



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer :

0 050 893
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
09.01.85

(51) Int. Cl.⁴ : **H 01 J 35/10**

(21) Anmeldenummer : **81201150.0**

(22) Anmeldetag : **19.10.81**

(54) **Röntgenröhren-Drehanode.**

(30) Priorität : **29.10.80 DE 3040719**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
05.05.82 Patentblatt 82/18

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **09.01.85 Patentblatt 85/02**

(84) Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB IT

(56) Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 146 918
DE-A- 2 152 049
DE-A- 2 910 138

(73) Patentinhaber : **Philips Patentverwaltung GmbH**
Billstrasse 80
D-2000 Hamburg 28 (DE)
DE
N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven (NL)
FR GB IT

(72) Erfinder : **Lersmacher, Bernhard, Dr.**
Schlossweiherstrasse 31
D-5100 Aachen (DE)

(74) Vertreter : **Piegler, Harald, Dipl.-Chem. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH Billstrasse 80 Postfach 10 51 49
D-2000 Hamburg 28 (DE)

EP 0 050 893 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhren-Drehanode mit einem scheibenförmigen, mit einer Drehachse versehenen Grundkörper, der zumindest teilweise aus Kohlenstoff besteht, einer auf der Oberfläche des Grundkörpers abgeschiedenen Schicht aus pyrolytischem Graphit und einer auf der Schicht aus pyrolytischem Graphit angeordneten weiteren Schicht aus einem hochschmelzenden Metall, an deren Oberfläche bei Betrieb der Röhre die Brennfleckbahn verläuft.

Eine Drehanode mit einem Grundkörper aus Graphit, der mit einer Schicht aus pyrolytischem Graphit versehen ist, ist aus der DE-OS 21 46 918 bekannt. Die pyrolytische Beschichtung dient bei dieser bekannten Drehanode dazu, glatte dichte Oberflächen zu schaffen, so daß sich keine Teilchen vom Grundkörper lösen können. Wegen des Fehlens von Poren, d. h. der Behinderung des sogenannten Nachgasens, ist außerdem die Aufrechterhaltung eines permanenten Hochvakuums wesentlich leichter als bei unbeschichteten Grundkörpern aus Graphit. Für die Verbesserung der Ausbeute bei der Erzeugung der Röntgenstrahlen soll es nach dieser Offenlegungsschrift schon ausreichend sein, wenn nur die Brennfleckbahn beschichtet wird. Dann können keine losen Teilchen auftreten, so daß die Brennfleckbahn gut hält. Außerdem wird durch die pyrolytische Beschichtung eine glatte Fläche erhalten, auf der auch eine dünne Beschichtung mit Metall glatt wird, so daß Röntgenstrahlen gut austreten können und der bei unbeschichteten Graphitanoden an den Rauigkeiten auftretende Dosisverlust vermieden wird. Das Problem der Wärmeableitung von der Brennfleckbahn wird in der DE-OS 21 46 918 nicht angesprochen.

Aus der DE-OS 29 10 138 ist eine Röntgenröhren-Drehanode mit einem mit einer Welle verbindbaren Trägerkörper bekannt, der mit einem konzentrisch zu seiner Rotationsachse angeordneten Ring aus pyrolytischem Graphit verbunden ist, wobei in dem Ring die Flächen der größeren Wärmeleitfähigkeit parallel zur Drehachse des Trägerkörpers verlaufen und wobei die Brennfleckbahn auf einer Stirnseite des Ringes aufgebracht ist. Der Trägerkörper und der Ring aus pyrolytischem Graphit entsprechen zusammen dem zuvor erwähnten Grundkörper, der aber bei der letztgenannten Drehanode nicht mit pyrolytischem Graphit beschichtet ist. Bei der bekannten Drehanode wird die Richtung der guten Wärmeleitfähigkeit des anisotropen pyrolytischen Graphits für eine ausreichende Wärmeableitung aus der besonders stark beanspruchten Brennfleckbahn genutzt. Bei den Untersuchungen, die zur Erfindung geführt haben, wurde jedoch festgestellt, daß zur schnellen Ableitung der in der Brennfleckbahn entstehenden Verlustwärme nach Maßgabe der Wärmeleitungsgleichung hinreichende Leitungsquerschnitte erforderlich sind. Dies bedeutet, daß der Ring aus pyrolytischem Graphit möglichst dick sein muß, daß also möglichst dicke Schichten aus pyrolytischem

