

①



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer: **0 248 976**  
**B1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**23.05.90**

⑤

Int. Cl.<sup>5</sup>: **H05G 1/04**, H01J 35/10,  
H01J 35/12

⑥

Anmeldenummer: **87101805.7**

⑦

Anmeldetag: **10.02.87**

⑤

**Flüssigkeitsgekühlter Röntgenstrahler mit einer Umlaufkühleinrichtung.**

⑩

Priorität: **13.06.86 DE 8615918 U**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.12.87 Patentblatt 87/51**

⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**23.05.90 Patentblatt 90/21**

⑧

Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR LI**

⑥

Entgegenhaltungen:  
**FR-A-2 170 126**  
**FR-A-2 575 329**  
**GB-A-2 018 019**  
**US-A-4 369 517**

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**, Band 9,  
Nr. 295 (E-360)[2018], 21. November 1985; &  
**JP-A-60 136 138 (HITACHI SEISAKUSHO**  
**K.K.) 19-07-1985**  
**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**, Band 9,  
Nr. 266 (E-352)[1989], 23. Oktober 1985; &  
**JP-A-60 112 297 (HITACHI SEISAKUSHO**  
**K.K.) 18-06-1985**  
**PHILIPS TECHNICAL LIBRARY**, "Medical X-ray  
technique", Chapter II, 1961, Seiten 22-39, Eindhoven,  
NL; "X-ray tubes"

⑦

Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**,  
**Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2(DE)**

⑦

Erfinder: **Appelt, Günther**, Leimbergerstrasse 43 a,  
**D-8520 Erlangen(DE)**  
Erfinder: **Schmitt, Josef**, Kettelerstrasse 3,  
**D-8524 Neunkirchen(DE)**

⑥

Entgegenhaltungen: (Fortsetzung)  
**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**, Band 9,  
Nr. 266 (E352)[1989], 23. Oktober 1985; &  
**JP-A-60 112 296 (HITACHI SEISAKUSHO**  
**K.K.) 18-06-1985**

**EP 0 248 976 B1**

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

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen flüssigkeitsgekühlten Röntgenstrahler mit einer Umlaufkühleinrichtung, welcher ein mit einem elektrisch isolierenden Kühlmittel gefülltes, mit einem Strahlendurchtrittsfenster versehenes Gehäuse und eine in diesem angeordnete Röntgenröhre aufweist, wobei die Umlaufkühleinrichtung einen durch zwei Kühlmittelleitungen am Gehäuse angeschlossenen Wärmetauscher, der außer von dem Kühlmittel von einer Kühlflüssigkeit durchströmt ist, und eine Umwälzpumpe für das Kühlmittel aufweist und wobei der Kühlmittelkreislauf geschlossen ist.

Ein Röntgenstrahler der eingangs genannten Art ist aus "Medical X-ray Technique", Philips Technical Library, 1961, Fig. 21, Seite 34, bekannt. Dabei sind die Umlaufkühleinrichtung und der Röntgenstrahler räumlich getrennt voneinander angeordnet, so daß erheblicher zusätzlicher Bauraum benötigt wird, was besonders dann Probleme bereitet, wenn der Röntgenstrahler in eine bereits vorhandene Röntgenanlage integriert werden soll. Die Umlaufkühleinrichtung des Röntgenstrahlers weist eine hohe Kühlleistung auf, da der Wärmetauscher durch einen Vorratsbehälter für das Kühlmittel gebildet ist, in dem eine von Wasser durchflossene Kühlschlange angeordnet ist. Allerdings ist es für die ungestörte Funktion der Umlaufkühleinrichtung erforderlich, daß der Vorratsbehälter in einer definierten Lage angeordnet ist, so daß die Umlaufkühleinrichtung nicht lageunabhängig betrieben werden kann.

