

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 87116532.0

51 Int. Cl.4: H05G 1/06 , H05G 1/54

22 Anmeldetag: 09.11.87

30 Priorität: 14.11.86 DE 3639088

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.05.88 Patentblatt 88/20

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT NL

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

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

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

57 Der Schutzwiderstand (S) ist in oder an dem Strahler (RS) angeordnet, um im Überschlagsfall auch den aus der Kabelkapazität (C) des Hochspannungskabels (HK) zwischen Röntgengenerator (HE) und Röntgenstrahler (RS) herrührenden Strom zu begrenzen.

Die Erfindung wird bei technischen Röntgeneinrichtungen angewandt, bei denen der Röntgenstrahler über ein bis zu 10 m langes Hochspannungskabel an den Röntgengenerator angeschlossen ist.

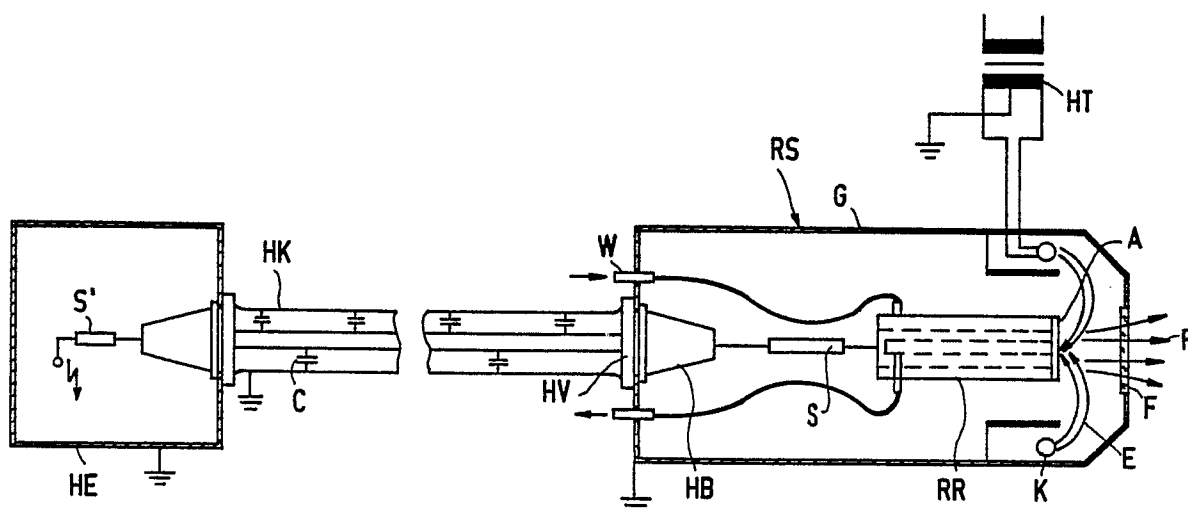


FIG 1

Schaltungsanordnung mit einem Schutzwiderstand zur Strombegrenzung bei Röntgenstrahlern

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung mit einem Schutzwiderstand zur Strombegrenzung bei Röntgenstrahlern, die über ein Hochspannungskabel an einen Hochspannungserzeuger angeschlossen sind. 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 erup-tionsartige 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.

Es besteht somit die Aufgabe, die Strombegrenzung für den Überschlagsfall so zu verbessern, daß ein sicherer Betrieb bei hohen Spannungen und damit eine Erhöhung der Grenzleistung des Röntgenstrahlers möglich ist.

Die Lösung der Aufgabe wird in einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art gesehen, bei welcher der Schutzwiderstand an oder in dem Röntgenstrahler angeordnet ist. Damit wird auch der aus der in der Kabelkapazität gespeicherten Energie herrührende Strom im Kurzschlußfall begrenzt, wodurch ein sicherer Betrieb bei gesteigerter Hochspannung und eine damit verbundene Erhöhung der Grenzleistung des Röntgenstrahlers möglich wird. Der Schutzwiderstand kann ein rein ohm'scher Widerstand oder ein kapazitätsarmer komplexer Widerstand in Form eines RL-Glieds sein. Die Werte von R und L werden 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 aufweisen, so daß die Gesamtinduktivität über einen weiten Frequenzbereich wirksam ist.

Der Schutzwiderstand wird bevorzugt in den strahlerseitigen Kabelendanschluß oder -stecker des Hochspannungskabels eingebaut, so daß Änderungen an bereits betriebenen Röntgenstrahlern nicht notwendig werden.

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, beispielsweise 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 Kabelendverschluß 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.

