



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 810 815 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.03.2005 Patentblatt 2005/11

(51) Int Cl.7: **H05G 1/06**, H05G 1/10

(21) Anmeldenummer: **97201553.1**

(22) Anmeldetag: **23.05.1997**

(54) **Röntgeneinrichtung**

X-ray apparatus

Appareil de radiographie

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **29.05.1996 DE 19621528**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.1997 Patentblatt 1997/49

(73) Patentinhaber:
• **Philips Intellectual Property & Standards GmbH**
20099 Hamburg (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
DE
• **Koninklijke Philips Electronics N.V.**
5621 BA Eindhoven (NL)
Benannte Vertragsstaaten:
FR GB

(72) Erfinder:
• **Negle, Hans**
Röntgenstra e 24, 22335 Hamburg (DE)

• **Wimmer, Martin**
Röntgenstra e 24, 22335 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al**
Philips Intellectual Property & Standards GmbH,
Postfach 50 04 42
52088 Aachen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 187 020 **EP-A- 0 198 741**
EP-A- 0 330 336 **WO-A-82/03150**
DE-A- 4 201 616

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 30**
(E-47) [702] , 24.Februar 1981 & JP 55 157900 A
(ASAHI RENTOGEN KOGYO K.K.), 8.Dezember
1980,

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 0 810 815 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Röntgeneinrichtung mit einem Röntgenstrahler mit einer in einem Röhrenschutzgehäuse angeordneten Röntgenröhre und mit einem an die Kathode der Röntgenröhre angeschlossenen, im Röhrenschutzgehäuse angeordneten Heizwandler.

[0002] Eine derartige Röntgeneinrichtung ist aus der DE-A 42 01 616 bekannt. Der Heizwandler ist dort beispielsweise in der Art eines Durchsteckstromwandlers realisiert, welcher einen Ferritkern aufweist.

[0003] Ein als Heiztransformator ausgestalteter Heizwandler mit einem Ferritkern erfordert im allgemeinen verhältnismäßig viel Platz, so daß der Einbau eines derartigen Heizwandlers in das Röhrenschutzgehäuse eines Röntgenstrahlers bei konventionellen Röntgenröhren nicht möglich ist, ohne daß konstruktive Veränderungen am Röntgenstrahler vorgenommen werden.

[0004] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen anzugeben, durch die eine Integration des Heizwandlers in das Röhrenschutzgehäuse bei verschiedenen konventionellen Röntgeneinrichtungen möglich ist, ohne daß dadurch größere konstruktive Änderungen an der Röntgeneinrichtung erforderlich sind.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Heizwandler einen Heiztransformator ohne Transformator Kern umfaßt, daß die Primärspule des Heiztransformators koaxial zur Sekundärspule des Heiztransformators angeordnet ist und daß die Spulen einen Träger umschließen.

[0006] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Heizwandlers, insbesondere durch den Wegfall des Transformator Kerns, ist es möglich, den Heizwandler im Röhrenschutzgehäuse auch bei konventionellen Röntgenröhren ohne große Veränderungen deren Geometrie und Abmessungen anzuordnen. Auch die koaxiale Anordnung der Spulen zueinander und die Anordnung um einen Träger ist besonders platzsparend. Durch den Wegfall des Kerns ist es auch möglich, den Heizwandler an verschiedenen Stellen im Röhrenschutzgehäuse anzuordnen und beispielsweise in vorgegebene Bauräume im Röntgenstrahler einzupassen. Letztlich ist dadurch auch eine Kostenersparnis durch den Wegfall des Kerns und durch Verwendung einfacherer Isolationsteile zwischen den Spulen des Heiztransformators erzielbar.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Röhrenhals der Röntgenröhre oder eine Hochspannungsanschlußbuchse, über die der Röntgenröhre von einem Hochspannungsgenerator eine Hochspannung zugeführt wird, der Träger ist, und daß die Primärspule die Sekundärspule koaxial umschließt. Sowohl der Röhrenhals als auch die Hochspannungsanschlußbuchse sind im allgemeinen rotations-symmetrisch ausgestaltet und eignen sich besonders als Träger für die Spulen. Da die Sekundärspule,

die den Heizstrom der Kathode liefert, gleichzeitig auf dem Hochspannungspotential der Kathode liegt, umschließt die Sekundärspule vorteilhafterweise direkt den Röhrenhals oder die Hochspannungsanschlußbuchse, während die auf Niederspannungspotential liegende Primärspule aus Isolationsgründen in einem Abstand oder durch einen Isolationskörper getrennt die Sekundärspule koaxial umschließt. Diese Anordnung ist besonders platzsparend und läßt sich bei herkömmlichen Röntgenstrahlern anwenden.

