



19

11 Veröffentlichungsnummer:

0 168 776
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85108637.1

61 Int. Cl.⁴: H 01 J 35/04, H 01 J 35/14

22 Anmeldetag: 11.07.85

30 Priorität: 19.07.84 DE 3426623

71 Anmelder: Scanray A/S, Hammerholmen 9-13,
DK-2650 Kopenhagen-Hvidovre (DK)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 22.01.86
Patentblatt 86/4

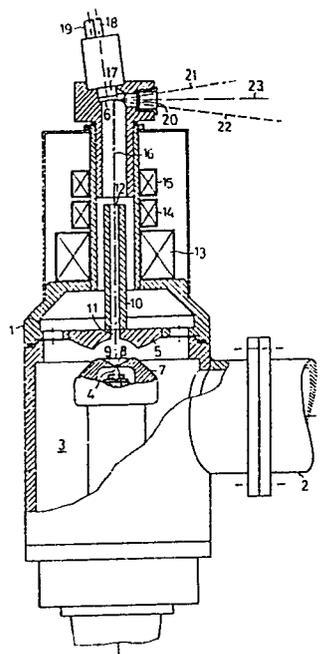
72 Erfinder: Carlsen, Helge, Vejlesøparken 2, DK-2840 Holte
(DK)
Erfinder: Hjelmsrod, Hans-Erik, Kjaersvej 123, Korsør
(DK)

84 Benannte Vertragsstaaten: FR GB

74 Vertreter: Leine, Sigurd, Dipl.-Ing. et al, LEINE & KÖNIG
Patentanwälte Burckhardtstrasse 1,
D-3000 Hannover 1 (DE)

54 Röntgenröhre.

57 Eine Röntgenröhre weist eine Kathode, ein Gitter, eine Lochanode und ein hinter der Lochanode angeordnetes Target auf. Kathode und Gitter liegen gegenüber der Lochanode auf negativen Potentialen, von denen das des Gitters etwas negativer ist als das der Kathode. Erfindungsgemäß liegt das Target auf einem von dem Potential der Lochanode abweichenden, vorzugsweise positiven Potential. Dieses Potential beeinflusst die Fokussion nicht, so daß es im Falle von Schweißgeräten nur einer geringen oder gar keiner Glättung bedarf, während bei einer Verwendung der Röntgenröhre zu Untersuchungszwecken eine Variation oder Einstellbarkeit der genannten Spannung ohne Beeinträchtigung der Fokussierung möglich ist, um dadurch die Frequenz der erzeugten Röntgenstrahlung verändern oder ständig variieren zu können, um Diffraktionsmuster beispielsweise bei der Untersuchung von Monokristallen zu verwischen.



EP 0 168 776 A2

- 1 -

R ö n t g e n r ö h r e

Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhre der im Oberbegriff des Anspruchs genannten Art.

Beispielsweise aus dem Buch "Microfocal Radiography" von R.V. Ely, Academic Press 1980, ist zu entnehmen, daß 5 Röntgenröhren der betreffenden Art mit einem Mikrofokus seit langem bekannt sind. Durch den Aufsatz "Positive-Ion Trapping in Electron Beams" von E.L. Ginzton und B.H. Wadia in der Zeitschrift "Proceedings of the I-R-E", Oktober 1955, S. 1548 bis 1554, ist es bekannt, einen Elektronenstrahl durch eine 10 Raumladung zu bündeln. Mit einer derartigen Bündelung arbeitende Röntgenröhren wurden bereits von der Anmelderin hergestellt und vertrieben. Sie zeichnen sich durch einen außerordentlich kleinen Fokus aus, woraus sich eine wesentlich größere Auflösung von Röntgenbildern ableitet. Die in solchen 15 Röntgenröhren verwendeten Elektronenstrahlkanonen wurden auch mit Vorteil bei Röntgenschweißgeräten verwendet.

Trotz des Vorteils des kleinen Fokus haben diese bekannten Röntgenröhren Nachteile. Um Diffraktionsmuster in Röntgenbildern, beispielsweise bei der Untersuchung von Monokristallen, zu verwischen, ist eine ständige Frequenzvariation der Röntgenstrahlung erwünscht. Diese Frequenzvariation läßt sich durch eine entsprechende Variation des zwischen Kathode und Lochanode liegenden Potentials erreichen, was jedoch zur Folge hat, daß auch die Fokussierung entsprechend variiert. Bei pul- 25 sierendem Potential zwischen Kathode und Lochanode läßt sich

daher nur eine wesentlich schlechtere mittlere Fokussierung erreichen als bei Betrieb mit geglätteter Spannung.