Graphit hergestellt werden müssen. Dabei wird die Mindestdicke von geometrischen Faktoren bestimmt. Bei optimaler Einkopplung der Verlustwärme in die gutleitenden Schichten des pyrolytischen Graphits sollte die Schichtdicke mindestens die Breite der Brennfleckbahn haben, möglichst aber breiter sein. In der Praxis bedeutet dies Schichtdicken von pyrolytischem Graphit von mindestens 1 cm. Die Herstellung von massivem pyrolytischem Graphit dieser Dicke erfordert bei Anwendung konventioneller CVD-Techniken einen hohen apparativen und zeitlichen Aufwand, wie z. B. aus Philips Technische Rundschau 37 (1977/78) 205-213, bekannt ist. Die Wachstumsraten liegen in der Größenordnung 2 bis 10 $\mu\text{m}/\text{min}$, also ist für 1 mm Schichtdicke eine Beschichtungsdauer von mehreren Stunden erforderlich.

Die Erfindung hat die Aufgabe, einen Grundkörper als Teil einer Drehanode zu schaffen, der praktisch alle Vorzüge des pyrolytischen Graphits aufweist, jedoch sehr viel einfacher, schneller und damit auch ökonomischer herzustellen ist als ein gleichwertiger Trägerkörper mit einem Ring aus massivem, also dickwandigem pyrolytischem Graphit.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Grundkörper zumindest im Bereich unterhalb der Brennfleckbahn aus einem Laminat von Graphitfolien besteht, wobei das Laminat so geschichtet ist, daß die Richtung der bevorzugten Wärmeleitung überall

a) sowohl tangential als auch parallel zur Drehachse oder

b) sowohl radial zur Drehachse als auch parallel zur Drehachse verläuft.

Graphitfolien sind aus Angew. Chem. 82 (1970) 404-405 bekannt. Sie werden aus sogenanntem Graphit-Expandat ohne Bindemittel durch Walzen unter hohem Kompressionsdruck hergestellt. Rohmaterial sind auch chemischem Wege expandierte Flocken aus Naturgraphit. Die Expansion besteht in einer Aufweitung der Schichtenstruktur des Graphits in Richtung der kristallographischen c-Achse bis zum Vielfachen der ursprünglichen Dicke. Derartige Graphitfolien sind Lamine aus derartigen Folien und handelsüblich (Firmenbroschüren « Sigraflex » der Sigri Elektrographit GmbH und « Papyex » der Le Carbone-Lorraine). Bemerkenswert an solchen Folien ist unter anderem deren ausgeprägte Anisotropie der physikalischen Eigenschaften. Von diesen ist für den erfindungsgemäßen Anwendungszweck besonders die hohe Wärmeleitfähigkeit parallel zur Schichtung, d. h. zur Folienoberfläche von Bedeutung. Diese beträgt etwa 1,5 W/cmK und erreicht damit einen Wert von rund 50 % der Wärmeleitfähigkeit von gut orientiertem pyrolytischem Graphit (2,5 bis 4 W/cmK). Die Wärmeleitfähigkeit von Molybdän, einem für Drehanodenscheiben gebräuchlichem Material, ist 1,4 W/cmK und die von Wolfram 1,3 W/cmK.

Die angegebenen Werte für die Wärmeleitfähigkeiten von Graphitlaminat einerseits und pyrolytischem Graphit andererseits entsprechen den zugehörigen Dichtewerten von etwa $1,0 \text{ g cm}^{-3}$ für das Laminat und 2,0 bis $2,2 \text{ g cm}^{-3}$ für pyrolytischen Graphit.

Es kann also davon ausgegangen werden, daß ein Verbundkörper, bestehend aus Graphitfolien, verfestigt mit umhüllenden Schichten aus pyrolytischem Graphit, parallel zur Schichtung eine Wärmeleitfähigkeit hat, die derjenigen von konventionellen Wolfram/Molybdän-Verbundanoden mindestens entspricht, im allgemeinen aber größer ist.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht der Grundkörper aus einem Trägerkörper, auf dem eine bandförmige Graphitfolie in einer Dicke aufgewickelt ist, die zumindest der Breite der Brennfleckbahn entspricht. Das Ganze ist mit einer Beschichtung aus pyrolytischem Graphit überzogen. Der resultierende Verbundkörper wird dann noch durch Belegung z. B. mit Wolfram mit einer Brennfleckbahn versehen.

Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind Teile oder Segmente, die aus Blöcken herausgeschnitten sind, die ihrerseits aus zu Stapeln geschichteter Graphitfolie und einer Umhüllung aus pyrolytischem Graphit bestehen, zu einem ringförmigen Körper zusammengesetzt, der unter Berücksichtigung der Vorzugs-Orientierung mit dem Trägerkörper zu dem Grundkörper zusammengesetzt ist.

« Unter Berücksichtigung der Vorzugs-Orientierung » bedeutet, daß der ringförmige Körper im letztgenannten Fall so geschichtet ist, daß die Richtung der bevorzugten Wärmeleitung überall sowohl radial, d. h. zur Drehachse hin bzw. von der Drehachse weg, als auch axial zur Drehachse (also von oben nach unten bzw. umgekehrt) verläuft.

Diese beiden Ausführungsformen ergeben also zwei Anodentypen, die sich dadurch unterscheiden, daß im ersteren Fall die Wärmeleitung vorzugsweise tangential und axial, im letzteren Fall dagegen vorzugsweise radial und axial erfolgt.

Aus den geschilderten Verhältnissen für die Richtung bevorzugter Wärmeleitfähigkeit ergibt sich unmittelbar, daß die Schicht aus einem hochschmelzenden Metall, an deren Oberfläche bei Betrieb der Röhre die Brennfleckbahn verläuft, im ersteren Fall an der Kopf- und/oder Bodenfläche (als Kreisringfläche) angeordnet ist, während im letzteren Fall dazu noch — je nach Art der Röhre — eine Anordnung auf der äußeren Zylinderfläche in Frage kommt.

Für den Trägerkörper ist ein Werkstoff erforderlich, der für die pyrolytische Beschichtung geeignet ist. Vorzugsweise wird hierfür Graphit verwendet, jedoch sind auch andere, hochtemperaturfeste Materialien, wie z. B. spezielle Keramikkörper oder auch hochschmelzende Metalle wie Molybdän geeignet.

Die besonderen Vorteile der Erfindung sind:

a) Durch die Verwendung der Graphitfolie sind

nur kurze Beschichtungszeiten für die Anbringung des pyrolytischen Graphits erforderlich. Dadurch wird die Herstellung wesentlich vereinfacht.

b) Werkstoff und Herstellung lassen sich vielfältig modifizieren, z. B. zur optimalen Abführung der Verlustwärme aus den gefährdeten Bereichen der Anode.

c) Aufgrund der unter a) genannten Verkürzung der Beschichtungsdauer und der niedrigen Preise für Graphitlaminat können Verbundanoden mit kompakten Komponenten aus gut wärmeleitenden anisotropen Graphitarten relativ billig hergestellt werden.

Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung und einiger Herstellungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen

Figur 1 eine im Betrieb befindliche Röntgenröhren-Drehanode im Schnitt,

Figur 2 und Figur 3 je einen Grundkörper einer Drehanode in Draufsicht, teilweise im Schnitt.

Die in Fig. 1 dargestellte Drehanode ist an einer rotierenden Welle 1 befestigt. Der Grundkörper der Drehanode besteht aus einem Trägerkörper 2, der die Form einer kreisrunden Scheibe aufweist und aus Elektrographit besteht, und aus einem Ring 3 aus gestapelter Graphitfolie, wobei der Ring 3 an der Peripherie des Trägerkörpers 2 angeordnet ist. Der Grundkörper ist mit einer nicht dargestellten Schicht aus pyrolytischem Graphit umhüllt. Auf dieser Schicht ist oberhalb des Ringes 3 eine ringförmige Schicht 4 aus Wolfram angeordnet. Auf die Schicht 4 wird bei Betrieb der Röntgenröhre ein Elektronenstrahl 5 gerichtet, der von einer Kathode 6 emittiert wird, wodurch die Schicht 4 ihrerseits Röntgenstrahlung 7 emittiert.

Die Herstellung des Grundkörpers wird anhand der Fig. 2 und 3 näher erläutert. Gemäß Fig. 2 wird auf einem Trägerkörper 2 eine bandförmige Graphitfolie 3 in der notwendigen Dicke aufgewickelt. Anschließend wird das Ganze einer nicht dargestellten Beschichtung mit pyrolytischem Graphit unterzogen, wobei sich die Dauer der Beschichtung nach der erforderlichen Verfestigung richtet. Der resultierende Verbundkörper wird anschließend durch Bearbeitung (Drehen, Schleifen) in eine für die Belegung mit Wolfram (mittels CVD oder durch Löttechnik) optimale Form gebracht.

