

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 90201378.8

51 Int. Cl.⁵: **H05G 1/66**

22 Anmeldetag: 30.05.90

30 Priorität: 03.06.89 DE 3918164

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.90 Patentblatt 90/50

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB NL

71 Anmelder: **Philips Patentverwaltung GmbH**
Wendenstrasse 35 Postfach 10 51 49
D-2000 Hamburg 1(DE)

84 DE

Anmelder: **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken**
Groenewoudseweg 1

NL-5621 BA Eindhoven(NL)

84 FR GB NL

72 Erfinder: **Vogler, Gerd**
Königgrätzer Strasse 8
D-4950 Minden(DE)
Erfinder: **Müller, Wulf**
Ulzburger Strasse 841
D-2000 Norderstedt(DE)

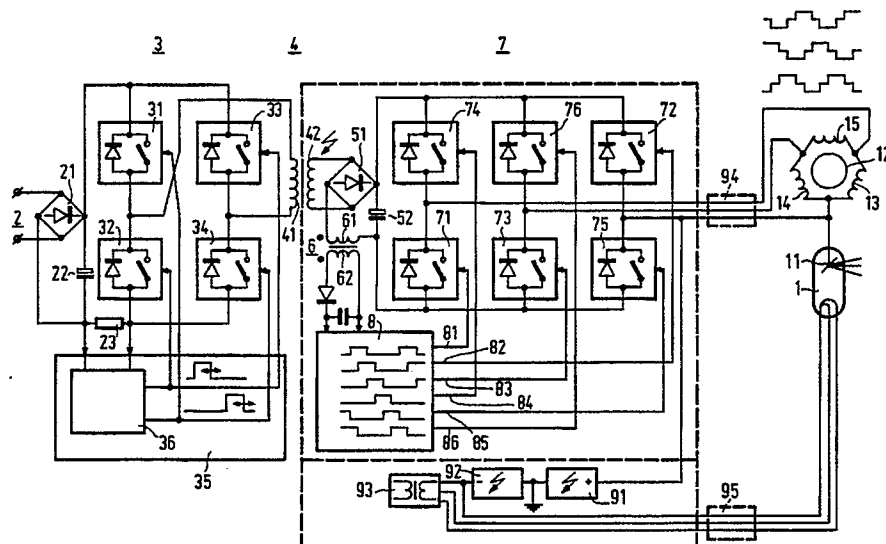
74 Vertreter: **Hartmann, Heinrich, Dipl.-Ing.**
Philips Patentverwaltung GmbH
Wendenstrasse 35 Postfach 10 51 49
D-2000 Hamburg 1(DE)

54 **Generator zum Betreiben einer Drehanoden-Röntgenröhre.**

57 Die Erfindung beschreibt einen Generator zum Antrieb einer Drehanoden-Röntgenröhre (1), deren Rotor (12) und Stator (13,14,15) das anodenseitige Hochspannungspotential führen. Ein solcher Generator läßt sich erfindungsgemäß dadurch besonders einfach ausgestalten, daß ein mit seiner Primärwicklung (41) an eine Wechselspannungsquelle (2,3) anschließbarer Trenntransformator (4) vorgesehen ist,

daß die Sekundärwicklung (42) des Trenntransformators mit einem Gleichrichter (51) zur Speisung eines Wechselrichters (7) gekoppelt ist, der aus der gleichgerichteten Spannung die Wechselströme für die Statorwicklungen (13,14,15) erzeugt, und daß der Wechselrichter mit dem Hochspannungserzeuger (91) galvanisch verbunden ist.

