

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89117243.9**

51 Int. Cl.⁵: **H01J 29/62 , H01J 29/88 ,
H01J 31/50**

22 Anmeldetag: **18.09.89**

30 Priorität: **29.09.88 DE 8812346 U**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.04.90 Patentblatt 90/14

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR

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

72 Erfinder: **Frank, Richard**
Maronenweg 9
D-8520 Erlangen(DE)
 Erfinder: **Hofmann, Fritz-Walter, Dr.**
Im Herrenholz 5
D-8520 Erlangen-Buckenhof(DE)

54 **Röntgenbildverstärker.**

57 Ein Röntgenbildverstärker (5a) besitzt ein Elektroden-
 system zum Fokussieren der beim Auftreffen
 von Röntgenstrahlung auf dem Eingangsleucht-
 schirm (4) des Röntgenbildverstärkers (5a) erzeug-
 ten Elektronen auf den Ausgangsleuchtschirm (7)
 des Röntgenbildverstärkers (5a). Dieses Elektroden-
 system soll vereinfacht sein, wobei die Anzahl der
 Elektroden reduziert und die Abbildungseigenschaf-
 ten verbessert sind.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch ge-
 löst, daß eine Elektrode der Elektronenoptik aus
 elektrischem Widerstandsmaterial als Belag (15) auf
 einem den Mantel des Vakuumgefäßes bildenden
 einstückigen Elektrodenträger (14a) aufgebracht ist
 und daß eine Spannung an den Belag (15) gelegt ist,
 so daß das Potentialfeld im Bereich vom Eingangs-
 leuchtschirm (4) zum Ausgangsleuchtschirm (7) kon-
 tinuierlich ansteigt.

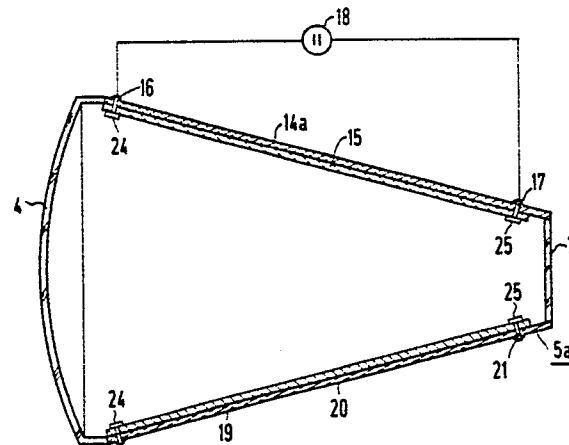


FIG 2

Röntgenbildverstärker

Die Erfindung betrifft einen Röntgenbildverstärker für eine Röntgendiagnostikanlage mit einem Vakuumgefäß mit einem an einer Stirnseite befindlichen, röntgenstrahlenempfindlichen Eingangsleuchtschirm und mit einer von einer Spannungsquelle gespeisten Elektronenoptik zum Erzeugen eines elektrischen Feldes zum Fokussieren der beim Auftreffen von Röntgenstrahlung an einem Punkt des Eingangsleuchtschirmes erzeugten Elektronen zu einem entsprechenden Punkt des auf der anderen Stirnseite des Röntgenbildverstärkers angeordneten Ausgangsleuchtschirmes.

Röntgenbildverstärker werden in der Röntgendiagnostik eingesetzt, um ein beim Durchleuchten eines Patienten mit Röntgenstrahlen erzeugtes Röntgenshattenbild in ein sichtbares Bild zu wandeln und zu verstärken. Am Ausgang des Röntgenbildverstärkers ist eine Fernsehaufnahmeöhre angeschlossen, deren Ausgangssignale über eine Fernsehkette einem Monitor zugeführt werden. Der Untersuchungsbereich wird als Bild auf dem Monitor dargestellt.