Ein weiterer Nachteil ergibt sich bei diesen bekannten Röntgenröhren bei Einsatz für Elektronenstrahlschweißzwecke.

5 Hierbei wird mit einer verhältnismäßig hohen elektrischen Leistung gearbeitet. Da es auf jeden Fall erwünscht ist, die Auftrefffläche des Elektronenstrahls auf das Target, in diesem Fall ein Werkstück, also den Fokus, möglichst klein und gleich groß zu halten, ist ein hohes Maß von Glättung hinsichtlich des
10 Versorgungspotentials zwischen Kathode und Lochanode erforderlich. Da dieses Versorgungspotential z.B. bei 200 KV liegt, ergibt sich ein beträchtlicher Aufwand für die Glättung, um dadurch die Fokussierverhältnisse konstant und optimal zu halten. Wegen der Glättung ist aus gleichem Grunde auch eine
15 Stabilisierung dieser Spannung erforderlich, was eine weitere Schwierigkeit bedeutet.

Schließlich sind derartige Röntgenröhren durch die konstruktiven Verhältnisse hinsichtlich der zwischen Kathode und Lochanode liegenden Spannung begrenzt, so daß die von der
20 Auftreffgeschwindigkeit der Elektronen auf das Target abhängige Härte der Röntgenstrahlung begrenzt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Röntgenröhre der betreffenden Art zu schaffen, bei der die genannten Nachteile nicht bestehen, bei der also Frequenzvariationen
25 der Röntgenstrahlung ohne Beeinträchtigung der Fokussierung möglich sind, bei der die Anforderungen an Glättung und Stabilisierung des zwischen Kathode und ^{Loch}anode liegenden Potentials verringert sind und bei der eine härtere, also höherfrequente Röntgenstrahlung erzeugbar ist.

30 Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebene Lehre gelöst.

Diese Lehre geht von dem Grundgedanken aus, den Röntgenstrahl zwischen Kathode und Lochanode mit konstanter Beschleunigungsspannung zwischen Kathode und Lochanode bei verhältnis-
35 mäßig geringer ^{Spannung} / zu bilden, um so die elektrischen Verhältnisse hinsichtlich der Fokussierung, die im wesentlichen durch diese Spannung bestimmt sind, konstant zu halten. Dadurch

läßt sich ein gleichmäßig hohes Maß an Fokussierung erzielen. Außerdem besteht der Vorteil, daß wegen der geringen Spannung die Glättung und Stabilisierung dieser Versorgungsspannung verhältnismäßig einfach und wenig aufwendig ist. Gleichzeitig
5 braucht diese Versorgungsspannung nicht sehr hoch zu sein, wodurch sich Glättung und Stabilisierung weiter vereinfachen.

Insbesondere liegt aber der Erfindung der Gedanke zugrunde, sämtliche Beeinflussungen des Elektronenstrahls hinsichtlich Leistung oder Frequenzvariation im Bereich zwischen
10 Lochanode und Target zu bewirken, wo durch Anlegen einer zusätzlichen Spannung keine Beeinflussung der Fokussierung mehr erfolgt. Auf diese Weise ist es zunächst möglich, durch bewußte Änderungen dieser zwischen Lochanode und Target liegenden Beschleunigungsspannung Frequenzvariationen der erzeugten
15 Röntgenstrahlung zu schaffen, um so bei Verwendung der Röntgenröhre zur Erzeugung von Schattenbildern (Röntgenbildern) zu Untersuchungszwecken beispielsweise bei Monokristallen Diffraktionsmuster zu verwischen. Durch die zusätzliche Beschleunigungsspannung zwischen Lochanode und Target läßt sich
20 aber auch/^{dem} Elektronenstrahl zusätzliche Leistung zuführen, was insbesondere bei Elektronenstrahlschweißgeräten vorteilhaft ist. Da diese zusätzliche Leistung zuführende Beschleunigungsspannung die Fokussierverhältnisse weitgehend unbeeinflußt läßt, sind die Anforderungen an eine Glättung dieser Beschleunigungsspannung wesentlich verringert, so daß sich entsprechend auch der Aufwand verringert. Es ist sogar möglich, je nach den gewünschten Erfordernissen sogar nur mit einer pulsierenden Spannung oder gar nur einer Wechselspannung zu arbeiten. Auch eine Einstellung dieser Beschleunigungsspannung ist ohne
30 Einfluß auf die Fokussierverhältnisse, so daß die Frequenz der Röntgenstrahlung und/oder die Leistung des auf das Target treffenden Elektronenstrahls zu Schweißzwecken beliebig einstellbar sind.

