

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 682 466 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **95201189.8**

(51) Int. Cl.⁶: **H05G 1/34**

(22) Anmeldetag: **09.05.95**

(30) Priorität: **11.05.94 DE 4416556**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.11.95 Patentblatt 95/46

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

(71) Anmelder: **Philips Patentverwaltung GmbH**
Röntgenstrasse 24
D-22335 Hamburg (DE)

(84) **DE**

(71) Anmelder: **PHILIPS ELECTRONICS N.V.**

Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven (NL)
FR GB NL

(84) **FR GB NL**

(72) Erfinder: **Stege, Peter, c/o Philips**
Patentverwaltung GmbH
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Hartmann, Heinrich, Dipl.-Ing. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH,
Röntgenstrasse 24
D-22335 Hamburg (DE)

(54) **Röntgenanlage.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Röntgenanlage mit einem Röntgengenerator zum Betreiben einer Röntgenröhre (1) mit einer durch einen Heizstrom (I_h) heizbaren Kathode, mit in einem Aufnahme-Modus wirksamen Mitteln (5,57) zum Anheben des Heizstroms auf einen Boostwert (I_b) und mit ebenfalls im Aufnahme-Modus wirksamen Mitteln (5,58) zum Absenken des Heizstroms und zum Einschalten der Röhrenspannung U . Erfindungsgemäß wird dabei die bis zum Aufnahmebeginn erforderliche Zeit dadurch verkürzt, daß der Röntgengenerator über einen Son-

der-Modus ausgelegt ist, bei dem bei eingeschalteter Röhrenspannung (U) der Heizstrom auf den Boostwert (I_b) angehoben wird, daß Mittel (4,6) zum Messen des im Sonder-Modus fließenden Röhrenstromes vorgesehen sind, daß Mittel (8) zum Speichern des zeitlichen Verlaufs des gemessenen Röhrenstromes oder eines daraus abgeleiteten Wertes (I_{cor}) vorgesehen sind und daß Mittel (5,57) zum Ableiten der Boostzeit aus dem im Speicher (8) gespeicherten zeitlichen Verlauf vorgesehen sind.

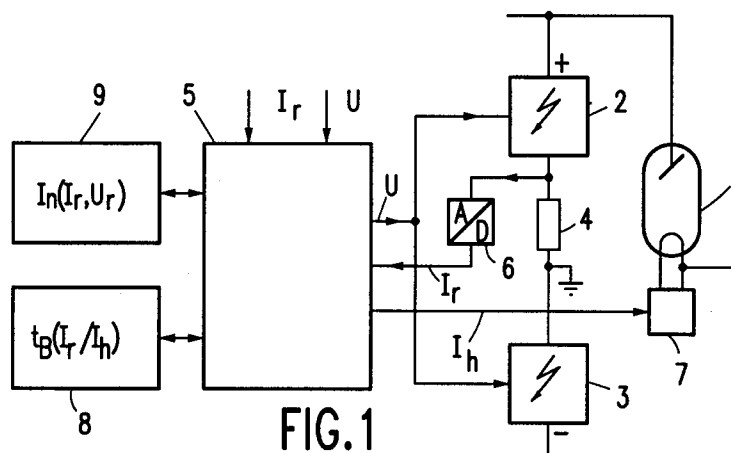


FIG. 1

EP 0 682 466 A1

Die Erfindung betrifft eine Röntgenanlage mit einer Röntgenröhre und einem Röntgengenerator zum Betreiben der Röntgenröhre, die eine durch einen Heizstrom heizbare Kathode enthält, mit in einem Aufnahme-Modus wirksamen Mitteln zum Anheben des Heizstroms auf einen Boostwert und mit ebenfalls im Aufnahme-Modus wirksamen Mitteln zum Absenken des Heizstroms und zum Einschalten der Röhrenspannung.

Wenn mit einer solchen Röntgenanlage eine Röntgenaufnahme - z.B. nach einer vorherigen Durchleuchtung - angefertigt werden soll, ist es erwünscht, die Röntgenaufnahme so schnell wie möglich auszuführen. Bei Röntgenröhren mit einer heizbaren Kathode muß jedoch die Kathode (bzw. der darin enthaltene Heizfaden) erst auf eine Temperatur gebracht werden, bei der sie den für die Röntgenaufnahme benötigten Röhrenstrom emittieren kann.

Um die Zeit bis zum Aufnahmebeginn zu verkürzen, ist es bekannt, der Kathode - bei abgeschalteter Röhrenspannung - einen Heizstrom zuzuführen, der wesentlich größer ist als der Heizstrom, der für die nachfolgende Röntgenaufnahme (mit eingeschalteter Röhrenspannung) nötig ist. Die Boostzeit richtet sich nach dem Röhrenstrom, der bei der nachfolgenden Aufnahme fließen soll. Je größer dieser Röhrenstrom ist, desto größer ist die Boostzeit.