Ein bekannter Röntgenbildverstärker der genannten Art ist in dem Buch "Das Röntgenfernsehen" von A. Gebauer et al., erschienen 1974 im Georg Thieme Verlag, Stuttgart, auf den Seiten 54 bis 56 beschrieben. Das Elektrodensystem besitzt mehrere zylinder- oder ringförmige Elektroden mit unterschiedlichen Durchmessern. An jede Elektrode ist eine unterschiedliche Spannung gelegt zum Erzeugen eines elektrischen Feldes zum Fokussieren der an einem Punkt des Eingangsleuchtschirmes erzeugten Elektronen auf einen entsprechenden Punkt des Ausgangsleuchtschirmes. Durch die zum Ablenken der Elektronen erforderlichen hohen Spannungsunterschiede benachbarter Elektroden werden sprunghafte Änderungen des elektrischen Feldes insbesondere in Kathodennähe bewirkt, was zu Störungen der Elektronenbahnen führt. Insbesondere führen diese Störungen zu Verzeichnungsfehlern im Randbereich des Ausgangsleuchtschirmes und verschlechtern die Modulationsübertragungsfunktion des Systems. Sie können nur mit großem Aufwand durch Form und Anzahl der Elektroden ausgeglichen werden.

Aus der US-PS 3 688 146 ist ein Röntgenbildverstärker bekannt, bei dem die fokussierenden Elektroden als metallischer Belag auf der Innenseite der Röhrenwand auf Bereiche mit unterschiedlichem Durchmesser aufgebracht sind. Auch hier stören die hohen Potentialunterschiede im Bereich der Elektroden die Elektronenbahnen.

Aus der GB-PS 839 681 ist ein Röntgenbildverstärker bekannt, bei dem eine fokussierende Elektrode als metallischer Belag auf der Innenseite der

Röhrenwand aufgebracht ist. Zur Reduzierung von hohen Potentialfeldern ist ein halbleitender Belag auf den Bereich der Röhrenwand zwischen der fokussierenden Elektrode und der Anode aufgebracht. In einer weiteren Ausführungsform wird vorgeschlagen, auf die fokussierende Elektrode des Bildverstärkers ebenfalls eine Schicht aus halbleitendem Material aufzubringen, um freies Cäsiumjodid zu gettern. In jedem Fall ist aber das halbleitende Material zusätzlich zur fokussierenden Elektrode vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Röntgenbildverstärker der eingangs genannten Art so auszuführen, daß das Elektrodensystem vereinfacht ist und daß die Störungen der Elektronenbahnen reduziert sind.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Elektrode der Elektronenoptik aus elektrischem Widerstandsmaterial als Belag auf einem den Mantel des Vakuumgefäßes bildenden einstückigen Elektrodenträger aufgebracht ist und daß eine Spannung an den Belag gelegt ist, so daß das Potentialfeld im Bereich vom Eingangsleuchtschirm zum Ausgangsleuchtschirm kontinuierlich ansteigt.

Vorteil der Erfindung ist, daß die Anzahl der Elektroden reduziert ist, die Länge des Röntgenbildverstärkers verkürzt werden kann, und daß die Abbildungsfehler durch ein sich nicht sprunghaft änderndes Potentialfeld reduziert sind.

Es ist vorteilhaft, wenn der Belag von einer Halbleiterschicht gebildet ist und wenn der spezifische Flächenwiderstand des Belages vom Eingangsleuchtschirm zum Ausgangsleuchtschirm ansteigt. Die Halbleiterschicht kann durch Streichen oder Spritzen auf den Elektrodenträger aufgebracht werden. Durch den sich ändernden spezifischen Flächenwiderstand des Belages und die daran angelegte Spannung ändert sich das Potentialfeld im Bereich vom Eingangsleuchtschirm zum Ausgangsleuchtschirm kontinuierlich, so daß die Störungen der Elektronenbahnen gering sind.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen in Verbindung mit den Unteransprüchen. Dabei zeigt:

FIG 1 die prinzipielle Darstellung einer Röntgendiagnostikeinrichtung mit einem Röntgenbildverstärker nach dem Stand der Technik und

FIG 2 bis FIG 4 drei Ausführungsbeispiele eines Röntgenbildverstärkers nach der Erfindung.