Weiter ist aus den Patent Abstracts of Japan, Vol. 9, No. 266 (E-352), 1989, 23.10.1985, JP-A 6 012 229, ein Röntgenstrahler mit einer Umlaufkühleinrichtung bekannt. Dabei sind die Umlaufkühleinrichtung und der Röntgenstrahler räumlich getrennt voneinander angeordnet, so daß die oben erwähnten Nachteile auftreten. Die Umlaufkühleinrichtung dieses Röntgenstrahlers weist zwar ein Gebläse auf, das einen auf einen von einem Kühlmittel durchströmten Kühler gerichteten Luftstrom erzeugt, dennoch ist der bekannte Röntgenstrahler für Anwendungen, in denen die Röntgenröhre hohen Belastungen ausgesetzt ist, ungeeignet, da die Kühlleistung der Umlaufkühleinrichtung in diesen Fällen nicht ausreicht.

Die vorgenannten Nachteile sind, soweit sie den Bauraumbedarf und die lageabhängige Funktion der Umlaufkühleinrichtung betreffen, durch einen in der GB-A 2 018 019 beschriebenen Röntgenstrahler mit flüssigkeitsgekühlter Anode vermieden, da hier die Kühleinrichtung unmittelbar an dem Gehäuse des Röntgenstrahlers angebracht ist. Allerdings besteht der Kühler lediglich aus einer im Luftstrom eines Gebläses angeordneten Rohrschlinge, so daß die erzielbare Kühlleistung zu wünschen übrig läßt.

Außerdem ist aus den Patent Abstracts of Japan, Vol. 9, No. 266 (E-352), 1989, 23.10.1985, JP-A 60 112 297, ein Röntgenstrahler mit einem flüssigkeitsgefüllten Gehäuse bekannt, bei dem ein Wandabschnitt des Gehäuses mit in das Gehäuseinnere

ragenden Kühlrippen versehen ist. An der Außenseite des Wandabschnittes ist ein "Thermo-Modul" angebracht, der auf elektronischem Wege nach Art einer Wärmepumpe eine Kühlwirkung hervorruft. Die von dem Wandabschnitt abgewandte Seite des "Thermo-Moduls" ist mit einem Rippenkühlkörper versehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Röntgenstrahler der eingangs genannten Art so auszubilden, daß der Röntgenstrahler und die Umlaufkühleinrichtung eine kompakte Baueinheit bilden und die Umlaufkühleinrichtung dennoch eine hohe Kühlwirkung aufweist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Umlaufkühleinrichtung unmittelbar an dem Gehäuse des Röntgenstrahlers angebracht ist, das Gehäuse im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und die einen im wesentlichen dem des Gehäuses entsprechenden Außerdurchmesser aufweisende Umlaufkühleinrichtung an einer Stirnfläche des Gehäuses angeordnet ist. Der Röntgenstrahler und die Umlaufkühleinrichtung bilden somit eine kompakte Baueinheit, wobei die Abmessungen eines erfindungsgemäßen Röntgenstrahlers kaum größer als die eines herkömmlichen sind, so daß die Möglichkeit besteht, in bereits vorhandenen Röntgenanlagen anstelle herkömmlicher Röntgenstrahler erfindungsgemäße zu verwenden. Dennoch weist die Umlaufkühleinrichtung des erfindungsgemäßen Röntgenstrahlers eine hohe Kühlleistung auf. Außerdem bietet der erfindungsgemäße Röntgenstrahler den Vorteil, daß eine im Vergleich zu bekannten Röntgenstrahlern kleine Kühlmittelmenge in dem Kühlmittelkreislauf eingeschlossen ist, so daß durch Temperaturschwankungen bedingte Volumenänderungen des Kühlmittels nur gering sind und in dem Röntgenstrahler etwa vorgesehene Mittel zur deren Ausgleich einfach ausgebildet sein können.

Im Hinblick auf den Fertigungsaufwand für den Wärmetauscher ist es zweckmäßig, wenn dieser aus einem doppelwandigen Rohr gebildet ist, welches mit seiner äußeren und seiner inneren Wand einen äußeren und mit seiner inneren Wand einen inneren Kanal begrenzt, wobei das Kühlmittel in dem einen und die Kühlflüssigkeit in dem anderen Kanal strömt. Der Bauraumbedarf eines solchen Wärmetauschers ist dann besonders gering, wenn er aus spiralartig gewundenem doppelwandigem Rohr gebildet ist, wobei das Rohr an seiner äußeren Mantelfläche zur zusätzlichen Wärmeabstrahlung mit einer Verrippung versehen sein kann.