Es ist schon bekannt, bei einem Röntgengenerator die für einen bestimmten Röhrentyp erforderlichen Boostzeiten in einem Speicher zu speichern und sie bei einer Röntgenaufnahme aufzurufen. Diese in dem Speicher enthaltene Boostzeittabelle wird von dem Röntgenröhrenhersteller in einer komplizierten Meßprozedur ermittelt, und zwar für jeden Röntgenröhrentyp getrennt. Die dabei vorgegebenen Boostzeiten sind typische Werte, d.h. es kann vorkommen, daß die Kathodentemperatur am Ende der Boostzeit höher oder niedriger ist als die für den jeweiligen Röhrenstrom erforderliche Temperatur. Deshalb wird nach der Boostzeit der Heizstrom auf den Wert abgesenkt, den er bei der Röntgenaufnahme haben soll. Wenn dann nach einem weiteren Zeitintervall von 200 bis 300 ms die Röhrenspannung eingeschaltet wird, hat die Kathodentemperatur einen stationären Wert erreicht, der dem für die Aufnahme erforderlichen Wert entspricht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Röntgenanlage zu schaffen, bei dem die Vorbereitungszeit, d.h. der Zeitraum bis zum Beginn einer Röntgenaufnahme noch weiter verkürzt werden kann.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Röntgenanlage der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Röntgengenerator für einen Sonder-Modus ausgelegt ist, bei dem bei eingeschalteter

ter Röhrenspannung der Heizstrom auf den Boostwert angehoben wird, daß Mittel zum Messen des im Sonder-Modus fließenden Röhrenstromes vorgesehen sind, daß Mittel zum Speichern des zeitlichen Verlaufs des gemessenen Röhrenstromes oder eines daraus abgeleiteten Wertes vorgesehen sind und daß Mittel zum Ableiten der Boostzeit aus dem im Speicher gespeicherten zeitlichen Verlauf vorgesehen sind.

Wesentlich an der Erfindung ist, daß die Boostzeiten in einem Sonder-Modus des Röntgengenerators ermittelt werden, in dem die Röhrenspannung eingeschaltet und der Heizstrom auf seinen Boostwert angehoben ist. In diesem Modus wächst der Röhrenstrom kontinuierlich bis zu einem Maximalwert an, wonach die Röhrenspannung abgeschaltet und der Heizstrom abgesenkt oder ebenfalls abgeschaltet wird. Der sich bis zum Abschalten ergebende zeitliche Verlauf wird gemessen und gespeichert. Wenn bei einer nachfolgenden Röntgenaufnahme, die im Aufnahme-Modus durchgeführt wird, ein bestimmter Röhrenstrom vorgegeben wird, kann man aus dem gespeicherten zeitlichen Verlauf entnehmen, wie lange es - bei auf den Boostwert angehobenen Heizstrom - dauert, bis die Kathodentemperatur einen Wert erreicht hat, bei dem gerade der gewünschte Röhrenstrom emittiert wird. Dieser Zeitraum entspricht dem Zeitraum, innerhalb dessen in dem gespeicherten Röhrenstromverlauf der betreffende Röhrenstromwert erreicht ist; er wird im Aufnahme-Modus als Boostzeit vorgegeben.

Die Erfindung gestattet auf einfache Weise die exakte Bestimmung der erforderlichen Boostzeiten, und zwar individuell für die jeweilige Röntgenröhre. Somit ist die Boostzeit gerade so groß wie sie sein muß, damit am Ende der Boostzeit genau die für die Emission des gewünschten Röhrenstroms erforderliche Temperatur erreicht ist. Deshalb ist es nicht mehr erforderlich, der Boostzeit ein zweites Intervall folgen zu lassen, in dem der Heizstrom auf den für den jeweiligen Röhrenstrom erforderlichen Wert abgesenkt wird. Dadurch verkürzt sich die Vorbereitungszeit beträchtlich. Weiterhin ist von Vorteil, daß der Sonder-Betriebs-Modus mit dem Röntgengenerator in größeren zeitlichen Abständen wiederholt werden kann. Dadurch werden Alterungserscheinungen berücksichtigt, die einen Einfluß auf die Kennlinien der jeweiligen Röntgenröhre haben. Bei einem Wechsel der Röntgenröhre ist kein Wechsel des Boostzeitspeichers erforderlich, und es können auch Röntgenröhren verwendet werden, deren Temperaturverhalten unbekannt ist.

Im allgemeinen hängt der Röhrenstrom nicht nur von dem Heizstrom ab, sondern auch von der an der Röntgenröhre anliegenden Röhrenspannung. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, wie man die zu einer bestimmten Kombination von

Röhrenstrom und Röhrenspannung gehörende Boostzeit ermitteln kann. Eine Möglichkeit bestünde darin, den zeitlichen Verlauf des Röhrenstroms im Sonder-Betriebs-Modus für eine Vielzahl von Röhrenspannungen zu wiederholen, so daß sich eine Schar von Kurven ergäbe, die den zeitlichen Verlauf des Röhrenstroms mit der Röhrenspannung als Parameter darstellen würden. Wenn dann im Normal-Betriebs-Modus eine bestimmte Röhrenspannung vorgegeben würde, müßte der bei derselben Röhrenspannung im Sonder-Betriebs-Modus gemessene zeitliche Verlauf des Röhrenstroms zur Bestimmung der Röhrenspannung herangezogen werden. Dies wäre relativ aufwendig, weil im Sonder-Betriebs-Modus eine Vielzahl zeitlicher Röhrenstromverläufe gemessen und gespeichert werden müßte.

