

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87101805.7**

57 Int. Cl.4: **H05G 1/04**, **H01J 35/10**,  
**H01J 35/12**

22 Anmeldetag: **10.02.87**

30 Priorität: **13.06.86 DE 8615918 U**

71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-8000 München 2(DE)**

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

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR LI**

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

54 **Flüssigkeitsgekühlter Röntgenstrahler mit einer Umlaufkühleinrichtung.**

57 Die Erfindung betrifft einen flüssigkeitsgekühlten Röntgenstrahler mit einer Umlaufkühleinrichtung, welcher ein mit einem elektrisch isolierendem Kühlmittel gefülltes Gehäuse (1) aufweist, wobei die Umlaufkühleinrichtung ihrerseits einen durch zwei Kühlmittelleitungen (9, 10) am Gehäuse (1) angeschlossenen Kühler (11) und eine Umwälzpumpe (12) für das Kühlmittel aufweist und der Kühlmittelkreislauf geschlossen ist. Die Umlaufkühleinrichtung ist unmittelbar an dem Gehäuse (1) des Röntgenstrahlers angebracht. Der Kühler ist als Wärmetauscher (11) ausgeführt. Die Strömungsrichtung des Kühlmittels ist abhängig von der räumlichen Lage des Röntgenstrahlers selbsttätig umkehrbar.

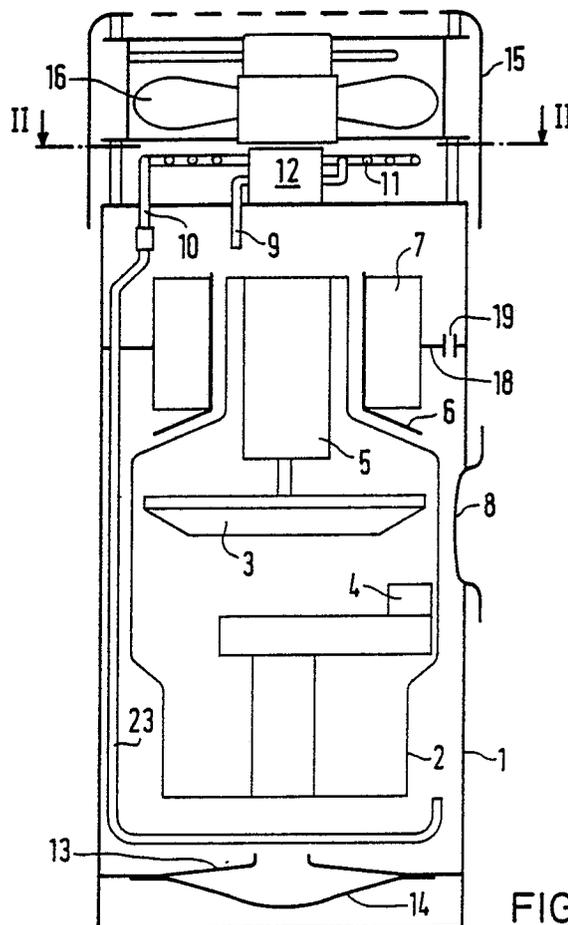


FIG 1

EP 0 248 976 A1

### Flüssigkeitsgekühlter Röntgenstrahler mit einer Umlaufkühleinrichtung

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 ihrerseits einen durch zwei Kühlmittelleitungen am Gehäuse angeschlossenen Kühler und eine Umwälzpumpe für das Kühlmittel aufweist und der Kühlmittelkreislauf geschlossen ist.

Ein solcher Röntgenstrahler ist aus den Patents Abstracts of Japan, Vol. 9, No. 266 (E-352), 1989, 23.10.1985, JP-A-60 112 296, (Hitachi Seisakusho K.K.), 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 ein solcher Röntgenstrahler in eine bereits vorhandene Röntgenanlage integriert werden soll. Die Umlaufkühleinrichtung dieses Röntgenstrahlers weist zwar ein Gebläse auf, das einen auf den 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.

Ein Röntgenstrahler der obengenannten Art ist außerdem aus "Medical X-Ray Technique", Philips Technical Library, 1961, Fig. 21, Seite 34, bekannt. Auch bei diesem sind die Umlaufkühleinrichtung und der Röntgenstrahler räumlich getrennt voneinander angeordnet, so daß die oben erwähnten Nachteile auftreten. Die Umlaufkühleinrichtung dieses Röntgenstrahlers weist zwar eine gegenüber der des zuvor beschriebenen Röntgenstrahlers erhöhte Kühlleistung auf, da das Kühlmittel in einen Vorratsbehälter geleitet wird, in dem eine von Wasser durchflossene Kühlschlange angeordnet ist, jedoch reicht auch hier die Kühlleistung nicht in allen Fällen aus. Außerdem 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.

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 Rohrschlange, so daß die erzielbare Kühlleistung zu wünschen übrig läßt.

5 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.