Wenn der Wärmetauscher aus doppelwandigem Rohr gebildet ist, kann vorgesehen sein, daß das Kühlmittel in dem äußeren und die Kühlflüssigkeit in dem inneren Kanal des Rohres strömt. Auch bei Ausfällen des Kühlflüssigkeitsstromes kann dann noch Wärme mittels des nun als Kühler wirkenden Wärmetauschers durch Strahlung abgeführt werden, wobei für derartige Notfälle ein Gebläse zur Erzeugung eines den Wärmetauscher bestreichenden Luftstromes vorgesehen sein kann, um eine weitere Steigerung der Wärmeabfuhr zu ermöglichen.

Eine weitere Verbesserung der Kühlwirkung läßt

sich nach einer Variante der Erfindung dadurch erzielen, daß die Umlaufkühleinrichtung Mittel zur Erzeugung eines derart gerichteten Kühlmittelstromes im Inneren des Gehäuses aufweist, daß das in das Gehäuse eintretende Kühlmittel zuerst jene Bereiche der Röntgenröhre bestrahlt, die die größte Temperatur aufweisen, so daß der Kühlmittelstrom der thermischen Konvektion entgegengerichtet ist. Dabei kann dem Umstand, daß der Röntgenstrahler in unterschiedlichen räumlichen Positionen betrieben wird, dadurch Rechnung getragen werden, daß die Richtung des Kühlmittelstromes umkehrbar ist, wobei Mittel vorgesehen sein können, welche den Kühlmittelstrom abhängig von der räumlichen Lage des Röntgenstrahlers selbsttätig umkehren.

In der beigefügten Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Röntgenstrahler nach der Erfindung,

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie II-II in Figur 1,

Fig. 3 ein Detail des erfindungsgemäßen Röntgenstrahlers, und

Fig. 4 ein Detail des erfindungsgemäßen Röntgenstrahlers in vergrößerter geschnittener Darstellung.

Die Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Röntgenstrahler, der ein mit einem elektrisch isolierenden Kühlmittel, z.B. Isolieröl, gefülltes Gehäuse 1 aufweist, in dem eine Röntgenröhre 2 angeordnet ist. Diese ist als Drehanoden-Röntgenröhre ausgebildet, die einen Anodenteller 3, eine Kathode 4 und einen Motor zum Antrieb der Drehanode enthält, der einen Rotor 5 und einen außerhalb des Glaskörpers der Röntgenröhre 2 auf einem Isolator 6 angeordneten Stator 7 aufweist. Das Gehäuse 1 besitzt ein Strahlendurchtrittsfenster 8 für die vom Anodenteller 3 ausgehende Röntgenstrahlung. Außerdem ist eine Umlaufkühleinrichtung vorgesehen, die einen durch zwei Kühlmittelleitungen 9 und 10 am Gehäuse 1 angeschlossenen Kühler 11 und eine Umwälzpumpe 12 für das Kühlmittel aufweist, wobei der Kühlmittelkreislauf geschlossen ist und die Kühlmittelleitungen 9 und 10 flüssigkeitsdicht durch die Wandung des Gehäuses 1 geführt sind. Innerhalb des Gehäuses 1 ist eine Querwand 13 vorgesehen, an der eine den Innenraum des Gehäuses 1 flüssigkeitsdicht verschließende, nachgiebige Membran 14 vorgesehen ist, die dazu dient, temperaturbedingte Volumenschwankungen des Kühlmittels aufzunehmen.

Die Umlaufkühleinrichtung ist unmittelbar an dem Gehäuse 1 angebracht, das im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist. Dabei besitzt die an der einen Stirnfläche des Gehäuses 1 angebrachte Umlaufkühleinrichtung, die unter einer mit Lüftungsschlitzen versehenen Haube 15 angeordnet ist, einen Außendurchmesser, der im wesentlichen dem des Gehäuses 1 entspricht.