Es genügt jedoch, den zeitlichen Verlauf des Röhrenstroms nur bei einer einzigen Röhrenspannung zu erfassen, wenn nach einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung vorgesehen ist, daß ein zweiter Speicher vorgesehen ist, in dem für verschiedene Röhrenspannungen und Röhrenströme die stationären Heizstromwerte gespeichert sind und daß die Mittel zum Ableiten der Boostzeit auf den ersten Speicher und auf den zweiten Speicher zugreifen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Röntgengenerators einer erfindungsgemäßen Röntgenanlage in schematischer Darstellung,
- Fig. 2 Teil A den zeitlichen Verlauf von Heizstrom und Röhrenspannung im Aufnahme-Modus,
- Fig. 2 Teil B den zeitlichen Verlauf von Heizstrom und Röhrenspannung im Sonder-Modus,
- Fig. 3 Teil A Kennlinien, die die Abhängigkeit des Röhrenstroms vom Heizstrom mit der Röhrenspannung als Parameter im stationären Zustand darstellen,
- Fig. 3 Teil B den zeitlichen Verlauf des Röhrenstromes im Sonder-Modus und eines daraus ableitbaren Heizstromwertes.
- Fig. 4 ein Fluß-Diagramm für den Sonder-Modus,
- Fig. 5 ein Fluß-Diagramm für den Aufnahme-Modus.

Der in Fig. 1 schematisch dargestellte Röntgengenerator zur Speisung einer Röntgenröhre 1 umfaßt einen ersten Hochspannungserzeuger 2 zur Erzeugung einer positiven Hochspannung für die Anode der Röntgenröhre und einen zweiten Hochspannungserzeuger 3 zur Erzeugung einer negativen Hochspannung für die Kathode der Röntgen-

röhre. Die beiden Hochspannungserzeuger 2 und 3 sind über einen Widerstand 4 in Serie geschaltet, dessen eines Ende geerdet ist. Der Widerstand 4 dient zur Messung des über die Anode der Röntgenröhre 1 fließenden Röhrenstroms.

Die Hochspannungserzeuger 2 und 3, d.h. der zeitliche Verlauf der von diesen erzeugten Röhrenspannung U, ist von einer Steuereinheit 5 steuerbar, die einen geeignet programmierten Mikroprozessor enthalten kann. Der Steuereinheit wird der Spannungsabfall am Widerstand 4, d.h. ein dem Röhrenstrom proportionaler Wert über einen Analog-Digital-Wandler 6 zugeführt. Die Steuereinheit gibt außerdem den Heizstrom für die Kathode der Röntgenröhre 1 vor, der von einem Heizstrom-Regelkreis 7 erzeugt wird. Die Steuereinheit arbeitet mit einem ersten Speicher 8, in dem dynamische Daten gespeichert sind, und mit einem zweiten Speicher 9 zusammen, in dem statische bzw. stationäre Daten gespeichert sind, und verknüpft diese auf noch zu erläuternde Weise mit den für eine Röntgenaufnahme vorgegebenen Werten von Röhrenstrom I_r und Röhrenspannung U.

Fig. 2, Teil A, zeigt für den Aufnahme-Modus den zeitlichen Verlauf des Heizstroms I_h und gestrichelt den zeitlichen Verlauf der Röhrenspannung U. Man erkennt, daß vor dem Zeitpunkt $t=0$ der Heizstrom auf einen konstanten Ruhestromwert eingestellt ist, während die Röhrenspannung U noch nicht anliegt. Dieser Ruhestromwert ist so gewählt, daß kein nennenswerter Röhrenstrom fließen würde, wenn eine Röhrenspannung eingeschaltet wäre. Ein typischer Wert für den Ruhestrom ist 2 A.

Zur Zeit $t = 0$ wird der Heizstrom I_h auf einen Boostwert angehoben. Üblicherweise ist dieser Boostwert wesentlich größer als der während einer Röntgenaufnahme fließende Röhrenstrom, und er entspricht vorzugsweise dem maximal zulässigen Wert - z.B. 11 A. Der Heizstrom wird auf diesem Wert gehalten, bis die Boostzeit abgelaufen ist, d.h. bis zur Zeit $t=t_B$. Zur Zeit $t=t_B$ wird die Röhrenspannung U für die Röntgenaufnahme eingeschaltet. Gleichzeitig wird zur Zeit $t=t_B$ der Heizstrom auf einen Wert zwischen 3 A und 7 A abgesenkt, d.h. auf einen Wert, der größer ist als der Ruhestrom und kleiner als der Boostwert. Erst zum Zeitpunkt $t=t_B$ kann ein Röhrenstrom durch die Röntgenröhre fließen und Röntgenstrahlung entstehen, d.h. die eigentliche Röntgenaufnahme beginnt erst zum Zeitpunkt $t=t_B$. Nach einer vorgegebenen oder durch einen Belichtungsautomaten bestimmten Aufnahmedauer wird die Röhrenspannung und der Heizstrom abgeschaltet, d.h. die Röntgenaufnahme wird beendet.