In den Figuren werden gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In der FIG 1 ist eine Röntgendiagnostikeinrich-

tung mit einem Hochspannungsgenerator 1 dargestellt, der eine Röntgenröhre 2 speist, in deren Strahlengang sich ein Patient 3 befindet, von dem auf dem Eingangsleuchtschirm 4 eines Röntgenbildverstärkers 5 ein Strahlenbild erzeugt wird. Die aus dem Eingangsleuchtschirm 4 austretenden Elektronen werden durch die Elektroden einer Elektronenoptik 6 auf den Ausgangsleuchtschirm 7 des Röntgenbildverstärkers 5 fokussiert. Spannungsquellen 8 bis 10 versorgen den Röntgenbildverstärker 5 mit den erforderlichen Beschleunigungs- und Ablenkspannungen. An dem Ausgang des Röntgenbildverstärkers 5 ist eine übliche Fernsehkette mit einer Bildaufnahmeeinrichtung 11 mit einer Signalverarbeitungseinheit 12 und mit einem Monitor 13 angeschlossen. Durch den Röntgenbildverstärker 5 und die Fernsehkette ist das beim Durchleuchten des Patienten 3 erzeugte Röntgenschattebild als Bild auf dem Bildschirm des Monitors 13 darstellbar.

Die FIG 2 zeigt einen Röntgenbildverstärker 5a in geschnittener Darstellung. Der Mantel des Röntgenbildverstärkers 5a ist als Elektrodenträger 14a konisch ausgebildet und besteht im Ausführungsbeispiel aus der Glaswand des Röntgenbildverstärkers 5a. An einer Stirnseite des Röntgenbildverstärkers 5a ist der Eingangsleuchtschirm 4 mit der Photokathode und an der anderen Stirnseite ist der Ausgangsleuchtschirm 7 mit der Anode angeordnet. Erfindungsgemäß ist auf dem Elektrodenträger 14a innen ein Belag 15 aus einem Material mit hohem Widerstand, nämlich einem Halbleitermaterial, aufgebracht, dessen spezifischer Flächenwiderstand vom Eingangsleuchtschirm 4 zum Ausgangsleuchtschirm 7 zunimmt. Der Belag 15 kann beispielsweise aus Cr_2O_3 + Wasserglas bestehen, der durch Streichen oder Spritzen auf dem Elektrodenträger 14a aufgebracht ist. Er kann aber auch aus einem nicht leitenden Granulat, z.B. Al_2O_3 oder TiO_2 bestehen, dem gezielte Mengen Metallgranulat, z.B. Cu oder Ag, zugesetzt werden. Die Leitfähigkeit des Belages 15 ist dann abhängig vom Mischungsverhältnis der Komponenten zueinander. Das Mischungsverhältnis und damit die Leitfähigkeit des Belages 15 kann kontinuierlich verändert werden, wenn der Belag 15 beispielsweise durch Plasmaspritzen aufgebracht wird. Bei diesem Spritzverfahren können zwei Komponenten in einem veränderbaren Mischungsverhältnis auf einen Träger aufgebracht werden. Die Art und die Aufbringungsweise des Belages 15 auf den Elektrodenträger 14a spielt allerdings eine untergeordnete Rolle. Wesentlich ist, daß der Belag 15 dem gewünschten Potentialfeldanstieg widerstandsmäßig angepaßt und daß die Schicht des Belages 15 gleichmäßig aufgebracht ist. Zur Spannungsversorgung des Belages 15 sind beispielsweise zwei Leiter 16, 17 durch die Wand des Elektrodenträgers 14a