EP 0 401 901 A2



Generator zum Betreiben einer Drehanoden-Röntgenröhre

Die Erfindung betrifft einen Generator zum Betreiben einer Drehanoden-Röntgenröhre, deren Drehanode mit einem Rotor verbunden ist, der mit einem Stator zusammenwirkt, dessen Wicklungen mit einem die Hochspannung für die Drehanode und den Rotor liefernden Hochspannungserzeuger gekoppelt sind. Ein Generator der eingangs genannten Art ist aus der US-PS 4 107 535 als Stand der Technik bekannt. Wenn sich die Statorwicklungen bzw. der Stator auf demselben Hochspannungspotential befinden wie der Rotor, kann der "Luft"-Spalt zwischen Rotor und Stator wesentlich kleiner sein als bei konventionellen Röntgenröhren, bei denen der Rotor Hochspannungspotential führt und der Stator an Masse liegt; bei einem kleinen Spalt ergibt sich ein wesentlich besserer Antriebswirkungsgrad. Nachteilig daran ist, daß zur Erzeugung der Ströme für die Statorwicklungen ein mehrphasiger Trenntransformator erforderlich ist, der für die anodenseitige Hochspannung (z.B. 75 kV) und eine niedrige, der gewünschten Drehzahl angepaßte Frequenz (z.B. 50 oder 150 Hz) ausgelegt sein muß. Ein derartiger Trenntransformator ist relativ voluminös und aufwendig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Generator der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß der Aufwand für den Trenntransformator verringert werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein mit seiner Primärwicklung an eine Wechselspannungsquelle anschließbarer Trenntransformator vorgesehen ist, daß die Sekundärwicklung des Trenntransformators mit einem Gleichrichter zur Speisung eines Wechselrichters gekoppelt ist, der aus der gleichgerichteten Spannung die Wechselströme für die Statorwicklungen erzeugt, und daß der Wechselrichter mit dem Hochspannungserzeuger galvanisch verbunden ist.

Während also bei der bekannten Anordnung die Statorströme mit hohem Blindanteil über einen mehrphasigen Trenntransformator übertragen werden müssen, wird bei der Erfindung über den (einphasigen) Trenntransformator lediglich die Wirkleistung für die Speisung eines Wechselrichters übertragen, der die Statorströme liefert. Ein Wechselrichter ist ohnehin erforderlich, wenn die Frequenz der Statorströme von der Netzfrequenz abweicht. Dieser Wechselrichter wird bei der Erfindung auf dem anodenseitigen Hochspannungspotential betrieben.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Frequenz der Wechselspannung, die der Primärwicklung von der Wechselspannungsquelle zugeführt wird, wesentlich höher ist als die Frequenz der von dem Wechselrichter gelie-

fertenen Ströme. Wenn demgemäß die Frequenz der Wechselspannungsquelle beispielsweise zwischen einigen kHz und einigen hundert kHz liegt, kann das Bauvolumen des Trenntransformators wesentlich reduziert werden. Dieser Trenntransformator kann dann einen kostengünstigen Ferritkern enthalten sowie eine vergossene Sekundärspule und ist nur geringfügig größer als ein in der Bauform ähnlicher Zeilentransformator für Fernsehempfänger.

In weiterer Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Wechselspannungsquelle eine Schalteinrichtung zur Erzeugung von Wechselspannungsimpulsen aus der von einer Gleichspannungsquelle gelieferten Gleichspannung umfaßt. Solche Wechselspannungsquellen lassen sich besonders preisgünstig herstellen.

In noch weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß ein Regelkreis zur Stabilisierung des der Gleichspannungsquelle entnommenen Stromes vorgesehen ist. Dadurch wird der von der Gleichspannungsquelle gelieferte Gleichstrom stabilisiert, was zur Folge hat, daß auch die vom Wechselrichter gelieferten Statorströme stabilisiert werden. Sie sind damit unabhängig von Netzspannungsschwankungen und von Widerstandsänderungen der Statorwicklungen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Statorströme und die Hochspannung für die Drehanoden-Röntgenröhre gemeinsam über ein mehradriges Hochspannungskabel übertragen werden. Während die Röntgenstrahler mit Drehanoden-Röntgenröhre, bei denen in der üblichen Weise der Rotor Hochspannungspotential und der Stator - im zeitlichen Mittel - Massepotential führt, außer den beiden Hochspannungskabeln zum Zuführen der Hochspannungen für Anode bzw. Kathode noch ein Storkabel erforderliche ist, über das die Statorströme zugeführt werden, kann dieses Kabel bei dieser Ausgestaltung der Erfindung entfallen. Die Statorströme werden dabei über ein mehradriges Hochspannungskabel zugeführt. Bei drei Statorwicklungen muß dieses Kabel drei Adern haben. Hochspannungskabel für Röntgenröhren besitzen aber von vornherein drei Adern, um zwei Heizfäden auf der Kathodenseite speisen zu können.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung erläutert, die ein schematisches Prinzipschaltbild eines erfindungsgemäßen Generators zeigt.

Die Zeichnung zeigt eine Drehanoden-Röntgenröhre 1, deren nur schematisch angedeutete Drehanode 11 mit einem (in Wirklichkeit innerhalb des Röhrenkolbens angeordneten) Rotor 12 verbunden ist. Der Rotor 12 wird von über drei im

Dreieck geschaltete und räumlich um 120° gegeneinander versetzten Wicklungen 13, 14 und 15 eines Stators (die außerhalb des Röhrenkolbens angeordnet sind) angetrieben, wobei der zwischen Rotor und Stator verbleibende Spalt klein ist, so daß sich ein guter Antriebswirkungsgrad ergibt.