Damit bereits zur Zeit $t=t_B$ der gewünschte Röhrenstrom fließt und während der gesamten Röntgenaufnahme konstant bleibt, müssen zwei

Voraussetzungen erfüllt sein:

1. Am Ende der Boostzeit ($t = t_B$) muß die Kathode durch den Heizstrom auf die Temperatur aufgeheizt sein, bei der nach dem Einschalten der Röhrenspannung U sich der gewünschte Röhrenstrom I_r einstellt.

2. Der während der Röntgenaufnahme fließende Heizstrom muß gerade so groß sein, daß das zur Zeit $t = t_B$ erreichte Temperaturniveau während der gesamten Röntgenaufnahme beibehalten wird, so daß der Röhrenstrom konstant bzw. statisch oder stationär bleibt.

In Fig. 3, Teil A, ist ein stationäres Kennlinienfeld dargestellt, das für verschiedene Spannungen $U_1 \dots U_4$ den Röhrenstrom I_r angibt, der sich bei einem bestimmten statischen bzw. stationären Heizstrom einstellt. Aus diesem Diagramm läßt sich also ohne weiteres entnehmen, welcher Heizstrom I_h im stationären Fall für eine bestimmte Kombination von Röhrenstrom I_r und Röhrenspannung U eingestellt werden muß. Diese Kurvenschar, d.h. der Heizstrom als Funktion des Röhrenstroms bzw. der Röhrenspannung ist in dem zweiten Speicher 9 gespeichert. Wie man ein solches Kennlinienfeld individuell für die jeweilige Röntgenröhre bestimmen kann, ist u.a. in der DE-PS 27 03 420 beschrieben.

Im folgenden wird geschildert, wie für diese - und andere Kombinationen - von I_r , U die erforderliche Boostzeit einfach und genau ermittelt werden kann. Zu diesem Zweck wird der Röntgengenerator im Sonder-Modus betrieben. Fig. 2, Teil B, zeigt den zeitlichen Verlauf von Heizstrom I_h und Röhrenstrom U während des Sonder-Modus. Auch hier wird bis zur Zeit $t=0$ der Heizstrom auf seinen Ruhestromwert gehalten, um zur Zeit $t=0$ auf seinen Boostwert angehoben zu werden, der genauso groß ist wie im Aufnahme-Modus. Im Gegensatz zum Aufnahme-Modus wird jedoch bereits zur Zeit $t=0$ eine Spannung U_{ref} an die Röntgenröhre gelegt, so daß ein Röhrenstrom fließen kann, sobald die Kathode heiß genug ist. Die Fig. 3, Teil B, zeigt - als ausgezogene Kurve - den zeitlichen Verlauf des Röhrenstroms I_r (allerdings mit einer anderen Zeitskala als Fig. 2b). Man erkennt, daß der Röhrenstrom zunächst langsam und dann immer schneller steigt, weil der Widerstand der Kathode bzw. des darin enthaltenen Heizfadens umso größer wird, je heißer die Kathode wird, so daß die zugeführte Kathodenleistung kontinuierlich zunimmt. Wenn der Röhrenstrom einen Maximalwert erreicht hat, wird die Röhrenspannung $U = U_{ref}$ abgeschaltet, und der Heizstrom I_h wird ebenfalls abgeschaltet oder abgesenkt.

Aus dem zeitlichen Verlauf des Röhrenstroms I_r kann unmittelbar die Boostzeit abgelesen werden, die erforderlich ist, um bei einer nachfolgenden Röntgenaufnahme mit der Röhrenspannung

$U = U_{ref}$ am Ende der jeweiligen Boostzeit eine Temperatur zu erreichen, die beim Einschalten der Röhrenspannung $U = U_{ref}$ gerade den gewünschten Röhrenstrom fließen läßt. Aus diesem Grunde wird der zeitliche Verlauf des Röhrenstroms während des Sonder-Modus gemessen und digitalisiert, indem die Spannung über dem Widerstand 4 durch den Analog-Digital-Wandler 6 digitalisiert wird, so daß für Meßzeitintervalle von z.B. 3 ms jeweils ein Meßwert des Röhrenstroms zur Verfügung steht. Der so gemessene Verlauf wird in dem ersten Speicher 8 gespeichert.

Das Flußdiagramm nach Fig. 4 erläutert den zeitlichen Ablauf, der während des Sonder-Modus von der Steuereinheit durchgeführten Schritte. Zunächst wird gemäß Block 50 der Heizstrom auf einen Ruhestromwert bzw. einen Stand-by-Wert I_{stb} gesetzt. Die Spannung an der Röhre ist ausgeschaltet.

