche des Rohres 24 ergibt. Eine Feder 38 stellt einen sicheren elektrischen Kontakt zwischen der Stirnseite des Elektrodenkörpers 32 und der Platte 25 der Röntgenröhre her, so daß im Betriebszustand die Anode 22 über die Bodenplatte 23, das Rohr 24, die Platte 25, die Feder 38 und den Elektrodenkörper 32 an Hochspannung angeschlossen ist. Bei sehr dichtem Sitz des

Rohransatzstückes 33 an dem Elektrodenkörper 32 ergibt sich auch eine direkte elektrische Verbindung zwischen dem Elektrodenkörper 32 und dem Rohr 24.

Die Bohrung im Elektrodenkörper wird durch ein Trennstück 35 in zwei Hälften unterteilt, so daß sich in dem Elektrodenkörper eine Ölzuflußöffnung 36a und eine Ölrückflußöffnung 36b ergeben. Das rohrförmige Trennstück ist konzentrisch zum Rohr 24 der Röntgenröhre in dessen Innern angeordnet und erstreckt sich von dem Boden des Elektrodenkörpers bis dicht an die Platte 23 heran. In Höhe der Zuflußöffnung 36a befindet sich ein Einschnitt in dem Trennstück, so daß sein Querschnitt in diesem Bereich einem Halbkreisring entspricht. In diesem Bereich ist das Rohr darüber hinaus mit einem Flansch versehen, der den Raum um das rohrförmige Zwischenstück herum gegen die Zuflußöffnung 36a abdichtet. Das durch die Zuflußöffnung 36a einströmende Öl kann also nicht direkt zur Rückflußöffnung 36b strömen, sondern durchfließt zunächst das Innere des Trennstücks 35.

Das rohrförmige Trennstück weitet sich zur Anode 22 hin auf und umschließt einen Kühlkörper 27, der so mit der Anodenplatte 23 verbunden ist, daß sich ein guter thermischer Kontakt zwischen dem Kühlkörper 27 und der Anode 22 ergibt.

In Fig. 2a und 2b ist der Kühlkörper im Quer- und im Längsschnitt und gegenüber Fig. 1 vergrößert dargestellt. Man erkennt, daß der Kühlkörper einen etwa sternförmigen Querschnitt aufweist und aus einem massiven Mittelteil 271 besteht, dessen Durchmesser zur Anode hin zunimmt, sowie aus sternförmigen, gleichmäßig auf dem Umfang verteilten Kühlrippen 272. Das rohrförmige Trennstück sitzt mit seinem verbreiterten Teil direkt auf den Außenflanken der sternförmigen Kühlrippen 272 auf. Wie durch die mit Pfeilen versehene Linie angedeutet, fließt das Öl also durch die

Zuflußöffnung 36a in das Innere des rohrförmigen Trennstücks hinein, umströmt den Kühlkörper 27, fließt in der Nähe der Anodenplatte 23 aus dem Trennstück heraus und durchsetzt dann den Zwischenraum zwischen dem Trennstück 35 und dem Rohr 24 bzw. dem Rohransatzstück 33, um dann zur Rückflußöffnung 36b zu gelangen. Das Trennstück ist so bemessen, daß die in seinem Innern für den Durchtritt des Öls freibleibende Querschnittsfläche der zwischen der Außenwand des Trennstücks und dem Rohr 24 bzw. dem Rohransatzstück 33 verbleibenden Fläche entspricht, so daß sich keine Querschnittsverengung ergibt. Dadurch wird ein unnötiger Druckabfall vermieden.