[0008] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Röntgeneinrichtung zwei als Heiztransformatoren ohne Transformator Kern ausgestaltete Heizwandler aufweist und daß die Primärspulen und Sekundärspulen beider Heiztransformatoren einen gemeinsamen Träger umschließen. Eine Röntgenröhre weist oft zwei Kathodenelemente auf zur Einstellung eines großen und eines kleinen Fokus. Für diese beiden Kathodenelemente ist jeweils ein Heiztransformator vorgesehen, deren Spulen einen gemeinsamen Träger, vorteilhafterweise den Röhrenhals oder die Hochspannungsanschlußbuchse, umschließen.

[0009] In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Röntgeneinrichtung Mittel zur Kompensation von Röhrenstörungen aufweist. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines gedämpften Hochspannungskabels zur Zuführung der Hochspannung von einem Hochspannungsgenerator an die Kathode der Röntgenröhre. Derartige gedämpfte Hochspannungskabel sind aus der eingangs genannten DE-A 42 01 616 bekannt, sind bei herkömmlichen Röntgeneinrichtungen aber erst durch die Integration des Heizwandlers in den Röntgenstrahler verwendbar. Mit einem derartigen gedämpften Hochspannungskabel, das auch zur Zuführung der Hochspannung an die Anode der Röntgenröhre Verwendung findet, kann eine durch einen Überschlag in der Röntgenröhre hervorgerufene Wanderwelle stark gedämpft werden. Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit bei Röhrenstörungen und vermindert die Gefahr einer Beschädigung der Röntgenröhre oder des Hochspannungsgenerators.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Röntgeneinrichtung eine Kompensationsschaltung zur Verminderung von Streufeldverlusten des Heiztransformators aufweist. Da ein Transformator ohne Transformator Kern (beispielsweise Ferrit- oder Eisenkern) stark streubehaftet ist und zu dessen Betrieb eine erhebliche Blindleistung aufzubringen ist, sind zum Betrieb deutlich größere Spannungen und/oder Ströme erforderlich. Diese Verluste können jedoch durch eine geeignete Kompensationsschaltung erheblich vermindert werden.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Röntgeneinrichtung,

- Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Röntgeneinrichtung,
 Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung der Heizwandler bei einer Röntgeneinrichtung gemäß Fig. 1,
 Fig. 4 eine bei einer erfindungsgemäßen Röntgeneinrichtung verwendete Kompensationsschaltung und
 Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizwandlers.

[0012] Die in Fig. 1 gezeigte Röntgeneinrichtung umfaßt einen Röntgenstrahler mit einer in einem Röhrenschutzgehäuse 1 angeordneten Röntgenröhre 2. In der Röntgenröhre 2 befinden sich ein Kathodenblock 3 und eine Drehanode 4 herkömmlicher Bauart. Zur Erreichung zweier unterschiedlicher Fokusgrößen befinden sich im Kathodenblock 3 zwei hier nicht gezeigte Kathodenelemente, die im gezeigten Beispiel über zwei getrennte Heizwandler gespeist werden. Die Heizströme werden den Kathodenelementen über Leitungen 61, 62 vom ersten Heizwandler bzw. Leitungen 71, 72 vom zweiten Heizwandler zugeführt. Die Leitungen 61, 62, 71, 72 sind am Röhrenhals 5 in die Röntgenröhre 2 geführt. Weiterhin befindet sich dort eine Hochspannungszuleitung 8, durch die den Kathodenelementen eine gegenüber Masse negative Hochspannung von -75 kV zugeführt wird. Am dem Röhrenhals 5 gegenüber liegenden Ende der Röntgenröhre 2 befindet sich eine weitere Hochspannungszuleitung 9, durch die der Anode 4 eine bezogen auf Masse positive Hochspannung von +75 kV zugeführt wird. Für die Zuführung der Hochspannung an die Röntgenröhre 2 befinden sich im Röhrenschutzgehäuse 1 zwei Hochspannungsanschlußbuchsen 10 und 11. In diese Hochspannungsanschlußbuchsen 10, 11 werden durch die Hochspannungseingänge 12, 13 die Hochspannungskabel, die die von einem nicht gezeigten Hochspannungsgenerator erzeugte Hochspannung von ± 75 kV zum Röntgenstrahler führen, angeschlossen.

[0013] Für die beiden Kathodenelemente ist jeweils ein separater Heizwandler vorgesehen. Beide Heizwandler sind als gleichartige Heiztransformatoren ohne Transformatorkern, d.h. ohne Ferrit- oder Eisenkern, ausgestaltet und bestehen jeweils aus einer Primärspule 14 bzw. 16 und einer Sekundärspule 15 bzw. 17. Die Primärspule 14 des ersten Heiztransformators ist coaxial um die Sekundärspule 15 des ersten Heiztransformators angeordnet. Die Sekundärspule 15 ist um die als Träger wirkenden Hochspannungsanschlußbuchse 10 angeordnet. In gleicher Weise ist die Primärspule 16 des zweiten Heiztransformators coaxial um dessen Sekundärspule 17 angeordnet und diese wiederum um die Hochspannungsanschlußbuchse 10. Die Primärspule 14 wird über Zuleitungen 18, 19 gespeist, die Primärspule 16 über Zuleitungen 20, 21. Für die Speisung der Primärspulen 14 und 16 ist am Röhrenschutzgehäuse 1 ein Heizstromanschluß 22 vorgesehen. Von der Sekundärspule 15 des ersten Heiztrans-

formators wird der Heizstrom über die Leitungen 61 und 62 dem ersten Kathodenelement, mit dem beispielsweise ein kleiner Fokus erreicht werden soll, zugeführt. Über die Leitungen 71 und 72 wird von der Sekundärspule 17 des zweiten Heiztransformators das zweite Kathodenelement mit Heizstrom versorgt, mit dem beispielsweise ein großer Fokus erreicht werden soll.

[0014] Bei der bekannten Röntgeneinrichtung weist der Heizwandler einen Ferritkern auf. Aufgrund seiner Größe könnte ein derartiger Heizwandler mit Transformator bei einer Röntgeneinrichtung der hier gezeigten Bauart nicht ohne Veränderungen der Geometrie der Röntgenröhre und/oder des Röhrenschutzgehäuses innerhalb des Röhrenschutzgehäuses verwendet werden. Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Heizwandlers ohne Ferrit- oder Eisenkern ist dies jedoch möglich. Die Erfindung nutzt dabei die rotationsymmetrische Ausgestaltung der Hochspannungsanschlußbuchse 10 aus, um den die Spulen 14 bis 17 der Heizwandler auf einfache und platzsparende Weise coaxial angeordnet, beispielsweise aufgesteckt werden können.

[0015] Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung von Heizwandlern ohne Transformatorkern ergibt sich dadurch, bei solchen Heizwandlern alle kernabhängigen Verluste entfallen, welche nichtlinearen Charakter haben. Dadurch wird die Genauigkeit und die Reproduzierbarkeit der Heizwandlers erheblich erhöht. Außerdem ist diese Ausgestaltung kostengünstiger und erzeugt weniger Verlustwärme.

[0016] Eine weitere Ausführungsform ist in Fig. 2 gezeigt. Dort sind die Primärspulen 14, 16 und die Sekundärspulen 15, 17 um den Röhrenhals 5 der Röntgenröhre 2 angeordnet, der hier als Träger dient. Auch bei dieser Ausführungsform ist keine Veränderung der Geometrie der Röntgenröhre 2 oder des Röhrenschutzgehäuses 1 nötig, um die Heizwandler auf die gezeigte Weise im Röhrenschutzgehäuse 1 anordnen zu können.

[0017] Die Hochspannungsanschlußbuchse 10 mit den gemäß Fig. 1 angeordneten Heizwandlern ist in Fig. 3 vergrößert dargestellt. Die Primärspulen 14 bzw. 16 bestehen dabei jeweils aus Primärwicklungen 141 bzw. 161, die auf einen Primärspulenkörper 142 bzw. 162 gewickelt sind. Die Sekundärspulen 15 bzw. 17 bestehen aus Sekundärwicklungen 151 bzw. 171, die auf einen Sekundärspulenkörper 152 bzw. 172 gewickelt sind. Die Sekundärspulenkörper 152, 172 sind dabei so ausgestaltet, daß zwischen den Sekundärwicklungen 151, 171 der Sekundärspulen 15, 17 und den Primärwicklungen 141, 161 der Primärspulen 14, 16 ein Luftspalt von wenigstens einigen Millimetern, z.B. 6 mm besteht. Dies ist aus Isolationsgründen erforderlich, da die Sekundärspulen 15, 17 auf Hochspannungspotential (-75 kV) liegen, das der Kathode über die Leitung 8 zugeführt wird. Jeweils eine der Leitungen 61, 62 bzw. 71, 72 der Sekundärspulen 15 und 17 zu den Kathodenelementen ist kathodenseitig jeweils mit der Leitung 8 verbunden.

[0018] Weitere Isolations- und Halteelemente, die noch vorgesehen sein können, sind der Übersichtlichkeit halber in Fig. 3 nicht näher gezeigt.

[0019] Bei bekannten Röntgeneinrichtungen ist der Heizwandler meist außerhalb des Röhrenschutzgehäuses zusammen mit einem Hochspannungstransformator, der die Hochspannung für die Röntgenröhre erzeugt, in einem Hochspannungsgenerator angeordnet. Der Heizstrom wird dabei zusammen mit der Hochspannung für die Kathode über ein gemeinsames Kabel dem Röntgenstrahler zugeführt. Erst durch die Erfindung, gemäß der der Heizwandler so ausgestaltet ist, daß er in Röntgenstrahlern verschiedenster Größe und Ausgestaltung angeordnet werden kann, wird auch die Verwendung von aus der DE-A 42 01 616 bekannten, gedämpften Hochspannungskabeln bei verschiedensten Röntgenstrahlern möglich, da bei einem in den Röntgenstrahler integrierten Heizwandler nur die Hochspannung für die Kathode dem Röntgenstrahler vom Hochspannungsgenerator zugeführt werden muß. Gedämpfte Hochspannungskabel haben hier insbesondere den Vorteil, daß Wanderwellen von der Röntgenröhre zum Hochspannungsgenerator, die durch eine Röhrenstörung hervorgerufen werden können, stark gedämpft werden, wodurch die Haltbarkeit der Röhre vergrößert wird. Außerdem kann dadurch auch eine Selbstheilung der Anode bei einer Dekonditionierung erreicht werden.

[0020] Da der Röhrenstrom eines Röntgenstrahlers über den Primärstrom des Heiztransformators geregelt wird und sich der Sekundärstrom des Heiztransformators über das Stromübersetzungsverhältnis des Heiztransformators einstellt, ergeben sich strenge Anforderungen an Linearität und zeitliche Konstanz des Übersetzungsverhältnisses. Um diese hohen Anforderungen zu erfüllen und ein von der Lastimpedanz des Heiztransformators unabhängiges Stromübersetzungsverhältnis einzustellen, ist eine Kompensationsschaltung vorgesehen. Zur Lastimpedanz des Heiztransformators tragen das Kathodenelement sowie die Leitungen (ohmsch und kapazitiv) bei. Außerdem werden durch die Kompensationsschaltung auch Betriebsfrequenzvariationen und Verluste durch Streufeldeinkopplungen in nahegelegene Metallteile und weitere Streufeldverluste des Heiztransformators weitgehend kompensiert.

[0021] In Fig. 4 ist eine derartige Kompensationsschaltung für den Heiztransformator gezeigt. Die Kompensationsschaltung weist eine primärseitige Serien- und eine sekundärseitige Parallelkompensation auf. Auf der Primärseite (= Generatorseite) sind eine Kapazität C_1 und ein Widerstand R_1 in Serie geschaltet zur Primärwicklung L_{14} , die der Primärspule 14 in Fig. 3 entspricht. Die Kapazität C_1 stellt dabei die Kapazität der Resonanz-Kompensationsschaltung dar, der Widerstand R_1 im wesentlichen den Wicklungswiderstand der Primärspule L_{14} . Auf der Sekundärseite ist in Serie zur Sekundärwicklung L_{15} , die der Sekundärspule 15 in Fig. 3 entspricht, ein Widerstand R_2 sowie eine Parallelschaltung aus einer Kapazität C_2 und dem Lastwider-

stand R_L geschaltet. Der Widerstand R_2 stellt im wesentlichen die Wicklungswiderstände der Sekundärspule L_{15} dar, die Kapazität C_2 im wesentlichen die Resonanzkapazität der Kompensationsschaltung, erhöht um die Wicklungskapazität und eine zwischen den Leitungen von der Sekundärspule L_{15} zum Kathodenelement vorhandene Kapazität.

[0022] Eine Kompensation ist erforderlich, da zum Betrieb eines stark streubehafteten Transformators eine erhebliche Blindleistung aufzubringen ist. Im Vergleich zu einem Transformator mit guter Kopplung sind zum Betrieb eines streubehafteten Transformators deutlich größere Spannungen und Ströme erforderlich. Um den Generator nicht mit diesen Strömen und Spannungen belasten zu müssen, ist der Einsatz von Resonanzkondensatoren (= Kompensationskondensatoren) sinnvoll. Die in Fig. 4 gezeigte Kompensationsschaltung stellt eine besonders vorteilhafte Lösung dar, da durch die primärseitige Serienkompensation die Strombelastung und damit auch der Preis eines möglicherweise zur Einstellung eines bestimmten Kapazitätswertes erforderlichen Kompensationskondensators kleingehalten wird. Die Werte der Widerstände R_1 , R_2 und der Kapazitäten C_1 , C_2 sollen so ausgewählt werden, daß das Stromübersetzungsverhältnis weitgehend unabhängig vom Lastwiderstand R_L ist und daß möglichst wenig Blindleistung aufgewendet werden muß. Dazu wird der Transformator nach bekannten Verfahren geeignet dimensioniert und die Kapazitätswerte werden geeignet ausgewählt.

[0023] Eine weitere, alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Heizwandlers ist in Fig. 5 dargestellt. Der Heizwandler umfaßt dabei nur eine Primärspule 14 und eine Sekundärspule 15, die etwa einen gleich großen Durchmesser aufweisen und um die Hochspannungsanschlußbuchse 10 an übereinanderliegenden Stellen angeordnet sind. Die auf Hochspannungspotential liegende Sekundärwicklung der Sekundärspule 15 ist von drei Seiten von einem Isolationskörper 50 umgeben, die hauptsächlich zur Isolation der Primärspule 14 von der Sekundärspule 15, aber auch als Spulenkörper für die Sekundärspule 15 dient.

Patentansprüche

1. Röntgeneinrichtung mit einem Röntgenstrahler mit einer in einem Röhrenschutzgehäuse (1) angeordneten Röntgenröhre (2) und mit einem an die Kathode (3) der Röntgenröhre angeschlossenen, im Röhrenschutzgehäuse (1) angeordneten Heizwandler,
dadurch gekennzeichnet, daß der Heizwandler einen Heiztransformator (14, 15, 16, 17) ohne Transformator kern umfaßt, daß die Primärspule (14, 16) des Heiztransformators koaxial zur Sekundärspule (15, 17) des Heiztransformators angeordnet ist und daß die Spulen (14, 15, 16, 17) einen

Träger (5, 10) umschließen.

2. Röntgeneinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Röhrenhals (5) der Röntgenröhre (2) oder eine Hochspannungsanschlußbuchse (10), über die der Röntgenröhre (2) von einem Hochspannungsgenerator eine Hochspannung zugeführt wird, der Träger ist, und daß die Primärspule (14, 16) die Sekundärspule (15, 17) coaxial umschließt.
3. Röntgeneinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Röntgeneinrichtung zwei als Heiztransformatoren ohne Transformator kern ausgestaltete Heizwandler aufweist und daß die Primärspulen (14, 16) und Sekundärspulen (15, 17) beider Heiztransformatoren einen gemeinsamen Träger (5, 10) umschließen.
4. Röntgeneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Röntgeneinrichtung Mittel zur Kompensation von Röhrenstörungen aufweist.
5. Röntgeneinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Röntgeneinrichtung eine Kompensationsschaltung zur Verminderung von Streufeldverlusten des Heiztransformators aufweist.

Claims

1. An X-ray device with an X-ray radiator comprising an X-ray tube (2) arranged in a tube protection housing (1) and comprising a heat transducer connected to the cathode (3) of the X-ray tube and arranged in the tube protection housing (1), **characterized in that** the heat transducer comprises a heating transformer (14, 15, 16, 17) without transformer core, **in that** the primary coil (14, 16) of the heating transformer is arranged coaxially with the secondary coil (15, 17) of the heating transformer, and **in that** the coils (14, 15, 16, 17) enclose a carrier (5, 10).
2. An X-ray device as claimed in claim 1, **characterized in that** the tube neck (5) of the X-ray tube (2) or a high-voltage connection bush (10) via which the X-ray tube (2) receives a high voltage from a high-voltage generator is said carrier, and **in that** the primary coil (14, 16) coaxially surrounds the secondary coil (15, 17).
3. An X-ray device as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the X-ray device comprises two heat

transducers constructed as heating transformers without transformer core, and **in that** the primary coils (14, 16) and secondary coils (15, 17) of the two heating transformers enclose a common carrier (5, 10).

4. An X-ray device as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the X-ray device comprises means for compensating tube disturbances.
5. An X-ray device as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the X-ray device comprises an compensation circuit for reducing stray field losses of the heating transformer.

Revendications

1. Appareil de radiographie avec un générateur de rayons X doté d'un tube à rayons X (2) disposé dans un boîtier de protection du tube (1) et d'un convertisseur de chaleur disposé dans le boîtier de protection du tube (1) et raccordé à la cathode (3) des tubes à rayons X.
caractérisé en ce que le convertisseur de chaleur comprend un transformateur de chaleur (14, 15, 16, 17) sans noyau de transformateur, que la bobine primaire (14, 16) du transformateur de chaleur est disposée coaxialement par rapport à la bobine secondaire (15, 17) du transformateur de chaleur et que les bobines (14, 15, 16, 17) comprennent un support (5, 10).
2. Appareil de radiographie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le col de tube (5) du tube à rayons X (2) ou une douille de raccordement à haute tension (10) par l'intermédiaire desquels une haute tension est amenée aux tubes à rayons X (2) par un générateur à haute tension, qui est un support et que la bobine primaire (14, 16) renferme coaxialement la bobine secondaire (15, 17).
3. Appareil de radiographie selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'appareil de radiographie présente deux convertisseurs de chauffage conçus comme des transformateurs de chaleur sans noyau de transformateur et que les bobines primaires (14, 16) et les bobines secondaires (15, 17) des deux transformateurs de chaleur renferment un support commun (5, 10).
4. Appareil de radiographie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'appareil radiographique présente des moyens pour la compensation des perturbations des tubes.

5. Appareil radiographique selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que l'appareil radiographique présente un circuit de compensation en réduction de pertes du champ de dispersion du transformateur de chaleur.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

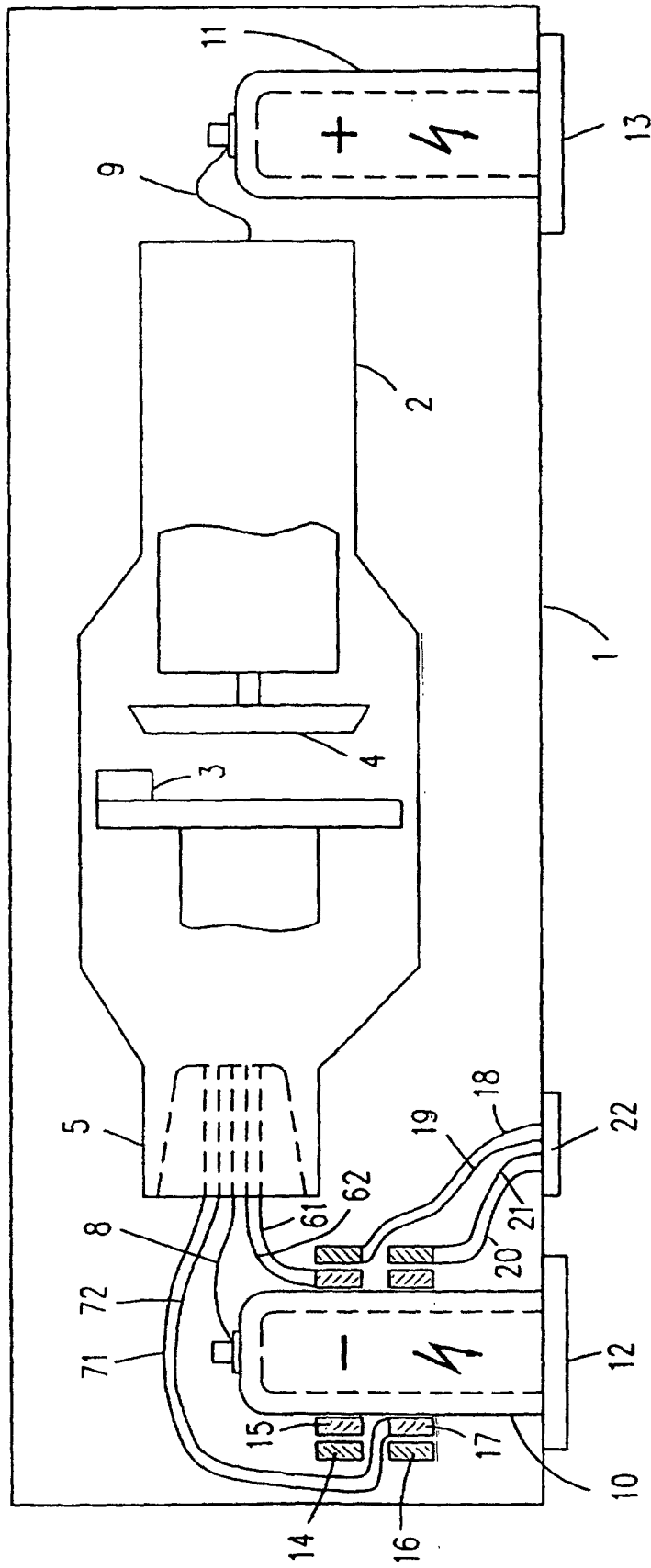


Fig. 1

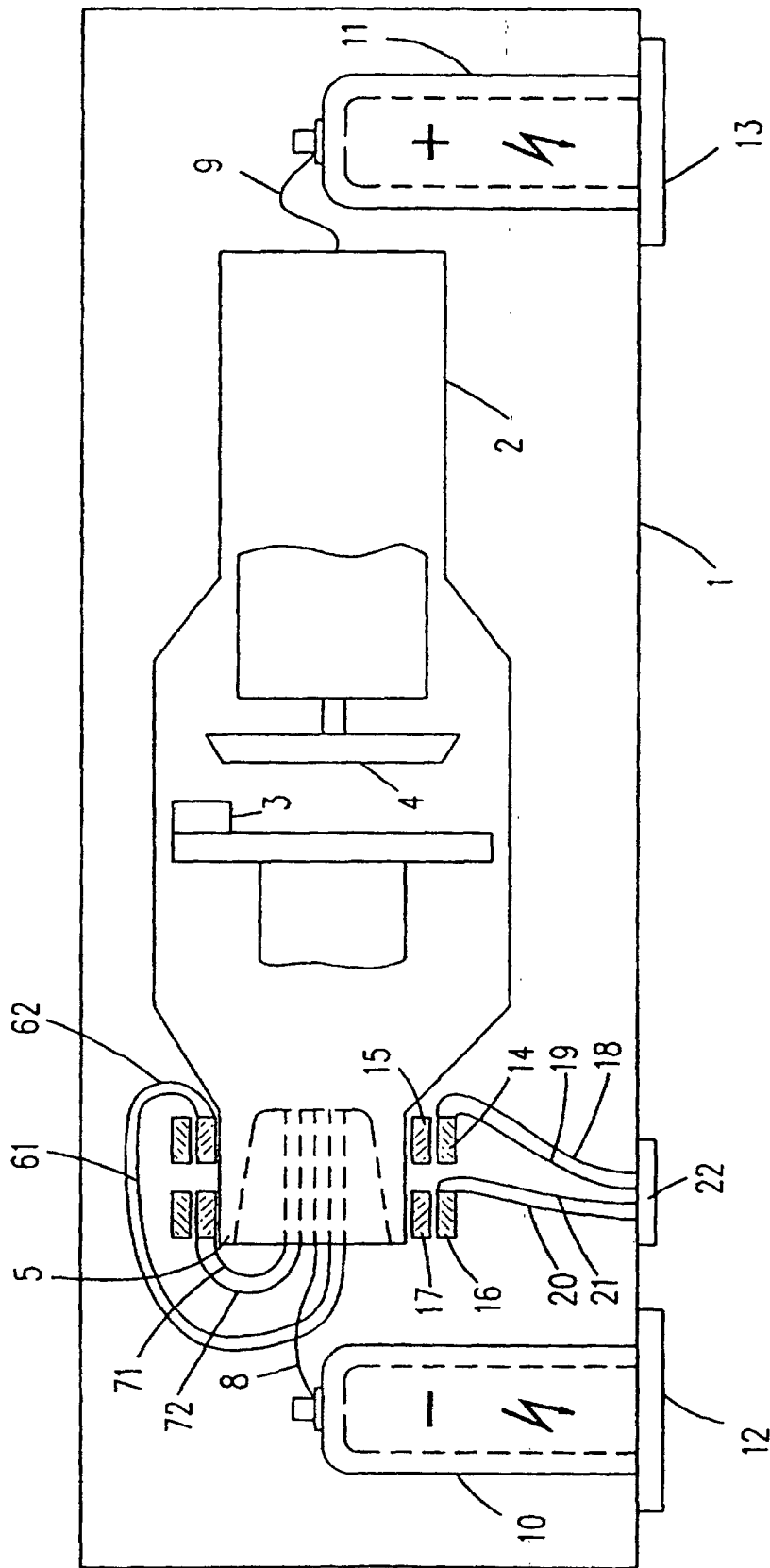


Fig. 2

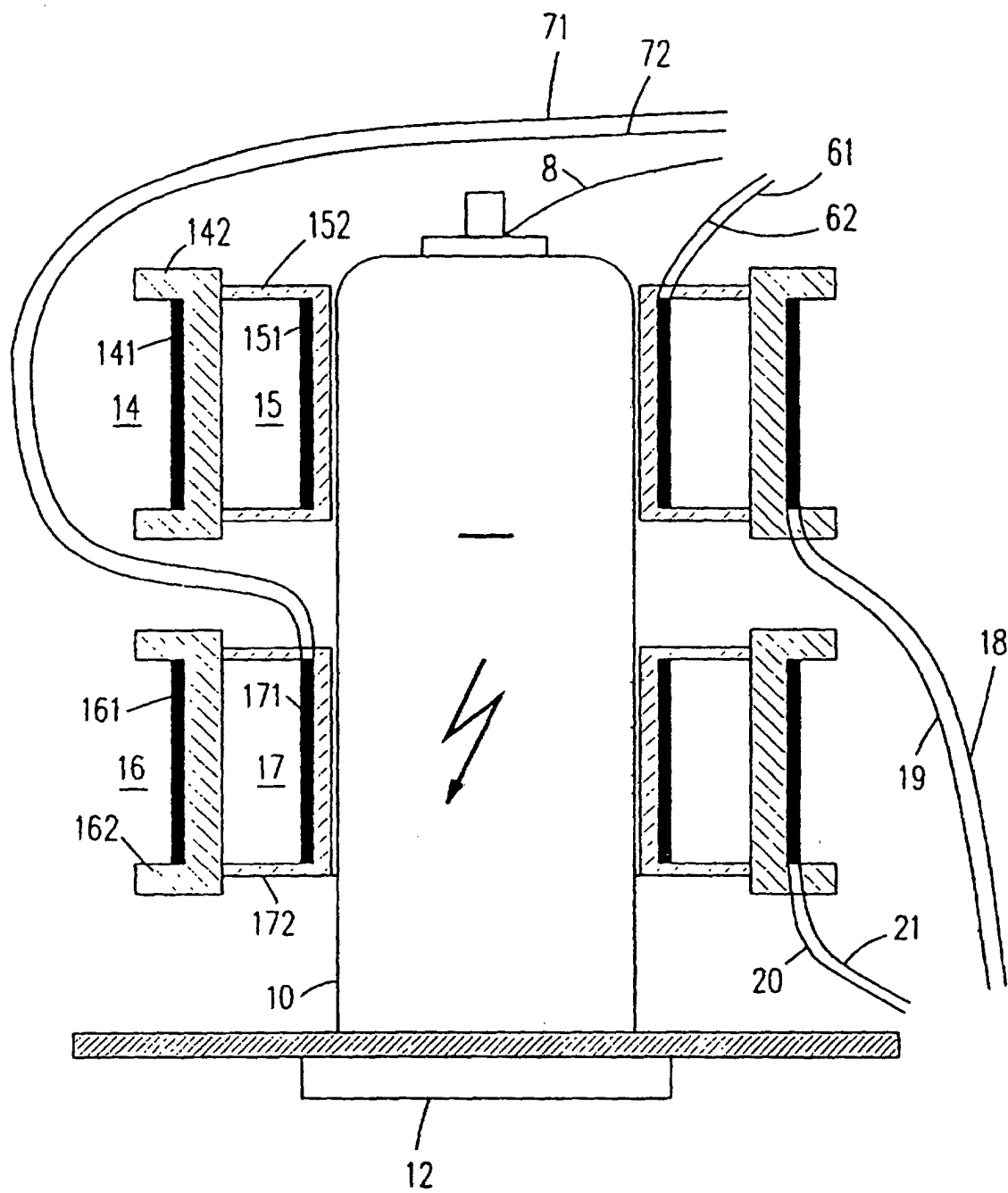


Fig.3

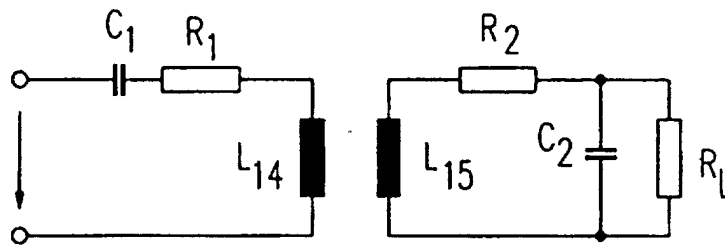


Fig.4

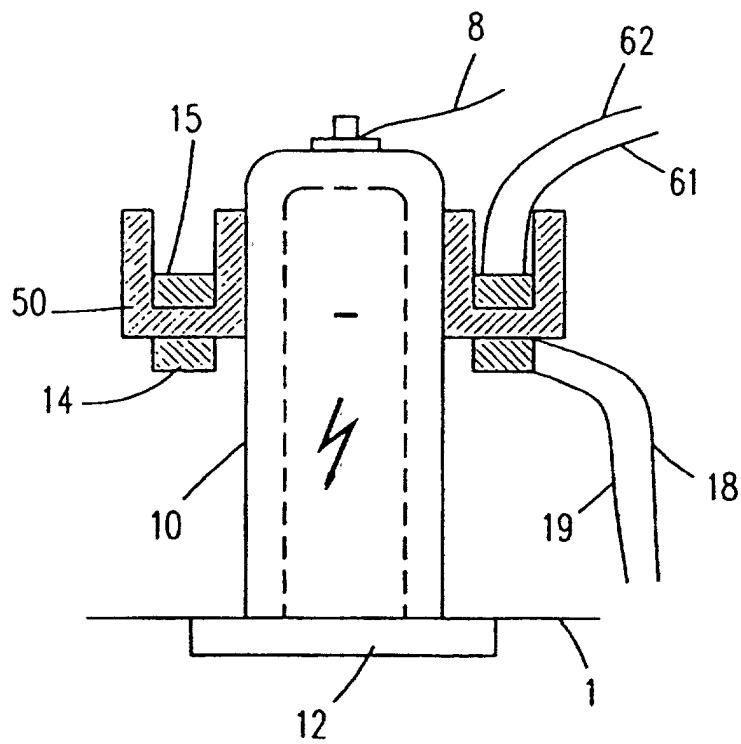


Fig.5