Danach wird (Block 51) der Heizstrom auf den Boostwert I_b gesetzt und die Röhrenspannung auf den Wert $U = U_{ref}$ eingestellt. Es beginnt dann ein Röhrenstrom zu fließen, wie in Fig. 3b dargestellt. Der Röhrenstrom wird gemessen, alle 3 ms digitalisiert und in dem ersten Speicher 8 gespeichert (Block 52). Im nächsten Schritt (Block 53) wird geprüft, ob der gemessene Röhrenstrom kleiner ist als ein Maximalwert I_{max} , bei dem die Röntgenröhre noch nicht thermisch überlastet wird. Ist der Strom I_r noch kleiner, erfolgt eine erneute Messung und eine erneute Abfrage usw., bis der Maximalwert erreicht ist. Dies ist in der Regel nach 200 bis 300 ms der Fall. Danach wird der Heizstrom wieder auf den Ruhestrom I_{stb} abgesenkt und die Röhrenspannung abgeschaltet (Block 54).

Wie schon erwähnt, hängt der Röhrenstrom I_r nicht nur von dem Heizstrom I_h ab, sondern auch von der Röhrenspannung. Wenn also bei einer nachfolgenden Röntgenaufnahme, im Aufnahme-Modus eine Röhrenspannung eingeschaltet ist, die von der im Sonder-Modus anliegenden Spannung $U = U_{ref}$ abweicht, dann kann die Boostzeit nicht unmittelbar aus dem für $U = U_{ref}$ gespeicherten Verlauf abgeleitet werden. Um diese zusätzliche zeitliche Abhängigkeit des Röhrenstroms zu berücksichtigen, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten:

a) Es wird im Sonder-Modus nicht nur für eine einzige Röhrenspannung der zeitliche Verlauf des Röhrenstroms gemessen, sondern für eine Anzahl von Spannungen. Wenn bei einer nachfolgenden Röntgenaufnahme eine dieser Spannungen eingestellt wird, könnte die Boostzeit aus dem zeitlichen Verlauf abgeleitet werden, der dieser Spannung zugeordnet ist. Dies setzt jedoch eine mehrfache Wiederholung der Meß- und Speicherprozedur im Sonder-Modus voraus.

Es ist jedoch auch möglich, mit dem zeitlichen Verlauf des Röhrenstromes für nur eine

einzigste Spannung $U = U_{ref}$ auszukommen. Dabei sollte U_{ref} zweckmäßigerweise so gewählt sein, daß der größtmögliche Röhrenstrom ($I_r = I_{max}$) erreicht werden kann, ohne daß die Röntgenröhre thermisch überlastet wird. Ein geeigneter Wert ist z.B. 70 kV.

b) Eine erste Möglichkeit mit der Messung des Röhrenstroms bei einer Röhrenspannung auszukommen, ist in den Fig. 3a und 3b schematisch erläutert, wobei angenommen ist, daß bei einer nachfolgenden Röntgenaufnahme eine Röhrenspannung U_4 anliegt und ein Röhrenstrom I_{r2} fließen soll. In einem ersten Schritt wird dabei aus dem Speicher 9 der Heizstrom I_{h2} (vergl. die strichpunktierte Linie in Fig. 3, Teil A) ermittelt, der der vorgegebenen Kombination U_4, I_{r2} zugeordnet ist. In einem zweiten Schritt wird dann ebenfalls aus dem Speicher 9 der Röhrenstrom I_r ermittelt, der bei dem Heizstrom I_{h2} fließen würde, wenn die Spannung $U_{ref} = U_3$ an der Röntgenröhre anliegen würde. Als dritter Schritt wird in dem ersten Speicher 8 die zu diesem Wert des Röhrenstroms gehörende Boostzeit t_B ermittelt.

c) Man kann jedoch auch mit nur zwei Schritten auskommen, wenn man zuvor, beispielsweise beim Einlesen der Meßwerte des Röhrenstroms I_r oder danach, ein einziges Mal die in Fig. 3b mit einer ausgezogenen Linie dargestellte Kurve für den zeitlichen Verlauf des Röhrenstromes in eine Kurve für den äquivalenten stationären Heizstromwert transformiert wird (der äquivalente stationäre Heizstrom würde im stationären Fall bei $U = U_{ref}$ gerade den jeweiligen Röhrenstrom fließen lassen). Diese Kurve ist in Fig. 3b gestrichelt angedeutet und mit I_{cor} bezeichnet. In der Fig. 3, Teil A, ist angedeutet, wie man für einen Wert I_{r1} den zugehörigen Wert I_{h1} aus der durch eine ausgezogene Linie dargestellten Kurve für $U_3 (= U_{ref})$ ermitteln kann. Dazu wird lediglich aus dem Speicher 9 der zu dem gemessenen Wert von I_{r1} und der Spannung U_{ref} gehörende Heizstromwert I_{h1} (vergl. Fig. 3a) aus dem Speicher 9 entnommen und der Meßzeit für den Wert I_{r1} zugeordnet. Wiederholt man das für alle Meßwerte von I_r , ergibt sich die Kurve I_{cor} (um die Zeichnung zu vereinfachen, gelten für die Kurven I_h und I_r unterschiedliche Skalen auf der Ordinatenachse).