Aus der Figur 4 ist ersichtlich, daß der Kühler 11 als Wärmetauscher ausgebildet ist. Dieser besteht aus einem doppelwandigen Rohr 20, das außer von dem Kühlmittel von einer Kühlflüssigkeit durch-

strömt ist, wobei das Kühlmittel zwischen der äußeren Wand 21 und der inneren Wand 22 und die Kühlflüssigkeit innerhalb der inneren Wand 22 des doppelwandigen Rohres 20 strömt. Selbst dann, wenn der Kühlflüssigkeitskreislauf ausfallen sollte, ist über die äußere Wand 21 des doppelwandigen Rohres 20 noch eine gewisse Wärmeabfuhr von dem Kühlmittel an die umgebende Atmosphäre möglich, die durch ein Gebläse 16 gesteigert werden kann.

Der Wärmeaustauscher 11 ist, wie aus den Figuren 2 und 4 ersichtlich ist, aus einem spiralförmig gewundenen Rohr 20 gebildet, das an seiner äußeren Mantelfläche Rippen 17 aufweist, die in den Figuren 1 und 4 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind.

Die außerhalb des Innenraumes des Gehäuses 1 befindlichen Abschnitte der Kühlmittelleitungen 9 und 10 sind aus Sicherheitsgründen als Rohrleitungen ausgeführt und innerhalb des Gehäuses 1 derart weitergeführt, daß die Kühlmittelleitung 9 im Bereich des Stators 7 und die Kühlmittelleitung 10, die im Innenraum des Gehäuses 1 als Kunststoffschlauch 23 ausgebildet ist, im Bereich des kathodenseitigen Endes der Röntgenröhre 2 endet. Wird der Röntgenstrahler in der in Figur 1 dargestellten Lage, also mit nach oben gerichteter Umlaufkühleinrichtung, betrieben, ist es zweckmäßig, das Kühlmittel durch die Kühlmittelleitung 9 in das Gehäuse 1 eintreten zu lassen, da dieses dann zuerst den dem Stator 7 benachbarten Bereich der Röntgenröhre 2 bestrahlt, der in der erwähnten Betriebslage des Röntgenstrahlers erfahrungsgemäß die höchste Temperatur aufweist. In anderen Betriebslagen des Röntgenstrahlers kann es zweckmäßig sein, die Richtung des Kühlmittelstromes umzukehren. Zu diesem Zweck ist die Förderrichtung der Umwälzpumpe 12 umkehrbar, und zwar abhängig von der räumlichen Position des Röntgenstrahlers selbsttätig mittels eines in Figur 3 dargestellten Quecksilberschalters 24, der fest an dem in Figur 3 nicht dargestellten Gehäuse 1 angebracht ist. Der Quecksilberschalter 24 weist zwei Kontakte 25 und 26 auf, mittels derer der Antriebsmotor 27 der Umwälzpumpe 12, der in Figur 3 schematisch dargestellt ist, durch das im Quecksilberschalter 24 befindlichen Quecksilber 28 je nach der räumlichen Position, die der Röntgenstrahler einnimmt, einmal mit einer positiven Versorgungsspannung  $+U_B$  und einmal mit einer negativen Versorgungsspannung  $-U_B$  verbunden ist, was zu einer Umkehrung der Drehrichtung des Antriebsmotors 27 und damit der Förderrichtung der Umwälzpumpe 12 führt. In Figur 3 ist der Antriebsmotor 27 mit der positiven Versorgungsspannung  $+U_B$  verbunden.

Um zu gewährleisten, daß ein ausreichend großer Anteil des Kühlmittelstromes durch den Spalt zwischen dem Isolator 6 und dem Glaskolben der Röntgenröhre 2 - hier bilden sich erfahrungsgemäß sogenannte "Hitzenester" - geführt wird, ist zwischen der Innenwand des Gehäuses 1 und dem Außenumfang des Stators 7 eine Blende 18 vorgesehen, die einige Durchtrittsöffnungen 19 für das Kühlmittel

aufweist. Die Durchtrittsöffnungen 19 der Blende 18 sind derart bemessen, daß nur ein vergleichsweise kleiner Anteil des Kühlmittelstromes durch sie hindurchtreten kann.

#### Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlter Röntgenstrahler mit einer Umlaufkühleinrichtung, welcher ein mit einem elektrisch isolierenden Kühlmittel gefülltes, mit einem Strahlendurchtrittsfenster (8) versehenes Gehäuse (1) und eine in diesem angeordnete Röntgenröhre (2) aufweist, wobei die Umlaufkühleinrichtung einen durch zwei Kühlmittleitungen (9, 10) am Gehäuse (1) angeschlossenen Wärmetauscher (11), der außer von dem Kühlmittel von einer Kühlflüssigkeit durchströmt ist, und eine Umwälzpumpe (12) für das Kühlmittel aufweist und wobei der Kühlmittelkreislauf geschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlaufkühleinrichtung unmittelbar an dem Gehäuse (1) des Röntgenstrahlers angebracht ist, das Gehäuse (1) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und die einen im wesentlichen dem des Gehäuses (1) entsprechenden Außendurchmesser aufweisende Umlaufkühleinrichtung an einer Stirnfläche des Gehäuses (1) angeordnet ist.

2. Röntgenstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (11) aus einem doppelwandigen Rohr (20) gebildet ist, welches mit seiner äußeren und seiner inneren Wand (21 bzw. 22) einen äußeren und mit seiner inneren Wand (22) einen inneren Kanal begrenzt, wobei das Kühlmittel in dem einen und die Kühlflüssigkeit in dem anderen Kanal strömt.

3. Röntgenstrahler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das doppelwandige Rohr (20) spiralartig aufgewunden ist.

4. Röntgenstrahler nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (20) an seiner äußeren Mantelfläche mit einer Verrippung (17) versehen ist.

5. Röntgenstrahler nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel in dem äußeren und die Kühlflüssigkeit in dem inneren Kanal des doppelwandigen Rohres (20) strömt.

6. Röntgenstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlaufkühleinrichtung ein Gebläse (16) zur Erzeugung eines den Wärmetauscher (11) bestreichenden Luftstromes aufweist.

7. Röntgenstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Umlaufkühleinrichtung Mittel (9, 18, 19, 23) zur Erzeugung eines derart gerichteten Kühlmittelstromes im Inneren des Gehäuses (1) aufweist, daß das in das Gehäuse (1) eintretende Kühlmittel zuerst jene Bereiche der Röntgenröhre (2) bestrahlt, die die größte Temperatur aufweisen.

8. Röntgenstrahler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung des Kühlmittelstromes umkehrbar ist.

9. Röntgenstrahler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (24) vorgesehen sind,

welche den Kühlmittelstrom abhängig von der räumlichen Lage des Röntgenstrahlers selbsttätig umkehren.

#### Claims

1. Liquid-cooled X-ray source having a circulation cooling device, the X-ray source having a housing (1) filled with an electrically insulating coolant and provided with a beam penetration window (8), and having an X-ray tube (2) arranged in the said housing, the circulation cooling device having a heat exchanger (11) connected by two coolant lines (9, 10) to the housing (1), through which heat exchanger, in addition to the coolant, there flows a cooling liquid, and having a circulation pump (12) for the coolant, and the coolant circuit being closed, characterised in that the circulation cooling device is connected directly to the housing (1) of the X-ray source, that the housing (1) is formed substantially cylindrically, and that the circulation cooling device, which has an outer diameter corresponding substantially to that of the housing (1), is arranged on an end face of the housing (1).

2. X-ray source according to claim 1, characterised in that the heat exchanger (11) is formed from a double-walled pipe (20), the outer and the inner walls of which (21 and 22 respectively) delimit an outer channel, and the inner wall of which (22) delimits an inner channel, the coolant flowing in the one channel and the cooling liquid in the other.

3. X-ray source according to claim 2, characterised in that the double-walled pipe (20) is wound spirally.

4. X-ray source according to claim 2 or 3, characterised in that the pipe (20) is provided with ribbing (17) on its outer lateral surface.

5. X-ray source according to one of claims 2 to 4, characterised in that the coolant flows in the outer channel of the double-walled pipe (20) and the cooling liquid in the inner channel.

6. X-ray source according to one of claims 1 to 5, characterised in that the circulation cooling device has a fan (16) for producing a current of air which sweeps across the heat exchanger (11).