Wie aus der Zeichnung erkennbar, setzt sich die Bohrung im Elektrodenkörper 32 im Gießharzkörper des Hochspannungserzeugers 3 fort und endet beiderseits in einem Ringstutzen 401 bzw. 402. An beide Ringstutzen ist auf nicht näher dargestellte Weise je ein Rohr 403 bzw. 404 angeschlossen. Diese aus Metall bestehenden Rohre werden von dem Kühlöl durchflossen und sind als sogenannte Ripprohre ausgebildet, d.h. sie sind auf ihrem äußeren Umfang in dichter Folge mit kreisringförmigen Blechen versehen, die sich in einer zur Rohrachse senkrechten Ebenen befinden und die Kühlfläche des Rohres wesentlich vergrößern. Beide Rohre sind mit dem gleichen Wicklungssinn spiralförmig um den Hochspannungserzeuger herum gewickelt, wobei der Wickeldurchmesser beispielsweise des Rohrs 404 größer ist als der des Rohres 403, so daß die aus den Rohren 403 und 404 bestehende Wicklung einen wesentlichen Teil des zwischen dem Hochspannungserzeuger 3 und dem Gehäuse 1 verbleibenden Raumes ausfüllt. Das Rohr 404 ist auf nicht näher dargestellte Weise an einen Ringstutzen 405 angeschlossen, der an einem Ölpumpengehäuse 406 befestigt ist, das seinerseits mit der von der Röntgenröhre 2 abgewandten Stirnfläche des Hochspannungserzeugers 3 verbunden ist. Ein in dem Pumpengehäuse 406

angeordnetes Pumpenrad 409 treibt - wie in der Zeichnung durch Pfeile verdeutlicht - das durch den Ringstutzen 405 einströmende Öl zu einem weiteren Ringstutzen 407, der am Pumpengehäuse 406 in der gleichen Ebene, jedoch um  $180^{\circ}$  zu dem Pumpstutzen 405 versetzt angeordnet ist. Von dort führt eine nicht näher dargestellte Verbindung zu einem Ausdehnungsschlauch 408, der einen Innendurchmesser von 9 mm, eine Wandstärke von 2 mm und eine Länge von etwa 900 mm hat. Der elastisch dehbare Schlauch 408 nimmt die bei Erwärmung des Öls, das ein Volumen von ca.  $400 \text{ cm}^3$  hat, auftretenden Volumenänderungen auf und hat somit die Funktion eines Ausdehnungsgefäßes, wie es beispielsweise bei diagnostischen Röntgenstrahlern verwendet wird.

Das andere Ende des Schlauches 408 ist auch nicht näher dargestellte Weise mit dem Rohr 403 verbunden, so daß sich folgender Kreislauf des Öls ergibt:

Ringstutzen 407 - Ausdehnungsschlauch 408 - Ripprohr 403 - Ringstutzen 401 - Zuflußöffnung 36a - Trennstück 35 (Inneres) vorbei am Kühlkörper 27 - Rückflußöffnung 36b - Ringstutzen 402 - Ripprohr 404 - Ringstutzen 405.

Die auf diese Weise gebildete Ölumlaufrückführung wird durch einen Lüfter 410 gekühlt, der am Pumpengehäuse 406 befestigt ist. Für die Zu- und Abluft sind im Gehäusedeckel 10 unterhalb des Lüfters sowie in der Gehäusewand jenseits der Rohre 403, 404 Öffnungen 411 vorgesehen. Der von dem Lüfter 410 erzeugte Luftstrom kühlt die Ripprohre 403 und 404 und tritt dann - erwärmt - durch die im Gehäuse vorgesehenen Öffnungen wieder aus.

Da, wie erwähnt, die Pumpe nur für einen sehr geringen Differenzdruck ausgelegt sein muß, ist es möglich, daß Pumpenrad 409 auf die Welle 412 des Lüfters aufzusetzen, so daß das Pumpenrad 409 vom Lüfter 410 mit angetrieben wird

und eine gesonderte Ölpumpe nicht erforderlich ist.

Die in der Zeichnung dargestellte Bauform ermöglicht es, die Anode 22 im Dauerbetrieb mit 1,3 kW zu belasten. Bei den bisher bekannten Eintank-Röntgengeneratoren war eine solche Belastung nur mittels einer zusätzlichen, von außen angeschlossenen Kühlung möglich, oder aber nur kurzzeitig mit einem Einschaltverhältnis von 30 %. Das Gewicht der Kühlvorrichtung ist verhältnismäßig klein, da nur eine kleine Ölmenge (ca. 0,5 l) zur Kühlung benutzt wird und die Komponenten des Kühlkreises (Rohre 403, 404, Pumpengehäuse 406 usw.) verhältnismäßig leicht sein können. Ein solcher Eintank-Röntgengenerator kann daher auch als tragbares Gerät an Untersuchungsstellen eingesetzt werden, an denen Wasseranschlüsse oder sonstige äußere Kühlmöglichkeiten nicht zur Verfügung stehen und an denen dickwandige Stahlkörper untersucht werden müssen, die lange (ununterbrochene) Aufnahmezeiten erfordern.