Nachdem auf diese Weise einmal bei oder nach jedem Sonder-Modus die Kurve I_{cor} (Fig. 3b) ermittelt ist, wird bei einer nachfolgenden Röntgenaufnahme lediglich der zu den vorgegebenen Werten von Röhrenstrom I_r und Röhrenspannung U gehörende stationäre Heizstromwert I_h ermittelt (aus dem Speicher 9 bzw. einer der Kurven in Fig. 3a), und in einem zweiten Schritt wird (aus dem Speicher 8 bzw. Fig. 3b) der zu dem jeweiligen

Wert I_h auf der Kurve I_{cor} gehörende Wert der Boostzeit bestimmt.

Man könnte dies zwar - ähnlich wie bei den in Fig. 3, Teil A, dargestellten stationären Kennlinien - für verschiedene Röhrenströme I_r und Röhrenspannungen wiederholen und würde dann in Fig. 3, Teil B, eine Kurvenschar erhalten, die für verschiedene Kombinationen von Röhrenstrom I_r und Röhrenspannung U die zugehörige Boostzeit darstellen. Wenn man diese Kurven speichert, könnte man daraus im Aufnahme-Modus unmittelbar - d.h. ohne den Zwischenschritt über die Kurve I_{cor} - die Boostzeit erhalten, doch würde dadurch lediglich der Speicheraufwand erhöht, ohne daß das Verfahren vereinfacht würde. Vor jeder Röntgenaufnahme muß nämlich ohnehin aus den stationären Kennlinien der Fig. 3a bzw. des Speichers 9 der Wert des Heizstroms ermittelt werden, der bei der nachfolgenden Aufnahme fließen muß, damit sich der Röhrenstrom I_r ergibt. Es ist daher zweckmäßiger, jeweils von Röntgenaufnahme zu Röntgenaufnahme die erforderliche Boostzeit aus den in den Speichern 8 und 9 gespeicherten Kennlinien abzuleiten.

Gemäß dem Blockdiagramm in Fig. 5 ergibt sich dann folgender Ablauf bei einer Röntgenaufnahme: Die für die Röntgenaufnahme gewünschten Werte von Röhrenstrom und Röhrenspannung werden vorgegeben (Block 55). Aus diesen Werten wird der für die Röntgenaufnahme erforderliche stationäre Heizstrom ermittelt, und zwar mit Hilfe der im Speicher 9 gespeicherten Werte (Block 56). Danach wird aus der Kurve I_{cor} in Fig. 3, Teil B, bzw. im Speicher 8 die zu diesem Heizstromwert gehörende Boostzeit t_B ermittelt. Der Heizstrom wird dann während der Zeitdauer t_B auf den Boostwert angehoben, wobei an der Röntgenröhre keine Spannung anliegt (Block 57). Nach Ablauf der Boostzeit t_B wird der Heizstrom auf den im Block 56 ermittelten Wert herabgesetzt und die gewünschte Röhrenspannung U eingeschaltet (Block 58). Es fließt dann der gewünschte Röhrenstrom I_r .

Bei bestimmten Untersuchungsverfahren geht einer Röntgenaufnahme eine Durchleuchtung voraus, bei der der Röhrenstrom I_r einen zwar kleinen, aber nicht mehr vernachlässigbaren Wert hat. Wenn man danach im Aufnahme-Modus den Heizfaden während der vollen auf die oben beschriebene Weise ermittelten Boostzeit erhitzen würde, würde sich eine etwas zu hohe Temperatur ergeben. Dies kann dadurch verhindert werden, daß diese Boostzeit um den Wert derjenigen Boostzeit verringert wird, die dem im Durchleuchtungsbetrieb fließenden Heizstrom I_h zugeordnet ist.

Patentansprüche

1. Röntgengeräte mit einer Röntgenröhre und einem Röntgengenerator zum Betreiben der Röntgenröhre (1), die eine durch einen Heizstrom (I_h) heizbaren Kathode enthält, mit in einem Aufnahme-Modus wirksamen Mitteln (5,57) zum Anheben des Heizstroms auf einen Boostwert (I_b) und mit ebenfalls im Aufnahme-Modus wirksamen Mitteln (5,58) zum Absenken des Heizstroms und zum Einschalten der Röhrenspannung (U),
dadurch gekennzeichnet, daß der Röntgengenerator für einen Sonder-Modus ausgelegt ist, bei dem bei eingeschalteter Röhrenspannung (U) der Heizstrom auf den Boostwert (I_b) angehoben wird, daß Mittel (4,6) zum Messen des im Sonder-Modus fließenden Röhrenstromes vorgesehen sind, daß Mittel (8) zum Speichern des zeitlichen Verlaufs des gemessenen Röhrenstromes oder eines daraus abgeleiteten Wertes (I_{cor}) vorgesehen sind und daß Mittel (5,57) zum Ableiten der Boostzeit aus dem im Speicher (8) gespeicherten zeitlichen Verlauf vorgesehen sind.
2. Röntgengeräte nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Speicher (9) vorgesehen ist, in dem für verschiedene Röhrenspannungen (U) und Röhrenströme (I_r) die stationären Heizstromwerte (I_a) gespeichert sind und daß die Mittel (5,57) zum Ableiten der Boostzeit auf den ersten Speicher (8) und auf den zweiten Speicher (9) zugreifen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