7. X-ray source according to one of claims 1 to 6, characterised in that the circulation cooling device has means (9, 18, 19, 23) for producing a flow of coolant inside the housing (1) which is directed in such a way that the coolant entering the housing (1) flows first over those regions of the X-ray tube (2) which are at the highest temperature.

8. X-ray source according to claim 7, characterised in that the direction of flow of the coolant can be reversed.

9. X-ray source according to claim 8, characterised in that means (24) are provided which, depending on the spatial position of the X-ray source, automatically reverse the flow of coolant.

#### Revendications

1. Emetteur de rayons X refroidi par un liquide et comportant un dispositif de refroidissement à circulation, qui comporte un boîtier (1) rempli par un fluide

de refroidissement électriquement isolant et possédant une fenêtre (8) de passage du rayonnement, et un tube à rayons X (2) disposé à l'intérieur de ce boîtier, et dans lequel le dispositif de refroidissement à circulation comporte un échangeur de chaleur (11), raccordé par deux canalisations (9, 10) véhiculant le fluide de refroidissement, montées sur le boîtier (1), et traversé non seulement par le fluide de refroidissement, mais également par un liquide de refroidissement, et une pompe de circulation (12) pour le fluide de refroidissement, et dans lequel le circuit du fluide de refroidissement est fermé, caractérisé par le fait que le dispositif de refroidissement à circulation est monté directement sur le boîtier (1) de l'émetteur de rayons X, que le boîtier (1) possède une forme essentiellement cylindrique et que le dispositif de refroidissement à circulation, qui possède un diamètre extérieur correspondant sensiblement à celui du boîtier (1), est disposé sur une face frontale de ce dernier.

2. Emetteur de rayons X selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'échangeur de chaleur (11) est formé par un tube à paroi double (20), qui délimite, par sa paroi extérieure et sa paroi intérieure (21 et 22), un canal extérieur et, par sa paroi intérieure (22), un canal intérieur, le fluide de refroidissement circulant dans un canal et le liquide de refroidissement circulant dans l'autre canal.

3. Emetteur de rayons X suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le tube à paroi double (20) est enroulé en spirale.

4. Emetteur de rayons X suivant la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que le tube (20) comporte des nervures (17) sur sa surface enveloppe extérieure.

5. Emetteur de rayons X suivant l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que le fluide de refroidissement pénètre dans le canal extérieur et le liquide de refroidissement dans le canal intérieur du tube à paroi double (20).

6. Emetteur de rayons X suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le dispositif de refroidissement à circulation comporte un ventilateur (16) servant à produire un courant d'air balayant l'échangeur de chaleur (11).

7. Tube à rayons X suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que le dispositif de refroidissement à circulation comporte des moyens (9, 18, 19, 23) servant à produire, à l'intérieur du boîtier (1), un courant du fluide de refroidissement dirigé de telle sorte que le fluide de refroidissement pénétrant dans le boîtier (1) balaye des zones du tube à rayons X (1), qui possèdent la température maximale.

8. Emetteur de rayons X suivant la revendication 7, caractérisé par le fait que la direction du courant du fluide de refroidissement peut être inversée.

9. Emetteur de rayons X suivant la revendication 8, caractérisé par le fait qu'il est prévu des moyens (24), qui inversent automatiquement le courant du fluide de refroidissement, en fonction de la position spatiale de l'émetteur de rayons X.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