Die elektrische Energie für den Antrieb der Drehanode wird an den Netzanschlußklemmen 2 einem Brückengleichrichter 21 zugeführt, dessen Ausgangsspannung von einem Kondensator 22 geglättet wird; zur Speisung kann aber auch ein 3Phasen-Netz mit 6Ventil-Gleichrichter verwendet werden. Die Kondensatorspannung wird über einen Widerstand 23 einer Schaltung 3 zugeführt, die die Gleichspannung in Wechselspannungsimpulse mit genügend hoher Frequenz, beispielsweise 20 kHz umsetzt und damit die an ihrem Ausgang angeschlossene Primärwicklung 41 eines Trenntransformators 4 speist. Die Schaltung 3 besitzt zwei parallele Zweige mit je zwei in Serie geschalteten Schalterkombinationen 31, 32 bzw. 33, 34. Jede Schalterkombination umfaßt die Parallelschaltung einer in der Sperrichtung betriebenen Diode und eines steuerbaren Halbleiterschalters. Die Primärwicklung 41 ist zwischen die Verbindungspunkte der in Serie geschalteten Schalterkombinationen 31, 32 bzw. 33, 34 geschaltet.

Die Schalterkombinationen werden durch einen Taktpulsgenerator 35 mit einer Taktfrequenz gesteuert, die der Übertragungsfrequenz des Trenntransformators entspricht, im Beispiel also mit 20 kHz. Die Ansteuerung der Schalterkombination bzw. der darin enthaltenen steuerbaren Schalter durch den Taktpulsgenerator 35 erfolgt im Gegentakt, so daß in der einen Phase ein Wechselstrom über die Schalterkombination 31, die Wicklung 41 und die Schalterkombination 34 fließt und in der anderen Phase über die Schalterkombination 32 die Primärwicklung 41 (in der entgegengesetzten Richtung wie in der vorigen Schaltphase) und die Schalterkombination 33.

Der Trenntransformator 4 trennt das Niederspannungspotential an seiner Primärwicklung von dem anodenseitigen Hochspannungspotential an seiner Sekundärwicklung. Wegen der relativ hohen Frequenz, mit der der Trenntransformator betrieben wird (20 kHz) kann er einen preiswerten Ferritkern mit geringem Querschnitt umfassen, dessen Sekundärwicklung zu Isolationszwecken vergossen ist.

Die Wechselspannung an der Sekundärwicklung 42 wird durch einen Brückengleichrichter 51 in Verbindung mit einem Kondensator 52 gleichgerichtet, der in Serie mit der Primärwicklung 61 eines Transformators 6 an den Ausgang des Brückengleichrichters 41 angeschlossen ist. Die Schalteinrichtung 3, der Trenntransformator 4, der Gleichrichter 51, der Kondensator 52 und die als Speicherdrossel wirksame Primärwicklung 61 des

Transformators 6 bilden ein Schaltnetzteil vom Brücken-Gegentaktwandler-Typ. Dieses Schaltnetzteil gestattet es, die Gleichspannung am Kondensator 22 mit gutem Wirkungsgrad in eine Gleichspannung am Kondensator 52 umzusetzen, wobei die Anschlüsse des Kondensators 22 näherungsweise Massepotential führen, während die des Kondensators 52 annähernd Hochspannungspotential führen - wie noch näher ausgeführt wird.

Die Spannung am Kondensator 52 wird einem Wechselrichter 7 zugeführt, der die Ströme für die drei Statorwicklungen 13, 14 und 15 liefert. Der Wechselrichter 7 ist ein Dreiphasen-Wechselrichter mit drei dem Kondensator 52 parallelgeschalteten Zweigen, die aus der Serienschaltung von jeweils zwei Schalterkombinationen 71,74; 73,76, 75,72 bestehen. Die drei Verbindungspunkte zwischen den Schalterkombinationen in den drei Zweigen sind mit den drei Anschlüssen der im Dreieck geschalteten Statorwicklungen 13..15 über je eine Leitung verbunden.

Die Schalterkombinationen 71..76 können den gleichen Aufbau haben wie die Schalterkombination 31..34, wobei die gesteuerten Schalter durch je einen bipolaren Transistor, einen MOSFET oder einen GTO-Thyristor bzw. Kombinationen davon gebildet werden können. Normale Thyristoren, die erst nach einem Stromnulldurchgang sperren, sind als Schalter hingegen ungeeignet.