Der Grundkörper gemäß Fig. 3 wird wie folgt hergestellt: Die Graphitfolie wird zu Stapeln geschichtet und durch Umhüllung mit pyrolytischem Graphit zu Blöcken verfestigt. Aus derartigen Blöcken werden Teile oder Segmente 3 so herausgeschnitten, daß sie unter Berücksichtigung der Vorzugs-Orientierung mit einem Trägerkörper 2 zu einem Grundkörper zusammengesetzt werden können.

Ansprüche

1. Röntgenröhren-Drehanode mit einem schei-

benförmigen, mit einer Drehachse versehenen Grundkörper, der zumindest teilweise aus Kohlenstoff besteht, einer auf der Oberfläche des Grundkörpers abgeschiedenen Schicht aus pyrolytischem Graphit und einer auf der Schicht aus pyrolytischem Graphit angeordneten weiteren Schicht aus einem hochschmelzenden Metall, an deren Oberfläche bei Betrieb der Röhre die Brennfleckbahn verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper zumindest im Bereich unterhalb der Brennfleckbahn (4) aus einem Laminat (3) von Graphitfolien besteht, wobei das Laminat so geschichtet ist, daß die Richtung der bevorzugten Wärmeleitung überall

a) sowohl tangential als auch parallel zur Drehachse (1) oder

b) sowohl radial zur Drehachse (1) als auch parallel zur Drehachse (1) verläuft.

2. Röntgenröhren-Drehanode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper aus einem Trägerkörper (2) besteht, auf dem eine bandförmige Graphitfolie (3) in einer Dicke aufgewickelt ist, die zumindest der Breite der Brennfleckbahn (4) entspricht.

3. Röntgenröhren-Drehanode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Teile oder Segmente, die aus Blöcken herausgeschnitten sind, die ihrerseits aus zu Stapeln geschichteter Graphitfolie und einer Umhüllung aus pyrolytischem Graphit bestehen, zu einem ringförmigen Körper (3) zusammengesetzt sind, der unter Berücksichtigung der Vorzugs-Orientierung mit dem Trägerkörper (2) zu dem Grundkörper zusammengesetzt ist.

Claims

1. A rotating anode for an X-ray tube, comprising a disc-shaped basic body which is provided with a rotary shaft and which is made at least partly of carbon, a layer of pyrolytic graphite deposited on the surface of the basic body, and a further layer of a high-melting-point metal which is deposited on the layer of pyrolytic graphite and on the surface of which the focal path extends during the operation of the tube, characterized in that the basic body comprises a laminar arrangement (3) of graphite foils at least in the region beneath the focal path (4), the laminar arrangement being layered so that the direction of the preferred thermal conductivity extends everywhere either

a) both tangentially with respect to and parallel to the rotary shaft (1), or

b) both radially with respect to the rotary shaft (1) and parallel to the rotary shaft (1).

2. A rotating anode for an X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that the basic body comprises a carrier body (2) on which a tape-like graphite foil (3) is wound to a thickness which corresponds at least to the width of the focal path (4).

3. A rotating anode for an X-ray tube as claimed in Claim 1, characterized in that parts or segments which are cut from blocks which in turn consist of stacks of layers of graphite foil and an envelope of pyrolytic graphite, are assembled to form an annular body (3) which is combined, taking into account the preferred orientation, with the carrier body (2) in order to form the basic body.

Revendications

1. Anode tournante pour tubes à rayons X comprenant un corps de base en forme de disque pourvu d'un axe de rotation, qui est au moins partiellement en carbone, une couche de graphite pyrolytique déposée sur la surface du corps de base et une autre couche d'un métal à haut point de fusion disposée sur la couche de graphite pyrolytique sur la surface de laquelle, lorsque le tube est en fonctionnement, s'étend le foyer, caractérisée en ce que le corps de base est formé, au moins dans la zone située en dessous du foyer (4), d'un stratifié (3) de feuilles minces de graphite, les couches du stratifié étant disposées de manière telle que la direction de la conductibilité thermique préférentielle s'étende partout

a) aussi bien tangentiellement que parallèlement à l'axe de rotation (1) ou

b) aussi bien radialement que parallèlement à l'axe de rotation (1).