Es wurde zusätzlich gefunden, daß bei Anwendung der
35 erfindungsgemäßen Lehre die Verwendung/^{wenigstens} einer Fokussiereinrichtung im Bereich zwischen Lochanode und Target

die Fokussion zusätzlich erhöht, wobei diese Fokussion weitgehend unabhängig von der zusätzlichen Beschleunigungsspannung zwischen Lochanode und Target ist, jedenfalls wesentlich unempfindlicher als die vor Austritt des Elektronenstrahls aus dem Einfluß der Lochanode liegende Fokussiereinrichtung hinsichtlich der zwischen Kathode und Lochanode liegenden Spannung.

Vorteilhaft ist die Anordnung einer metallischen Röhre zwischen Lochanode und Target zum Zwecke der an sich bekannten Bündelung durch Bildung eines Plasmas. Diese metallische Röhre liegt dabei zweckmäßigerweise auf dem Potential der Lochanode oder einem geringfügig positiven Potential.

Anhand der Zeichnung soll die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Die Zeichnung zeigt teilweise geschnitten eine Röntgenröhre mit einem Gehäuse 1, das an eine Leitung 2 angeschlossen ist, die mit einer nicht dargestellten Pumpe zur Absenkung des Druckes im Innenraum 3 der Röntgenröhre verbunden ist.

Im Innenraum 3 befindet sich eine Kathode 4 in Form eines kleinen Glühdrahtes, der V-förmig gebogen ist und mit seiner Spitze einer Anode 5 und einem Target 6 zugewandt ist. Eine Gitterkappe 7 ist im Bereich der Kathode 4 angeordnet, die in einen Durchbruch 8 der Gitterkappe 7 ragt und mit ihrer Spitze etwa mit der vorderen Begrenzung des Durchbruchs 8 fluchtet. Von dieser vorderen Begrenzung aus erweitert sich die Gitterkappe 7 in einer Kegelfläche 9.

Auf der Rückseite der Lochanode 5 befindet sich eine Röhre 10, die mit der Lochanode 5 leitend verbunden ist. Durch die Lochanode 5 verläuft ein Loch 11, das sich in einen Innenraum 12 der metallischen Röhre 10 mit variablem Innendurchmesser fortsetzt.

Im Bereich der metallischen Röhre 10 ist eine Fokussierspule 13 angeordnet. Außerdem sind Ablenkspulen 14 und 15 vorgesehen, mit denen der Elektronenstrahl ablenkbar ist und die für das Verständnis der Erfindung nicht weiter von Bedeutung sind.

Das Target 6 weist zu der durch eine strichpunktierte

Linie angedeuteten Achse 16 der Röntgenröhre eine Neigung auf und ist in einer Halterung 17 gehalten, die zum Zwecke der Kühlung des Targets über Rohrleitungen 18 und 19 an eine nicht gezeigte Kühlquelle angeschlossen ist.

5 Radial neben der Oberfläche des Targets 6 befindet sich in dem Gehäuse ein Fenster 20, durch das von dem Target 6 ausgehende Röntgenstrahlung im Bereich zwischen zwei gestrichelten Linien 21 und 22 austreten kann. Der Winkel zwischen einer durch eine gestrichelte Linie 23 angedeuteten Mittel-
10 achse der austretenden Röntgenstrahlung und der Oberfläche des Targets 6 beträgt circa ± 45 Grad oder im Falle einer Rundstrahlröhre 0 Grad.