Die Schalterkombinationen 71..76 werden von einem Taktpulsgenerator 8 so gesteuert, daß die im oberen bzw. unteren Teil der Zweige befindlichen Schaltkombinationen 74, 76, 72 bzw. 71, 73, 75 nacheinander leitend werden, wobei gleichzeitig in dem jeweils anderen Teil die Schalterkombinationen nacheinander leitend werden, die sich nicht im gleichen Zweig befindet. Beispielsweise ist während der ersten Hälfte der Zeit, während der der Schalter 71 im linken Zweig unten leitend ist, der Schalter 72 im rechten Zweig oben leitend und während der zweiten Hälfte der Schalter 76 im mittleren Zweig des oberen Teils. Der Taktimpuls-generator 8 liefert zu diesem Zweck an seinen Ausgängen 81..86, die mit den Schalterkombinationen 71..76 verbunden sind, sechs Taktpulse mit einer Frequenz von 150 Hz, wobei die Potentiale auf den Steuerleitungen 82, 84 und 86 für die drei oberen Schalter 72, 74 und 76 gegenüber den Potentialen auf den Steuerleitungen 81, 83 und 85 für die unteren Schalter 71, 73 und 75 um einen geeigneten Betrag versetzt sind. Wie schematisch angedeutet, sind die Taktpulse an den aufeinanderfolgenden Ausgängen 81..86 jeweils um 60° gegeneinander versetzt, wobei sie während eines Drittels jeder Periode die damit verbundenen Schalter leitend machen. An den drei Eingängen der Statorwicklungen ergeben sich daher stufenförmige Spannungen von 150 Hz, mit dem gegenein-

ander versetzten, oberhalb dieser Wicklungen angedeuteten Verlauf.

Die sechs gegeneinander phasenversetzten Taktpulse können in dem Taktpulsgenerator 8 beispielsweise aus einem Oszillator mit der sechsfachen Taktfrequenz (an 900 Hz) in Verbindung mit einem Binärzähler abgeleitet werden, dessen Ausgänge über Logikgatter so verknüpft sind, daß sich die phasenversetzten Taktpulse ergeben; der Oszillator, der Binärzähler und die Logikgatter sind in der Zeichnung nicht näher dargestellt. Die Versorgungsspannung für den Taktpulsgenerator 8 wird durch Gleichrichtung der Ausgangsspannung der Sekundärwicklung 62 des Transformators 6 erzeugt. Die Primärwicklung 61 dieses Transformators befindet sich zwar am Ausgang des Gleichrichters 51, wird also von einem Gleichstrom durchflossen, jedoch entsteht eine übertragbare Wechselspannung dadurch, daß der Brückengleichrichter (51) nur periodisch Spannung liefert und in den Pausen als Freilaufdiode wirkt, entsprechend dem Schaltreglerprinzip. Durch die Wicklung 61 fließt also Gleichstrom zur Nachladung des Kondensators 52 mit dreieckförmig überlagerter Wechselstromkomponente. Die Primärwicklung 61 des Transformators 6 hat also eine Doppelfunktion, indem sie einerseits als Speicherdrossel in dem Schaltnetzteil 3, 4 usw. dient und andererseits die Primärwicklung eines die Wechselstromkomponenten übertragenden Transformators 6 zur Erzeugung einer Versorgungsspannung für den Taktgenerator 8 bildet.

Eine der drei Leitungen, die die Verbindungspunkte in den drei Zweigen mit den drei Statoranschlüssen verbindet, ist an den Ausgang eines Hochspannungserzeugers 91 angeschlossen. Dieser Hochspannungserzeuger liefert die (gegenüber Masse positive) Hochspannung für die Drehanode, die dieser über die erwähnte Leitung zugeführt wird. Infolgedessen liegt auch der Wechselrichter 7 mit Anschluß des Taktpulsgenerators 8 und der Sekundärwicklung 42 auf Hochspannung.

Die negative Hochspannung wird von einem Hochspannungserzeuger 92 erzeugt. Der Ausgang des Hochspannungserzeugers 92 ist mit einer der drei Ausgangsleitungen der Heizstromwandlergruppe 93 verbunden, die die Ströme für die beiden Heizfäden der Röntgenröhre liefert. Über je ein in der Zeichnung schematisch angedeutetes Hochspannungskabel 94b zw. 95 werden die Hochspannung für die Anode bzw. die Kathode sowie die Statorströme bzw. die Heizfadenströme zum Röntgenstrahler übertragen. Während bei konventionellen Röntgenstrahlern mit auf Masse betriebenem Stator zum Antrieb der Drehanode immer noch ein Statorkabel erforderlich ist, über das die Statorströme fließen, kann bei der Erfindung ein solches Kabel entfallen, weil die Statorströme und die

Hochspannung über das gleiche Hochspannungskabel 94 übertragen werden können.