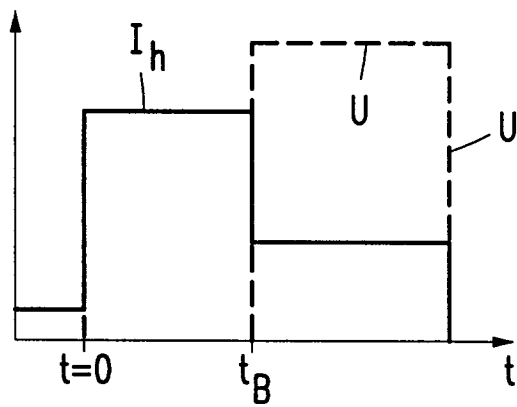
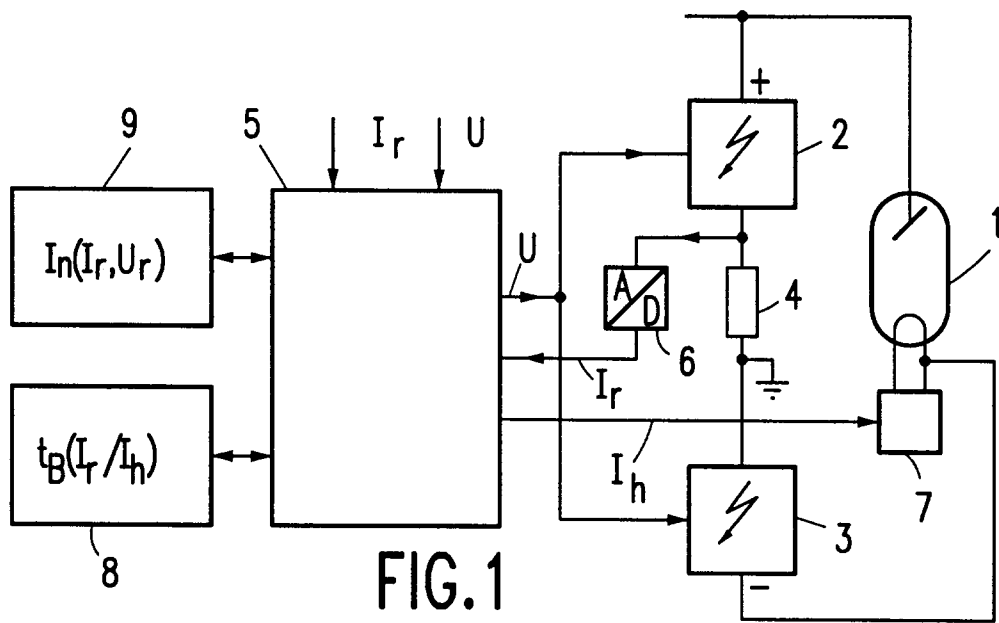