10 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Umlaufkühleinrichtung unmittelbar an dem Gehäuse des Röntgenstrahlers angebracht und der Kühler als Wärmetauscher ausgebildet ist, der außer von dem Kühlmittel von einer Kühlflüssigkeit, z.B. Wasser, durchströmt ist. Der Röntgenstrahler und die Umlaufkühleinrichtung bilden somit eine kompakte Baueinheit und die Umlaufkühleinrichtung weist infolge der Ausbildung des Kühlers als Wärme tauscher eine hohe Kühlleistung auf. Außerdem bietet der erfindungsgemäße Röntgenstrahler den Vorteil, daß eine im Vergleich zu bekannten Röntgenstrahlern kleine Kühlmittelmenge im Kühlmittelkreislauf eingeschlossen ist, so daß durch Temperaturschwankungen bedingte Volumenänderungen des Kühlmittels nur gering sind und in dem Röntgenstrahler etwa vorgesehene Mittel zu deren Ausgleich einfach ausgebildet sein können.

20 Wenn nach einer Variante der Erfindung das Gehäuse im wesentlichen zylindrisch ausgebildet und die einen im wesentlichen dem des Gehäuses entsprechenden Außendurchmesser aufweisende Umlaufkühleinrichtung an einer Stirnfläche des Gehäuses angeordnet ist, sind die Abmessungen eines erfindungsgemäßen Röntgenstrahlers kaum größer als die eines herkömmlichen, so daß die Möglichkeit besteht, in bereits vorhandenen Röntgenanlagen anstelle herkömmlicher Röntgenstrahler erfindungsgemäße zu verwenden.

30 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 Kühlfüssigkeit in dem inneren Kanal des Rohres strömt. Auch bei Ausfällen des Kühlfüssigkeitsstromes 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 Kühlfüssigkeit durchströmt ist, wobei das Kühlmittel zwischen der äußeren Wand 21 und der inneren Wand 22 und die Kühlfüssigkeit innerhalb der inneren Wand 22 des doppelwandigen Rohres 20 strömt. Selbst dann, wenn der Kühlfüssigkeitskreislauf 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 um-

kehrbar, 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.

## Ansprüche

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 ihrerseits einen durch zwei Kühlmittelleitungen (9, 10) am Gehäuse (1) angeschlossenen Kühler (11) und eine Umwälzpumpe (12) für das Kühlmittel aufweist und der Kühlmittelkreislauf geschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umlaufkühleinrichtung unmittelbar an dem Gehäuse (1) des Röntgenstrahlers angebracht und der Kühler als Wärmetauscher (11) ausgebildet ist, der außer von dem Kühlmittel von einer Kühlflüssigkeit durchströmt ist.

2. Röntgenstrahler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß 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.

3. Röntgenstrahler nach Anspruch 1 oder 2, **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.

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

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

6. Röntgenstrahler nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Kühlmittel in dem äußeren und die Kühlflüssigkeit in dem inneren Kanal des doppelwandigen Rohres (20) strömt.

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

8. Röntgenstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **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) beströmt, die die größte Temperatur aufweisen.

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

10. Röntgenstrahler nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß Mittel (24) vorgesehen sind, welche den Kühlmittelstrom abhängig von der räumlichen Lage des Röntgenstrahlers selbsttätig umkehren.