Ansprüche

1. Schaltungsanordnung mit einem Schutzwiderstand zur Strombegrenzung bei Röntgenstrahlern, die über ein Hochspannungskabel an einen Hochspannungserzeuger angeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schutzwiderstand (S) an oder in dem Röntgenstrahler (RS) angeordnet ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schutzwiderstand (S) ein eine Induktivität enthaltender und kapazitätsarm aufgebauter komplexer Widerstand (RL-Glied) ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schutzwiderstand (S) in den strahlerseitigen Kabelendanschluß oder -stecker (HV) des Hochspannungskabels (HK) eingebaut ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Röntgenstrahlern (RS) mit Röntgenröhren (RR) vom Endfenstertyp der Schutzwiderstand (S) in Reihe mit der in Hochspannung liegenden Anode (A) geschaltet ist.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schutzwiderstand (S) hochohmig ausgeführt und in den Kühlmittelkreislauf (W) für die Anode (A) eingeschaltet ist.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Röntgenstrahlern (RS) mit Röntgenröhren (RR) vom Seitenstertyp mit geerdeter Anode (A) der Schutzwiderstand (S) zusammen mit einem Trenn- oder Heiztransformator (TT, HT) in den Kabelendanschluß (HV) des Hochspannungskabels (HK) eingebaut ist.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Betriebsfrequenz des Heiztransformators (HT) zwischen 100 und 300 kHz liegt.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der induktive und der reelle Anteil des Schutzwiderstands (S) so ausgelegt sind, daß der aperiodische Grenzfall erhalten wird.
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Induktivität aus mehreren in Reihe geschalteten Teilinduktivitäten, vorzugsweise in Form von Scheibenwicklungen, besteht.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilinduktivitäten Ferritkerne mit unterschiedlichen Frequenzbereichen aufweisen.

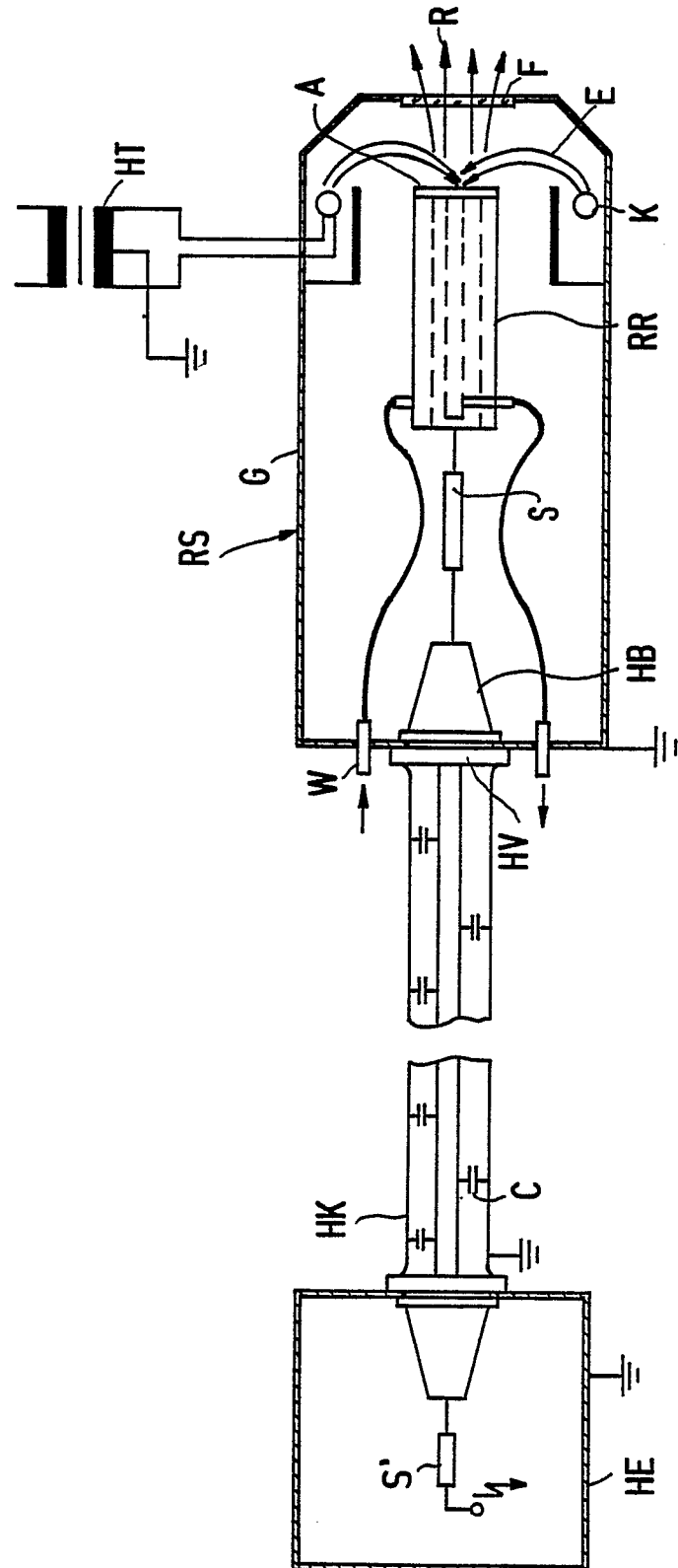


FIG 1

86 P 4449