Es läßt sich zeigen, daß der Gleichstrom der vom Kondensator 22 über den Widerstand 23 zu der Schalteinrichtung 3 fließt, ein genaues Maß für die Amplitude der in den Statorwicklungen 13,14 und 15 fließenden Wechselströme ist, die ihrerseits das auf dem Rotor 12 wirkende Antriebsmoment bestimmen. Durch Stabilisieren des Gleichstroms, der der Schalteinrichtung 3 zufließt, kann daher der Drehanodenantrieb von Netzspannungsschwankungen und gegenüber Schwankungen der Leitungswiderstände im Hochspannungskabel oder in den Statorwicklungen stabilisiert werden, die beispielsweise als Folge einer Temperaturänderung auftreten können. Durch das Stabilisieren des Antriebsmomentes bzw. der Statorströme wird gleichzeitig die Verlustleistung auf einem Minimalwert gehalten.

Der zur Stabilisierung des Gleichstroms erforderliche Regelkreis enthält einen Pulsdauermodulator 36, der die zu dem Gleichstrom proportionale Spannung am Widerstand 23 mit einem vorgebbaren Wert vergleicht und in Abhängigkeit davon die Dauer der Schaltimpulse für die Schalterkombinationen 31..34 so variiert, daß die Gleichspannung am Widerstand 23 dem vorgegebenen Wert entspricht.

30 Ansprüche

1. Generator zum Betreiben einer Drehanoden-Röntgenröhre (1), deren Drehanode (11) mit einem Rotor (12) verbunden ist, der mit einem Stator zusammenwirkt, dessen Wicklungen (13,14,15) mit einem die Hochspannung für die Drehanode und den Rotor liefernden Hochspannungserzeuger (91) gekoppelt sind,

dadurch gekennzeichnet, daß ein mit seiner Primärwicklung (41) an eine Wechselspannungsquelle (2,3) anschließbarer Trenntransformator (4) vorgesehen ist, daß die Sekundärwicklung (42) des Trenntransformators mit einem Gleichrichter (51) zur Speisung eines Wechselrichters (7) gekoppelt ist, der aus der gleichgerichteten Spannung die Wechselströme für die Statorwicklungen erzeugt, und daß der Wechselrichter (7) mit dem Hochspannungserzeuger (91) galvanisch verbunden ist.

2. Generator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz der Wechselspannung, die der Primärwicklung von der Wechselspannungsquelle (2,3) zugeführt wird, wesentlich höher ist als die Frequenz der von dem Wechselrichter (7) gelieferten Ströme.

3. Generator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wechselspannungsquelle eine Schalteinrichtung (3) zur Erzeugung von Wechselspannungsimpulsen aus der von

einer Gleichspannungsquelle (2) gelieferten Gleichspannung umfaßt.

4. Generator nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß im Ausgangskreis des Gleichrichters (51) eine Speicherdrossel (61) angeordnet ist, die zusammen mit der Schalteinrichtung, dem Trenntransformator (4) und dem Gleichrichter (51,52) ein Schaltnetzteil bildet. 5

5. Generator nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Regelkreis zur Stabilisierung des der Gleichspannungsquelle entnommenen Stromes vorgesehen ist. 10

6. Generator nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkreis einen zwischen die Gleichspannungsquelle (2) und die Schalteinrichtung (3) geschalteten Widerstand (23) umfaßt sowie einen Impulsdauermodulator (36), der die Dauer der von der Schalteinrichtung gelieferten Impulse in Abhängigkeit von der Gleichspannung an dem Widerstand (23) variiert. 15
20

7. Generator nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherdrossel durch die Primärwicklung (61) eines Transformators (6) gebildet wird, dessen Sekundärwicklung mit einem Gleichrichter gekoppelt ist, dessen Ausgangsspannung als Versorgungsspannung eines Taktpulsgenerators (8) zur Erzeugung der Taktpulse für den Wechselrichter (7) dient. 25

8. Generator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Statorströme und die Hochspannung für die Drehanoden-Röntgenröhre gemeinsam über ein mehradriges Hochspannungskabel (94) übertragen werden. 30
35

35

40

45

50

55

5