zu metallischen Kontaktringen 24, 25 geführt, die mit dem Belag 15 kontaktiert sind. Die Leiter 16, 17 sind mit einer Spannungsquelle 18 verbunden. Selbstverständlich können auch weitere metallische Kontaktringe vorgesehen sein, die mit jeweils einem weiteren Leiter kontaktiert sind. Der Belag 15 kann beispielsweise auch in einzelne Beläge unterteilt sein, die über die metallischen Kontaktringe und die Leiter mit jeweils einer Spannungsquelle verbunden sind. Durch die an den Belag 15 angelegte Spannung und den sich ändernden Widerstand des Belages 15 ändert sich das elektrische Potentialfeld vom Eingangsleuchtschirm 4 zum Ausgangsleuchtschirm 7 kontinuierlich ansteigend. Damit entstehen keine sich sprunghaft ändernden elektrischen Potentialfelder im Bereich zwischen dem Eingangsleuchtschirm 4 und dem Ausgangsleuchtschirm 7, die Störungen der Elektronenbahnen verursachen würden. Die Spannung am Belag 15 kann sich beispielsweise von der Kathode zum Bereich 19 von 0 V auf +10 V, vom Bereich 19 bis zum Bereich 20 von +10 V auf +50 V und vom Bereich 20 bis zum Bereich 21 von +50 V auf +500 V ändern. Die Spannung und damit das elektrische Potential ändert sich also von der Kathode des Eingangsleuchtschirmes 4 zur Anode des Ausgangsleuchtschirmes 7 im Bereich zwischen den Leitern 16 und 17 gleitend.

Die FIG 3 zeigt gegenüber der FIG 2, daß der Belag 15 auf der Mantel-Innenwand des Röntgenbildverstärkers 5b spiralförmig auf den Elektrodenträger 14b aufgebracht ist, wobei sich die Steigung der Spirale vom Eingangsleuchtschirm 4 zum Ausgangsleuchtschirm 7 verringert. Hierdurch läßt sich eine besonders gute axiale Symmetrie des sich vom Leiter 16 zum Leiter 17 gleitend ändernden Potentialfeldes erreichen. Der Potentialfeldverlauf vom Eingangsleuchtschirm 4 zum Ausgangsleuchtschirm 7 ist abhängig von der Steigung der Spirale und ist dadurch frei einstellbar.

Die Steigung der Spirale kann im Bereich zwischen dem Eingangsleuchtschirm 4 und dem Ausgangsleuchtschirm 7 beispielsweise auch konstant sein. Dann muß der Widerstandsverlauf der Spirale dem gewünschten Potentialfeldverlauf in diesem Bereich angepaßt sein.

Der Belag 15 kann beispielsweise von einem spiralförmig gewundenen Leiter gebildet sein, der auf dem Elektrodenträger 14b befestigt ist. Weitere Möglichkeiten sind, den Belag 15 in eine im Elektrodenträger 14b eingeschliffene Rille einzubringen, eine spiralig ausgebildete Maske auf den Elektrodenträger 14b aufzubringen und den Belag 15 durch Spritzen aufzutragen, so daß der Belag 15 nach dem Entfernen der Maske als Spirale auf dem Elektrodenträger 14b verbleibt. Es ist auch möglich, den Belag 15 auf die gesamte Innenseite des Elektrodenträgers 14b aufzubringen und ihn an-

schließlich spiralförmig herauszuschleifen, so daß letztlich ein spiralförmig ausgebildeter Belag 15 auf dem Elektrodenträger 14b verbleibt.

Die FIG 4 zeigt gegenüber den Figuren 2 und 3 einen Röntgenbildverstärker 5c, dessen zylinderförmiger Mantel stufig ausgebildet ist. Dieser Mantel ist als Elektrodenträger 14c von einem einstückigen, stufenweise zylindrisch geformten Blechstreifen gebildet, der mit einer Stirnseite mit dem Eingangsleuchtschirm 4 verbunden ist und der mit der gegenüberliegenden Stirnseite in den Glaskörper 22 des Röntgenbildverstärkers 5c eingeschmolzen ist. Auf dem Elektrodenträger 14c ist innen eine Isolationsschicht 23 beispielsweise aus Glas, Keramik oder Kunststoff durch ein Auftrageverfahren aufgebracht. Das Aufbringen der Isolationsschicht 23 kann entfallen, wenn der Elektrodenträger 14c aus einem isolierenden Material (Keramik, Kunststoff) besteht. Auf diese Isolationsschicht 23 ist dann der Belag 15 aufgebracht. Auch hier ändert sich die Spannung und damit das elektrische Potentialfeld vom Eingangsleuchtschirm 4 zum Ausgangsleuchtschirm 7 entlang dem Belag 15 gleitend. Die Spannung kann beispielsweise im Bereich der Kathode 0 V betragen, im Bereich 19 beispielsweise 10 V, im Bereich 20 beispielsweise 50 V und im Bereich 21 beispielsweise 500 V.

Der Erfindungsgedanke ist nicht auf die Ausführungsbeispiele gemäß den FIG 2 bis 4 beschränkt. Wesentlich ist, daß sich das Potentialfeld im Bereich vom Eingangsleuchtschirm 4 zum Ausgangsleuchtschirm 7 kontinuierlich ändert, es kann sich beispielsweise linear oder auch nichtlinear ändern, so daß sich in diesem Bereich ein nicht sprunghaft ansteigender Potentialfeldverlauf mit entsprechend verteilten Äquipotentialflächen einstellt. Erfindungsgemäß soll sich also das Potentialfeld im Bereich vom Eingangsleuchtschirm 4 zum Ausgangsleuchtschirm 7 nicht sprunghaft ändern. Hierzu bildet der Belag aus elektrischem Widerstandsmaterial die Elektrode zum Fokussieren der Elektronen eines erfindungsgemäßen Röntgenbildverstärkers.

Ansprüche

1. Röntgenbildverstärker (5a,5b,5c) für eine Röntgendiagnostikanlage mit einem Vakuumgefäß mit einem an einer Stirnseite befindlichen, röntgenstrahlenempfindlichen Eingangsleuchtschirm (4) und mit einer von einer Spannungsquelle (18) gespeisten Elektronenoptik zum Erzeugen eines elektrischen Feldes zum Fokussieren der beim Auftreffen von Röntgenstrahlung an einem Punkt des Eingangsleuchtschirmes (4) erzeugten Elektronen zu einem entsprechenden Punkt des auf der anderen Stirnseite des Röntgenbildverstärkers (5) angeord-

neten Ausgangsleuchtschirmes (7), **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Elektrode der Elektronenoptik aus elektrischem Widerstandsmaterial als Belag (15) auf einem den Mantel des Vakuumgefäßes bildenden einstückigen Elektrodenträger (14a,14b,14c) aufgebracht ist und daß eine Spannung an den Belag (15) gelegt ist, so daß das Potentialfeld im Bereich vom Eingangsleuchtschirm (4) zum Ausgangsleuchtschirm (7) kontinuierlich ansteigt.

2. Röntgenbildverstärker nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Belag (15) von einer Halbleiterschicht gebildet ist und daß der spezifische Flächenwiderstand des Belages (15) vom Eingangsleuchtschirm (7) zum Ausgangsleuchtschirm ansteigt.

3. Röntgenbildverstärker nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Belag (15) als Spirale auf dem Elektrodenträger (14b) aufgebracht ist.

4. Röntgenbildverstärker nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Steigung der Spirale vom Eingangsleuchtschirm (4) zum Ausgangsleuchtschirm (7) unterschiedlich ist.

5. Röntgenbildverstärker nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Widerstand des spiralförmig ausgebildeten Belages vom Eingangsleuchtschirm zum Ausgangsleuchtschirm unterschiedlich ist.