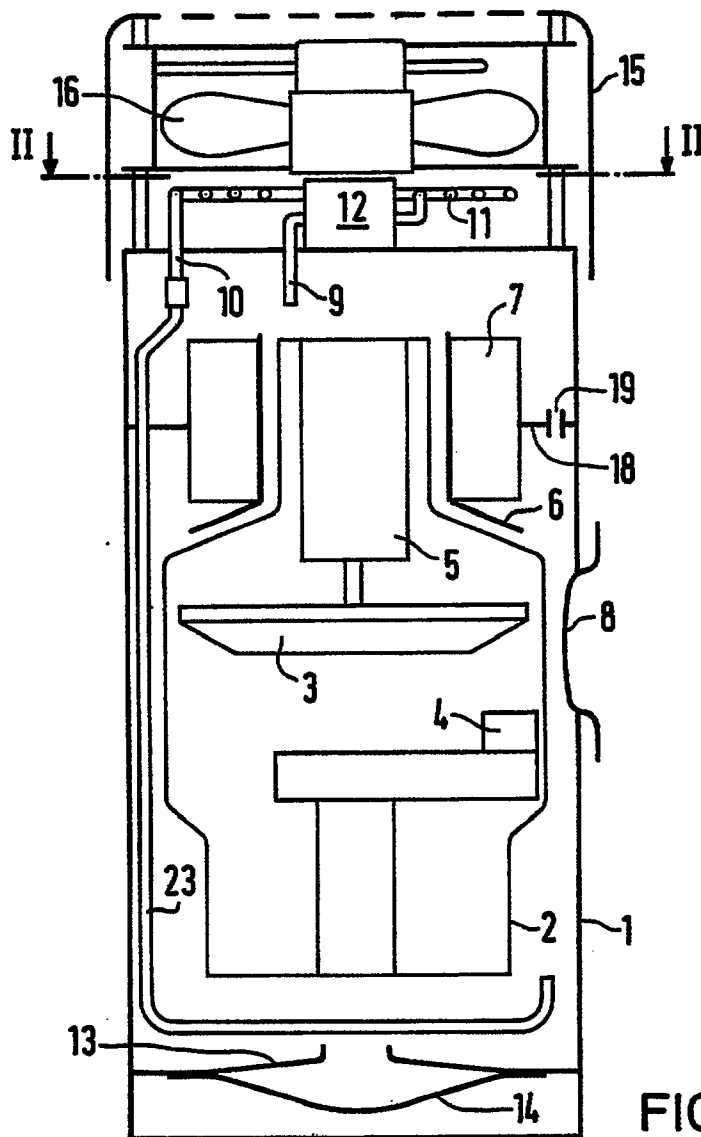


FIG 1

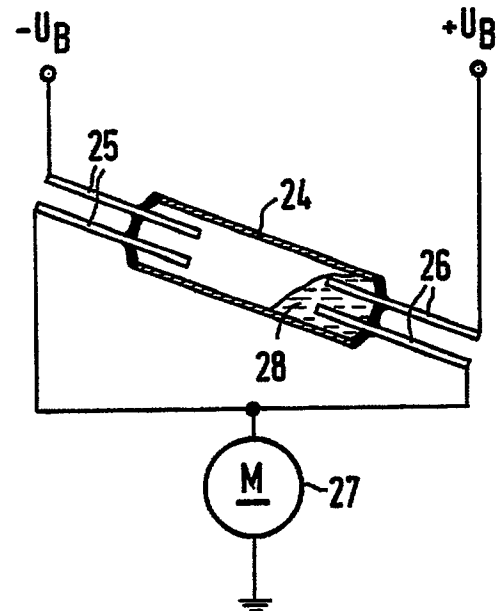


FIG 3

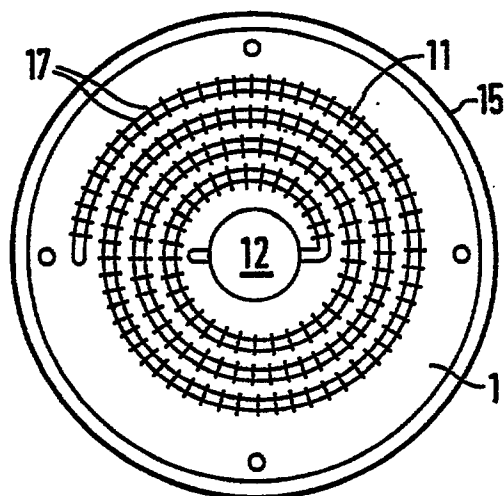


FIG 2

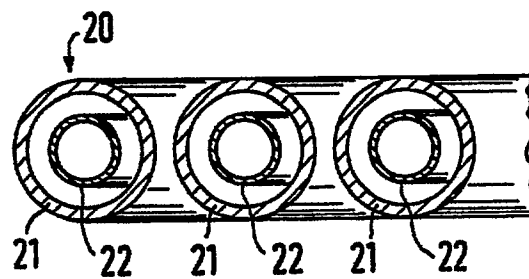


FIG 4