Nummer: 28 13 860  
Int. Cl. 2: H 05 G 1/02  
Anmeldetag: 31. März 1978  
Offenlegungstag: 4. Oktober 1979

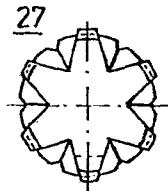
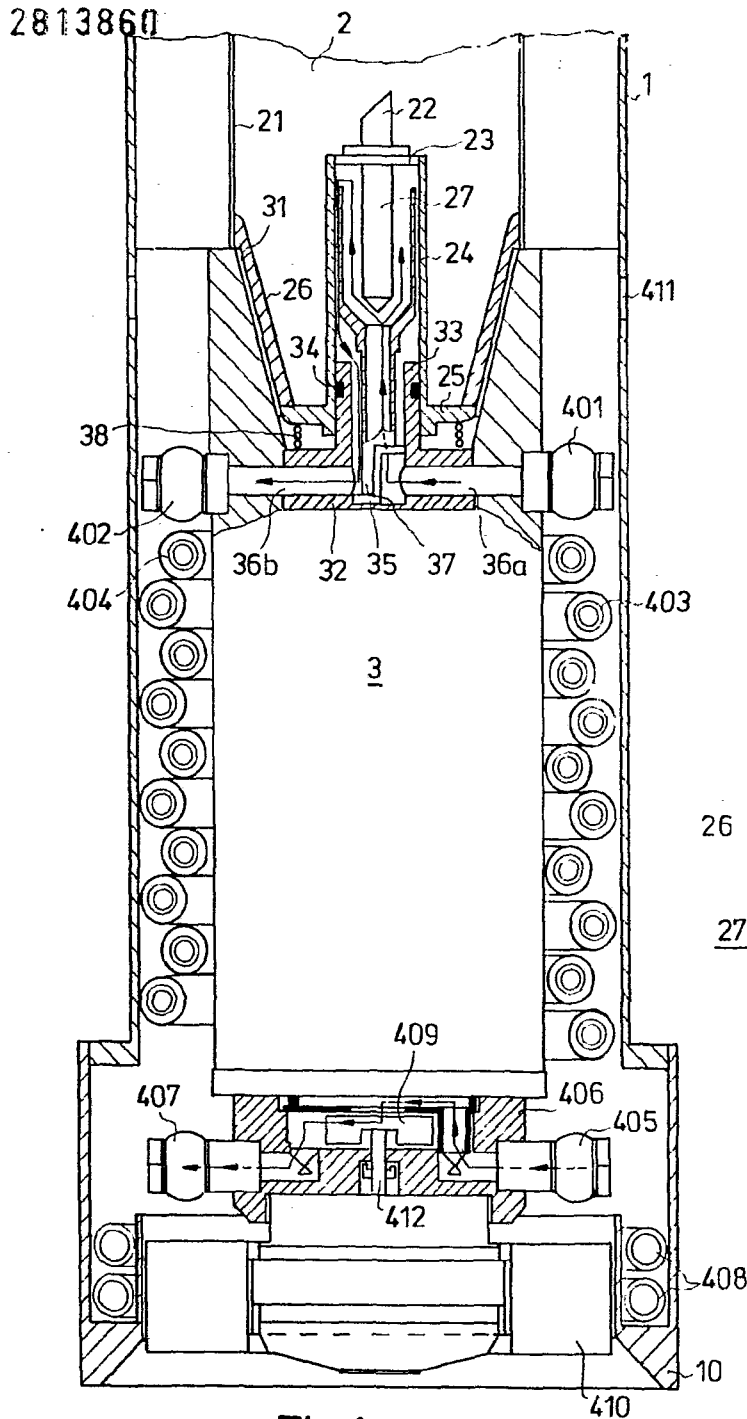


Fig. 2a

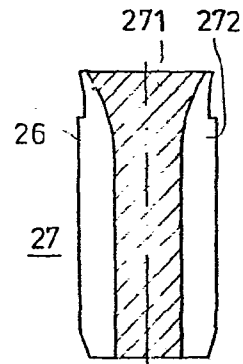


Fig. 2b

Fig. 1