FIG. 2A

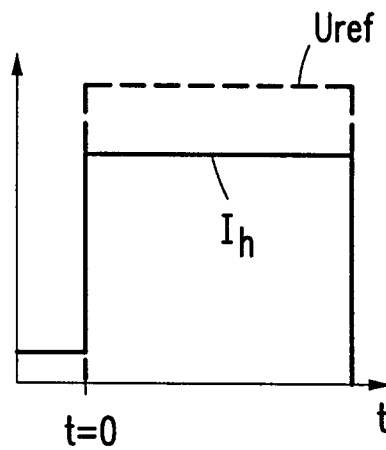


FIG. 2B

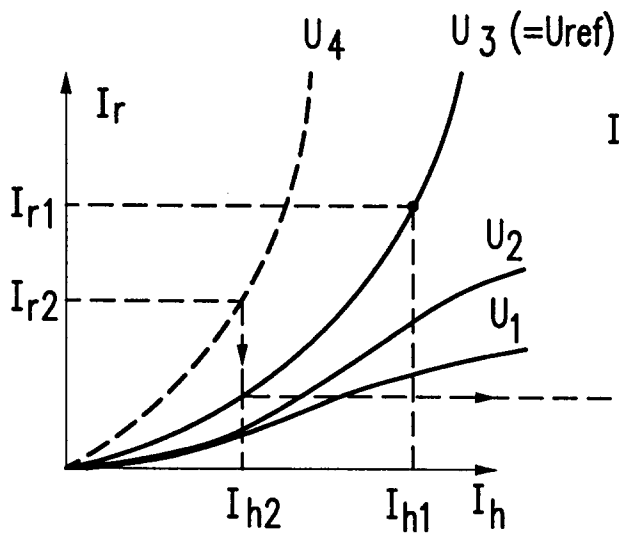


FIG. 3A

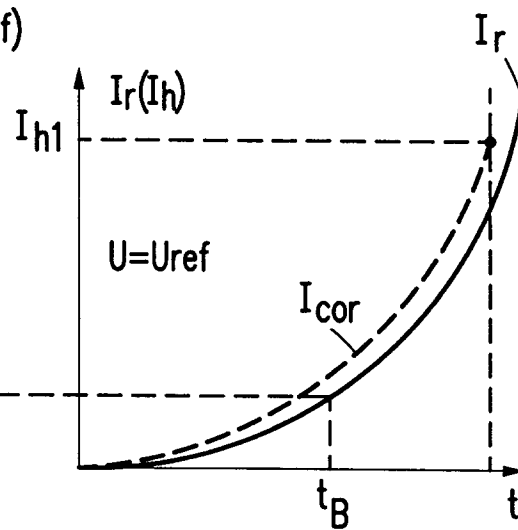


FIG. 3B

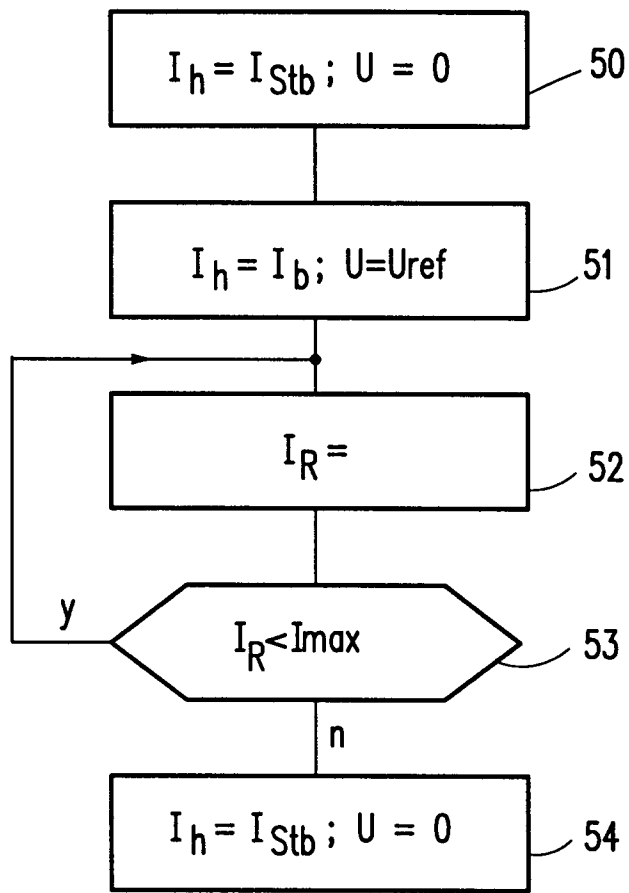


FIG.4

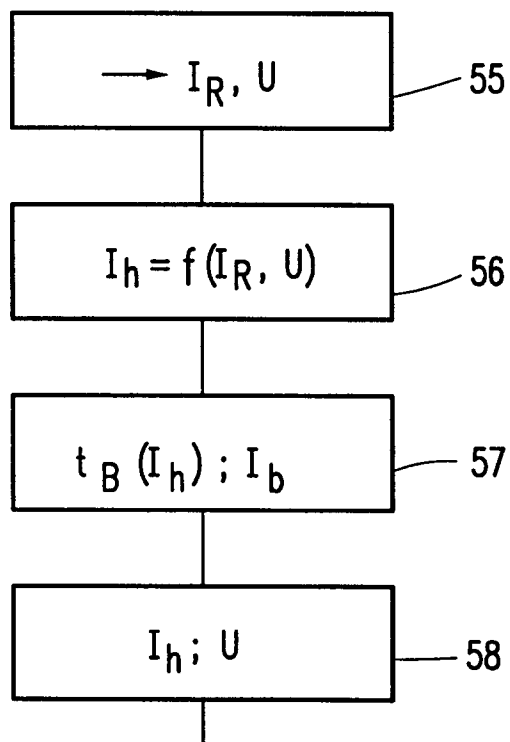


FIG.5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 20 1189

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-4 775 992 (T.A. RESNICK ET AL.) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 29 - Spalte 2, Zeile 37 * * Spalte 5, Zeile 9 - Spalte 6, Zeile 56 * ---	1	H05G1/34
A	EP-A-0 066 928 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH) * Seite 1, Zeile 8 - Seite 2, Zeile 28 * * Seite 3, Zeile 28 - Seite 7, Zeile 6 * ---	1	
A	EP-A-0 408 167 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) * Spalte 1, Zeile 44 - Spalte 3, Zeile 44 * ---	1	
A	EP-A-0 025 688 (PFIZER INC.) * Seite 3, Zeile 13 - Seite 5, Zeile 11 * * Seite 7, Zeile 4 - Seite 8, Zeile 19 * ---	1	
A	DE-A-37 12 759 (KABUSHIKI KAISHA MORITA SEISAKUSHO) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 4, Zeile 51 * ---	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	DE-A-25 42 016 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 17 * -----	1	H05G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19. Juli 1995	Prüfer Horak, G
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 Patentdokument, 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, übereinstimmendes Dokument	