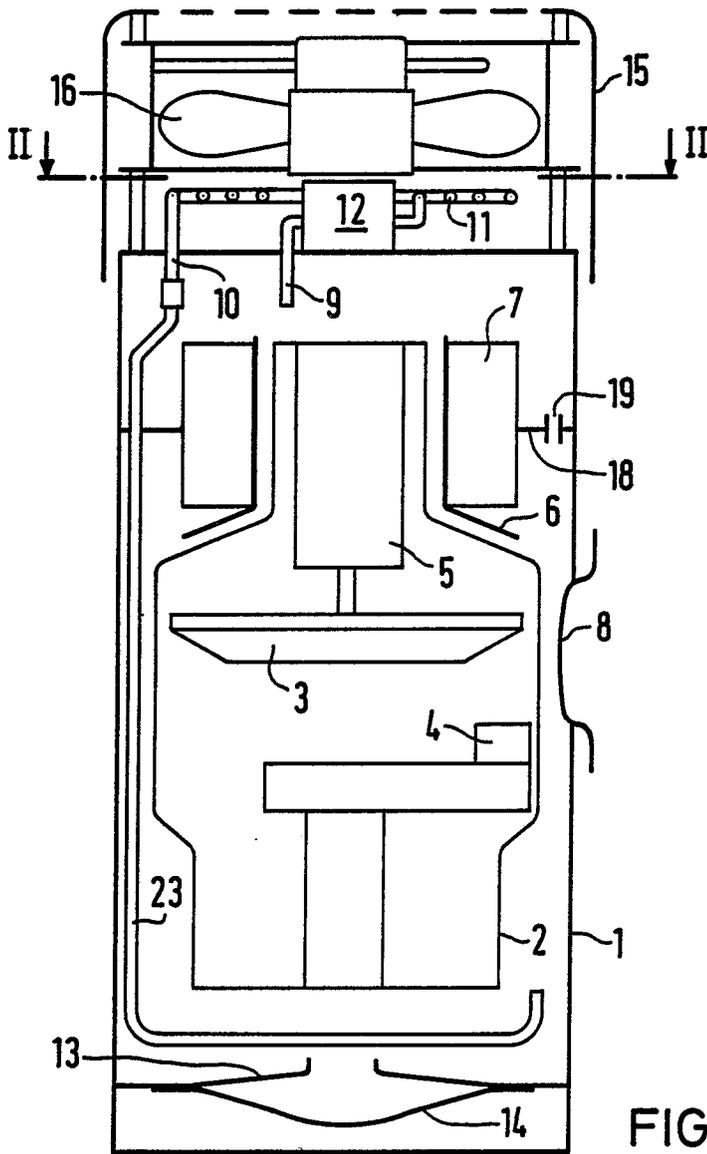


FIG 1

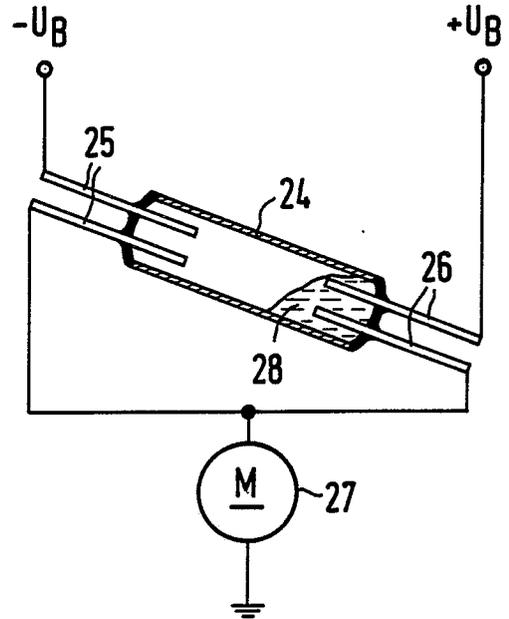


FIG 3

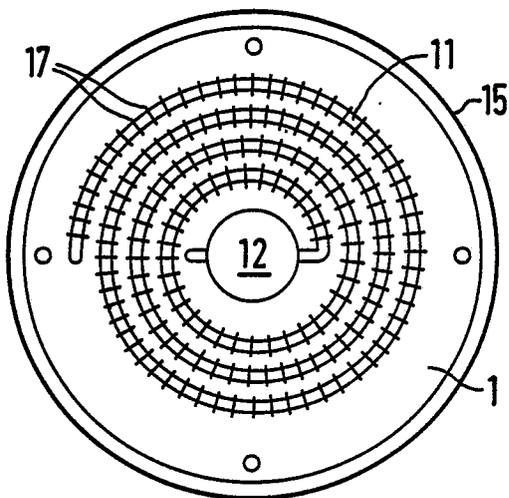


FIG 2

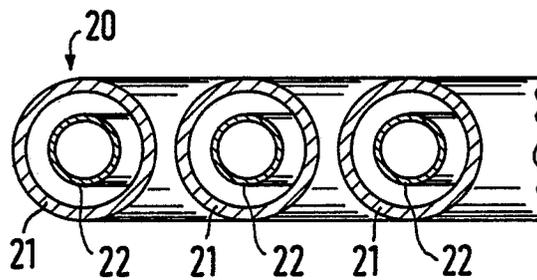


FIG 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	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 * Das ganze Dokument *	1	H 05 G 1/04 H 01 J 35/10 H 01 J 35/12
Y	--- 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 * Das ganze Dokument *	1	
A,D	--- GB-A-2 018 019 (NV PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) * Seite 1, Zeilen 5-19,62-99 * & DE-A-2 813 860	1,7	
A	--- US-A-4 369 517 (T.S. OZAWA) * Spalte 1, Zeilen 23-47; Spalte 2, Zeile 25 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildung 1 *	1,8	H 01 J H 05 G
A,D	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 9, Nr. 266 (E-352)[1989], 23. Oktober 1985; & JP-A-60 112 296 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 18-06-1985 * Das ganze Dokument *	1,7	
	--- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16-09-1987	Prüfer HORAK G.I.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A,D	PHILIPS TECHNICAL LIBRARY, "Medical X-ray technique", Chapter II, 1961, Seiten 22-39, Eindhoven, NL; "X-ray tubes" * Abbildung 21 *	1	
A	FR-A-2 170 126 (SIEMENS AG) * Seite 2, Zeile 15 - Seite 3, Zeile 40; Abbildungen 1-3 * & DE-A-2 204 894	1,7	
P,X	FR-A-2 575 329 (THOMSON-CGR) * Seite 4, Zeilen 15-29; Seite 11, Zeilen 1-12; Abbildungen 1-3 * & DE-A-3 545 047	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 16-09-1987	Prüfer HORAK G.I.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument	