

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 267 568 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **09.02.94**

51 Int. Cl.⁵: **H05G 1/06**, H05G 1/54

21 Anmeldenummer: **87116532.0**

22 Anmeldetag: **09.11.87**

54 **Schaltungsanordnung mit einem Schutzwiderstand zur Strombegrenzung bei Röntgenstrahlern.**

30 Priorität: **14.11.86 DE 3639088**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.05.88 Patentblatt 88/20

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
09.02.94 Patentblatt 94/06

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT NL

56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 198 741 DE-A- 1 809 583
DE-C- 393 871 DE-C- 610 555
GB-A- 2 100 960 US-A- 3 683 191

73 Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-
SCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München(DE)

72 Erfinder: **Mook, Bruno**
Ringstrasse 9
D-7500 Karlsruhe 41(DE)

EP 0 267 568 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zur Strombegrenzung eines Röntgenstrahlers mit einem am oder im Röntgenstrahler in die Stromversorgungsleitung geschalteten Schutzwiderstand. Als Röntgenstrahler wird die in einem Gehäuse angeordnete und mit den zum Betrieb notwendigen Anschlüssen für die elektrische und die Kühlmittelversorgung versehene Röntgenröhre bezeichnet.

Derartige Schutzwiderstände, die sich üblicherweise zusammen mit dem Hochspannungserzeuger und anderen Schalt- und Steuereinrichtungen in einem Röntgengenerator genannten Gerät befinden, sind erforderlich, um den bei einem Überschlag in der Röhre auftretenden Kurzschlußstrom zu begrenzen. Die im Ladekondensator des Hochspannungserzeugers gespeicherte Energie würde ohne Schutzwiderstand voll an der Röhre auftreten, und diese könnte bereits beim ersten Überschlag zerstört oder durch eine eruptionsartige Ausschmelzung an der Anode spektral verunreinigt werden.

Es hat sich herausgestellt, daß bei höheren Spannungen, etwa ab 50 kV, die in der Kabelkapazität des Hochspannungskabels zwischen Röntgenstrahler und Hochspannungserzeuger gespeicherte Energie nicht mehr vernachlässigt werden kann. Besonders kritisch wird der Betrieb bei Spannungen um 100 kV. Hier kann bereits bei unvorsichtiger Betriebsweise durch die in einem z. B. 5 m langen Hochspannungskabel gespeicherte elektrische Energie bei einem einzigen Durchschlag zur Zerstörung der Röntgenröhre führen.

In der deutschen Patentschrift 610 555 wurde daher schon vorgeschlagen, einen Schutzwiderstand in die Einführung des Hochspannungskabels in den Röntgenstrahler einzubauen. Wegen der dadurch notwendigen Vergrößerung der Kabeleinführung und der Notwendigkeit zum Abführen der im Schutzwiderstand auftretenden Verlustleistung ist in der genannten deutschen Patentschrift demgegenüber angegeben, die Kabelseele des vom Hochspannungserzeuger zum Röntgenstrahler führenden Kabels als hochohmigen Widerstand auszubilden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Schutzwiderstand für Röntgenröhren so anzuordnen, daß der Röhrenstrom im Überschlagfalle sicher begrenzt wird, und zwar sowohl für Röntgenröhren mit auf Hochspannung liegender Anode als auch für solche mit auf Hochspannung liegender Kathode und geerdeter Anode.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den in den Ansprüchen 1 und 2 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Der Schutzwiderstand kann ein rein ohmscher Widerstand oder ein kapazitätsarmer komplexer Widerstand in Form eines RL-Gliedes sein. Im letzteren Falle werden die induktiven und ohmschen Werte zweckmäßigerweise so gewählt, daß der aperiodische Grenzfall eingehalten wird. In einer bevorzugten Ausführungsform wird dabei die Induktivität aus mehreren in Reihe geschalteten Induktivitäten, vorzugsweise in Form von Scheibenwicklungen, aufgebaut. Die Teilinduktivitäten können ferner mit Ferritkernen unterschiedliche Frequenzbereiche abgestimmt sein, so daß die Gesamtinduktivität über einen weiten Frequenzbereich wirksam ist.

Wird der Schutzwiderstand in den strahlerseitigen Kabelendanschluß oder Stecker des Hochspannungskabels eingebaut, werden Änderungen an bereits betriebenen Röntgenstrahlern nicht notwendig.

Bei Röntgenstrahlern mit Endfensterröhre kann der Schutzwiderstand innerhalb des Strahlers in Reihe mit der auf Hochspannung liegenden Anode der Röntgenröhre geschaltet und mit dieser gekühlt werden. Dies läßt eine besonders hochohmige und damit platzsparende Ausführung des Schutzwiderstandes zu.

Bei Röntgenstrahlern mit Seitenfensterröhren mit geerdeter Anode ist im strahlerseitigen Kabelanschluß eine galvanische Trennung in Form eines Trenntransformators vorzusehen. Dieser kann auch als Heiztransformator für die Röhrenheizung ausgebildet werden.

Zur Erläuterung der Erfindung sind in den Figuren 1 und 2 Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung schematisch dargestellt.

Es zeigen

Figur 1 eine Schaltungsanordnung mit in den Röntgenstrahler eingebautem Schutzwiderstand, Figur 2 eine Schaltungsanordnung mit in den strahlerseitigen Kabelendanschluß eingebautem Schutzwiderstand.

Figur 1 zeigt einen Röntgenstrahler RS, in dessen Gehäuse G die eigentliche Röntgenröhre RR vom Endfenstertyp angeordnet ist. Die von der mittels des Heiztransformators HT geheizten Kathode K austretenden Elektronen treffen auf die auf Hochspannung liegende Anode A. Die dabei entstehende Röntgenstrahlung R tritt durch das Endfenster F nach außen. Da die Anode A gekühlt werden muß, ist sie in einem Kühlwasserkreislauf W im Röntgenstrahler angeordnet.

Die zu dem Betrieb des Röntgenstrahlers RS erforderliche Hochspannung in der Größenordnung zwischen 20 und 100 kV wird in dem Hochspannungserzeuger HE erzeugt und über ein bis zu 10 m langes Hochspannungskabel HK dem Röntgenstrahler RS zugeführt. Zwischen der Hochspannung

führenden Leitung im Hochspannungskabel HK und seinem geerdeten Mantel besteht die verteilte Kabelkapazität C. Zum Anschluß des Hochspannungskabels HK dient ein strahlerseitiger Kabelendanschluß oder -stecker HV, der in die Hochspannungsbuchse HB des Röntgenstrahlers RS eingeführt ist.

Zur Begrenzung des Kurzschlußstroms bei einem in der Röhre auftretenden Überschlag zwischen Kathode und Anode ist ein Schutzwiderstand S im Innern des Röntgenstrahlers RS in Reihe mit der hochspannungsgespeisten Anode A und in deren Kühlwasserkreislauf geschaltet. Damit ist es möglich, den Schutzwiderstand S hochohmig und damit raumsparend auszuführen.

Eine andere Schaltungsmöglichkeit besteht darin, den Schutzwiderstand in zwei Teilwiderstände aufzuteilen, wobei ein Schutzwiderstand S' - wie bisher üblich - im Hochspannungserzeuger HE angeordnet ist und der andere Teil S - wie gezeigt - im Röntgenstrahler. Der im Röntgenstrahler RS befindliche Schutzwiderstand kann dann so ausgelegt werden, daß er hauptsächlich den Entladestromstoß der Kabelkapazität C begrenzt.

Figur 2 zeigt eine Ausführung mit einer sogenannten Seitensterröhre RR im Röntgenstrahler RS mit einer geerdeten und gekühlten Anode A und einer geheizten und auf Hochspannung liegenden Kathode K.

Die in dem Hochspannungserzeuger HE erzeugte Hochspannung wird auch hier über das Hochspannungskabel HK mit verteilter Kabelkapazität C der Hochspannungsbuchse HB des Röntgenstrahlers RS zugeführt. Die Heizstromversorgung der direkt geheizten Kathode K erfolgt über zwei auf Hochspannung liegende Leiter des Hochspannungskabels HK. Der Heizkreis ist sehr niederohmig, ca. 1 bis 3 Ohm, so daß ein hochohmiger Schutzwiderstand direkt in dem Röntgenstrahler RS nicht angeordnet werden kann. Um eine wirksame Strombegrenzung im Überschlagsfall zu erhalten, ist hier der Schutzwiderstand S in den strahlerseitigen Endanschluß HV des Hochspannungskabels HK eingebaut, zusammen mit einem Trenntransformator TT zur galvanischen Trennung. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Trenntransformator TT als Heiztransformator HT ausgebildet. Wählt man die Betriebsfrequenz des Heiztransformators HT in der Größenordnung zwischen 100 und 300 kHz, so kann dieser so klein gebaut werden, daß er in dem Kabelendanschluß HV zusammen mit dem Schutzwiderstand S unterzubringen ist. Auch bei dieser Ausführung kann der Schutzwiderstand S in zwei Teilwiderstände S und S' aufgeteilt werden, wie bereits zu Figur 1 beschrieben.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Strombegrenzung eines Röntgenstrahlers mit einem im oder am Röntgenstrahler in die Stromversorgungsleitung geschalteten Schutzwiderstand, **dadurch gekennzeichnet**, daß der hochohmige Schutzwiderstand (S) in den Kühlmittelkreislauf (W) für die auf Hochspannung liegende Anode (A) eingeschaltet ist.
2. Schaltungsanordnung zur Strombegrenzung eines Röntgenstrahlers mit einem am oder im Röntgenstrahler in die Stromversorgungsleitung geschalteten Schutzwiderstand, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Röntgenstrahlern (RS) mit Röntgenröhren (RR) vom Seitensterröhrentyp mit geerdeter Anode (A) der Schutzwiderstand (S) zusammen mit einem Trenntransformator (TT, HT) in den Kabelendanschluß (HV) des Hochspannungskabels (HK) eingebaut ist, wobei der Schutzwiderstand (S) den Trenntransformator überbrückt.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Betriebsfrequenz des Trenntransformators (TT, HT) zwischen 100 und 300 kHz liegt.
4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schutzwiderstand einen induktiven und einen ohmschen Anteil hat, wobei die beiden Anteile so ausgelegt sind, daß der aperiodische Grenzfall eingehalten wird.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Induktivität aus mehreren in Reihe geschalteten Teilinduktivitäten, vorzugsweise in Form von Scheibenwicklungen, besteht.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilinduktivitäten Ferritkerne mit unterschiedlichen Frequenzbereichen aufweisen.

Claims

1. Circuit arrangement for the current limitation of an X-ray source with a protective resistor connected into the current supply line in or at the X-ray source, characterized in that the high-resistance protective resistor (S) is connected into the coolant circuit (W) for the anode (A) lying at high voltage.

- | | | | |
|--|--------------------|---|--|
| <p>2. Circuit arrangement for the current limitation of an X-ray source with a protective resistor connected into the current supply line at or in the X-ray source, characterized in that for X-ray sources (RS) with X-ray tubes (RR) of the side-window type with earthed anode (A) the protective resistor (S) together with a separating transformer (TT, HT) is installed into the cable end terminal (HV) of the high-voltage cable (HK), whereby the protective resistor (S) bridges the separating transformer.</p> | <p>5</p> <p>10</p> | <p>3. Montage suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la fréquence de fonctionnement du transformateur de séparation (TT, HT) se situe entre 100 et 300 kHz.</p> | |
| <p>3. Circuit arrangement according to claim 2, characterized in that the operating frequency of the separating transformer (TT, HT) lies between 100 and 300 kHz.</p> | <p>15</p> | <p>4. Montage suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la résistance de protection possède une composante inductive et une composante ohmique, les deux composantes étant fixées pour que le cas limite apériodique soit respecté.</p> | |
| <p>4. Circuit arrangement according to one of claims 1 to 3, characterized in that the protective resistor has an inductive and an ohmic portion, whereby the two portions are designed such that the aperiodic limiting case is maintained.</p> | <p>20</p> | <p>5. Montage suivant la revendication 4, caractérisé en ce que l'inductance est constituée de plusieurs inductances partielles montées en série, de préférence sous la forme d'enroulements en disques.</p> | |
| <p>5. Circuit arrangement according to claim 4, characterized in that the inductance consists of several series-connected partial inductances, preferably in the form of disc windings.</p> | <p>25</p> | <p>6. Montage suivant la revendication 5, caractérisé en ce que les inductances partielles comportent des noyaux de ferrite à différentes plages de fréquences.</p> | |
| <p>6. Circuit arrangement according to claim 5, characterized in that the partial inductances have ferrite cores with different frequency ranges.</p> | <p>30</p> | | |

Revendications

- | | |
|---|-------------------------------|
| <p>1. Montage pour limiter le courant d'un émetteur de rayons X, comportant une résistance de protection montée dans ou sur l'émetteur de rayons X et insérée dans la ligne d'alimentation en courant, caractérisé en ce que la résistance de protection (S) fortement ohmique est branchée dans le circuit de refroidissement (W) pour l'anode (A) placée à haute tension.</p> | <p>35</p> <p>40</p> |
| <p>2. Montage pour limiter le courant d'un émetteur de rayons X, comportant une résistance de protection montée dans ou sur l'émetteur de rayons X, et insérée dans la ligne d'alimentation en courant, caractérisé en ce que, pour des émetteurs de rayons X (RS) à tubes radiogènes X (RR) du type à fenêtre latérale et à anode (A) mise à la terre, la résistance de protection (S) est montée, conjointement avec un transformateur de séparation (TT, HT), dans le raccordement de la tête de câble (HV) du câble haute tension (HK), la résistance de protection (S) shuntant le transformateur de séparation.</p> | <p>45</p> <p>50</p> <p>55</p> |

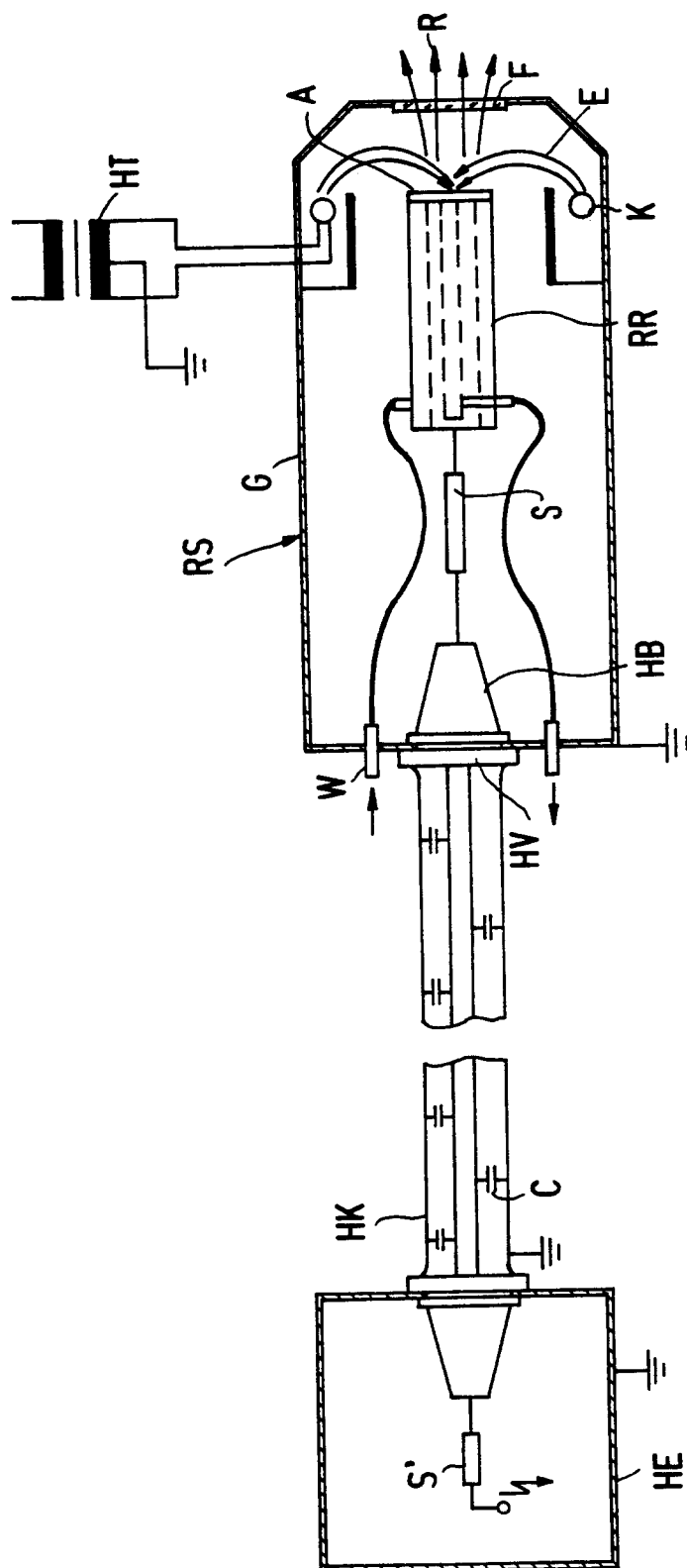


FIG 1

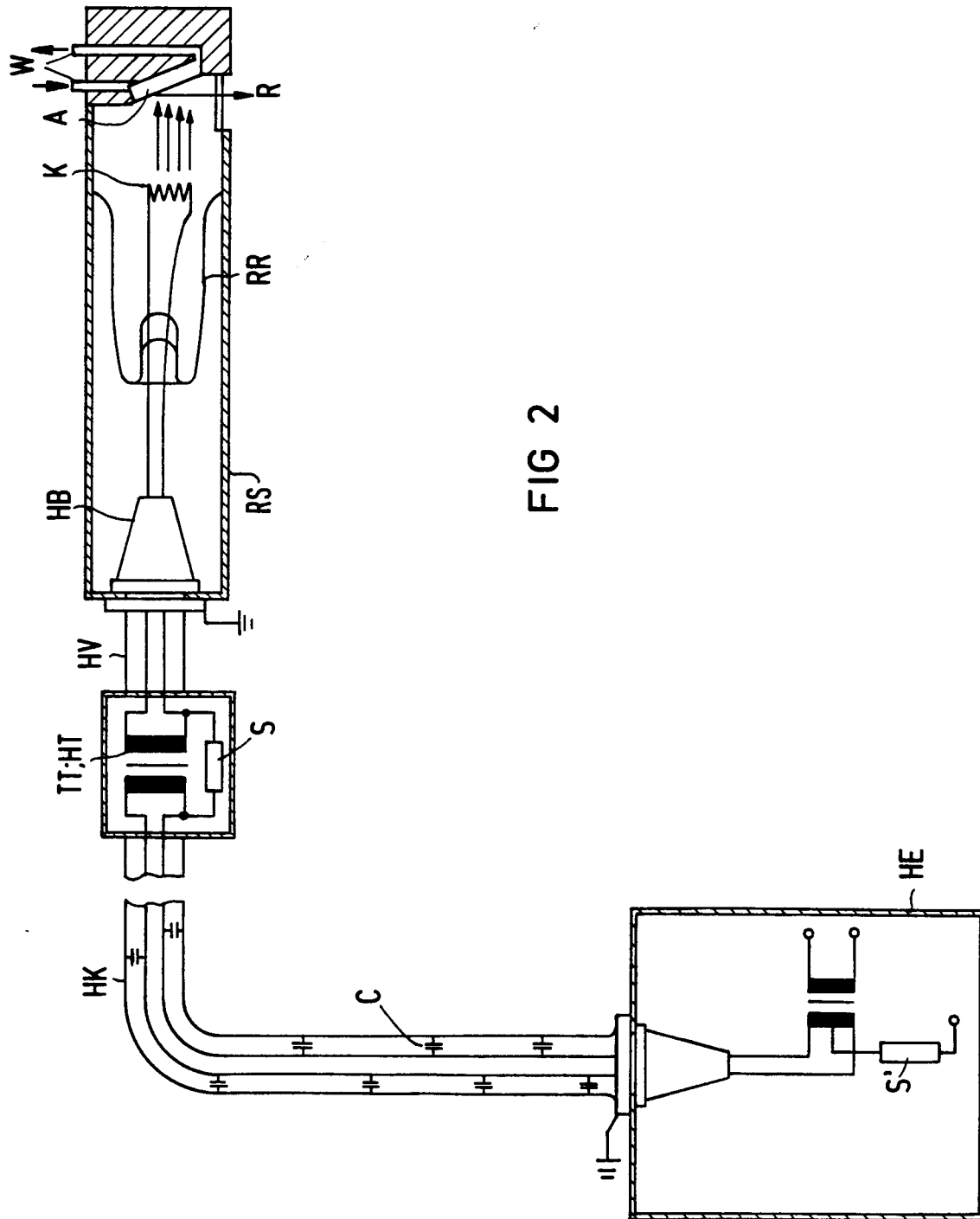


FIG 2