Bei Betrieb der Röntgenröhre möge die Kathode 4 an einem variablen Potential, beispielsweise -20 KV bis -250 KV,
15 liegen, die Gitterkappe 7 auf einem Potential von circa 1-3 KV darunter, die Lochanode 5 auf Nullpotential und das Target 6 auf einem variablen Potential bis +250 KV. Die Teile des Gehäuses zwischen diesen Elementen der Röntgenröhre bestehen natürlich aus isolierendem Material, was keiner Erläuterung bedarf. Die aus der glühenden Kathode 4 austretenden
20 Elektronen werden durch das zwischen der Kathode 4 und der Lochanode 5 liegende Potential beschleunigt und schießen durch das Loch 11 und schließlich durch den Innenraum 12 der Röhre 10, um schließlich auf die Oberfläche des Targets 6 aufzu-
25 treffen. Mittels der Fokussierspule 13 wird der Elektronenstrahl in bekannter Weise fokussiert. Der Druck in dem Innenraum 3 ist so eingestellt, daß sich innerhalb der Röhre 10, insbesondere im dem Target 6 zugewandten Bereich, und auf dem Weg zu dem Target hin ein Plasma bildet, das zu einer Bündelung und engen Führung des Elektronenstrahls zu der Oberfläche
30 des Targets hin führt, so daß dort ein äußerst geringer Flächenbereich von Elektronen beaufschlagt und damit für die aus dem Fenster 20 austretende Strahlung eine äußerst geringe Ausdehnung der Strahlungsquelle geschaffen ist.

35 Erfindungsgemäß liegt zwischen der Lochanode 5 und dem Target 6 wegen der zusätzlichen Verwendung der Röhre 10 beim Ausführungsbeispiel zwischen dem Ende der Röhre 10 und dem

Target 6 eine hohe Beschleunigungsspannung, in diesem Fall variabel bis +250 KV. Diese Spannung beeinflusst die Fokussierung praktisch nicht, sie kann daher variabel, pulsierend, wechselnd oder einstellbar sein. Handelt es sich um ein Elektronenstrahlschweißgerät, in welchem Falle das Target 6 das zu schweißende Werkstück bildet, so bedarf die Spannung zwischen Lochanode 5 und Target 6 bzw. Werkstück nur einer geringfügigen Glättung, ohne daß dadurch die Fokussierung und damit z.B. die Breite einer Schweißnaht Fokussionsvariationen und damit Breitenvariationen unterliegt. Handelt es sich um eine Röntgenröhre zu Untersuchungszwecken, so kann die Spannung zwischen Lochanode 5 und Target 6 pulsierend oder wechselnd ausgebildet werden, um dadurch die Frequenz der austretenden Strahlung zu variieren, um so Diffraktionsmuster zu verwischen.

- 1 -

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Röntgenröhre, mit einer Kathode, mit einem Gitter, mit einer Lochanode und mit einem hinter der Lochanode angeordneten Target, wobei die Kathode und das Gitter gegenüber der Lochanode auf negativen Potentialen liegen, von denen das des
5 Gitters etwas negativer ist als das der Kathode, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß das Target (6) auf einem von dem Potential der Lochanode (5) abweichenden Potential liegt.
2. Röntgenröhre nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß das Potential des Targets (6) eine Gleich-
10 spannung ist.
3. Röntgenröhre nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß das Potential des Targets (6) eine pulsierende Gleichspannung oder eine Wechselspannung ist.
4. Röntgenröhre nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Potential des Targets (6) einstellbar ist.
5. Röntgenröhre nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß sich zwischen der Lochanode (5) und dem Target (6) wenigstens eine Fokussiereinrichtung (13) befindet.

6. Röntgenröhre nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß die Fokussiereinrichtung (13) eine
elektrostatische oder elektromagnetische Fokussiereinrichtung
ist.

7. Röntgenröhre nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
5 z e i c h n e t, daß hinter der Lochanode (5), vorzugsweise
im Bereich einer hinter der Lochanode (5) angeordneten magne-
tischen Fokussiereinrichtung (13), eine zu dem Elektronenstrahl
konzentrische metallische Röhre (10) angeordnet ist.

8. Röntgenröhre nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n -
10 z e i c h n e t, daß die metallische Röhre (10) auf dem
Potential der Lochanode (5) liegt.

9. Röntgenröhre nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß das Potential zwischen Lochanode (5) und
Target (6) wesentlich größer ist als das zwischen Lochanode
15 (5) und Kathode (4).

0168776

1/1