2. Anode tournante pour tubes à rayons X suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le corps de base est fait d'un corps de support (2) sur lequel une feuille mince de graphite en forme de bande (3) est appliquée en une épaisseur correspondant au moins à la largeur du foyer (4).

3. Anode tournante pour tubes à rayons X suivant la revendication 1, caractérisée en ce que des parties ou des secteurs, qui sont découpés dans des blocs qui, pour leur part, sont formés de feuilles minces de graphite stratifiées par empilement et d'un enrobage de graphite pyrolytique, sont assemblés en un corps annulaire (3) qui, compte tenu de l'orientation préférentielle, est assemblé avec le corps de support (2) pour former le corps de base.

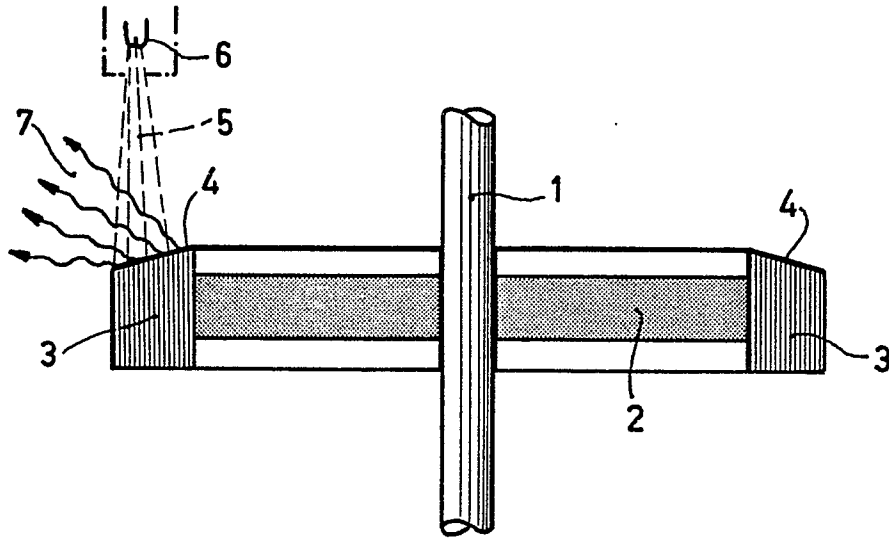


FIG. 1

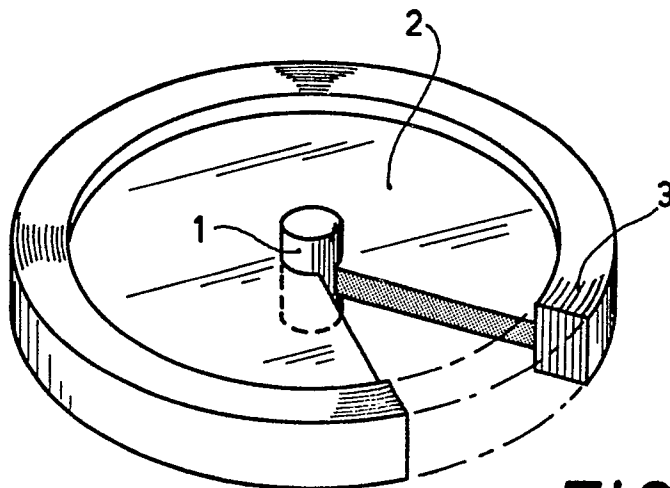


FIG. 2

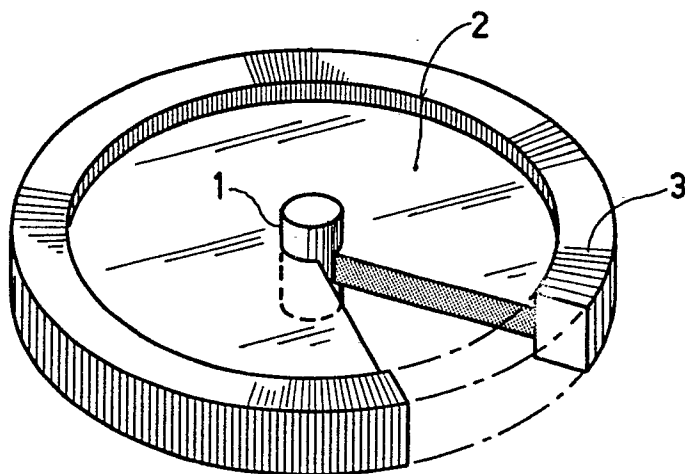


FIG. 3