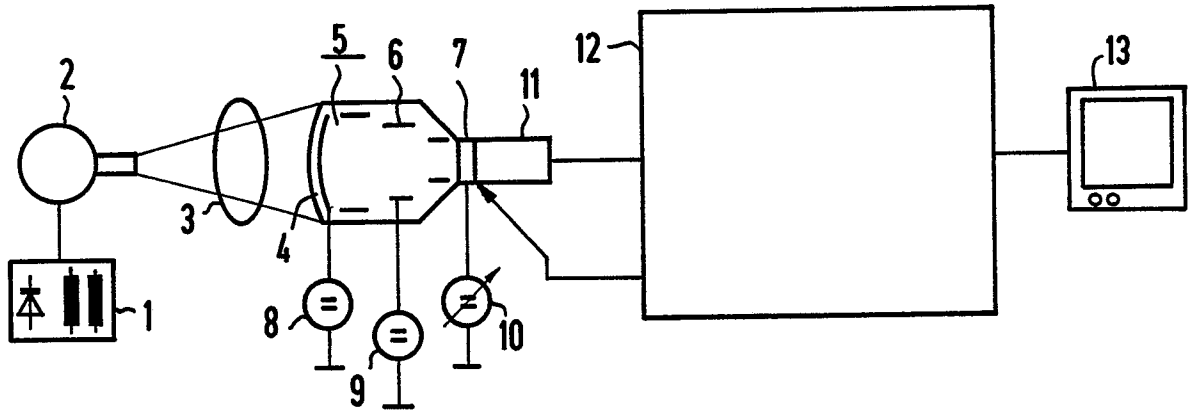


FIG 1

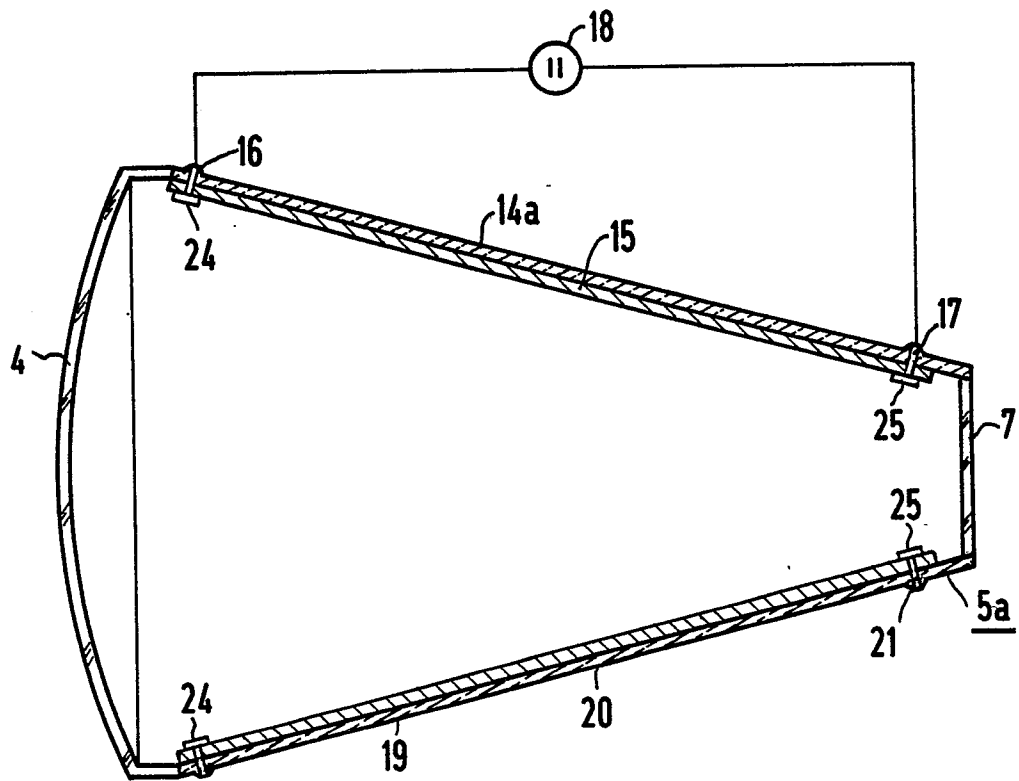


FIG 2

