

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 050 893
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 81201150.0

(51) Int. Cl.³: H 01 J 35/10

(22) Anmeldetag: 19.10.81

(30) Priorität: 29.10.80 DE 3040719

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.05.82 Patentblatt 82/18(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT(71) Anmelder: Philips Patentverwaltung GmbH
Steindamm 94
D-2000 Hamburg 1(DE)(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE(71) Anmelder: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Pieter Zeemanstraat 6
NL-5621 CT Eindhoven(NL)(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 Steindamm 94
D-2000 Hamburg 1(DE)

(54) Röntgenröhren-Drehanode.

(57) Auf der Oberfläche eines Grundkörpers aus Kohlenstoff ist eine Schicht aus pyrolytischem Graphit abgeschieden. Auf der Schicht aus pyrolytischem Graphit ist eine weitere Schicht aus einem hochschmelzenden Metall angeordnet, an deren Oberfläche bei Betrieb der Röhre die Brennfleckbahn (4) verläuft. Ein Grundkörper, 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, wird dadurch geschaffen, daß der Grundkörper zumindest im Bereich unterhalb der Brennfleckbahn (4) aus einem Laminat (3) von Graphitfolien besteht.

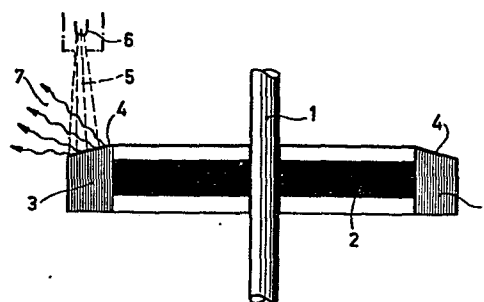


FIG. 1

EP 0 050 893 A1

"Röntgenröhren-Drehanode"

- Die Erfindung betrifft eine Röntgenröhren-Drehanode mit einem Grundkörper, der zumindest teilweise aus Kohlenstoff besteht, einer auf der Oberfläche des Grundkörpers abgeschiedenen Schicht aus pyrolytischem Graphit und einer
- 5 auf der Schicht aus pyrolytischem Graphit angeordneten weiteren Schicht aus einem hochschmelzenden Metall, an deren Oberfläche bei Betrieb der Röhre die Brennfleckbahn verläuft.
- 10 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
- 15 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
- 20 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
- 25 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 Brennfleck-
- 30 bahn 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 anisotropenpyrolytischen 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
5 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
10 Graphit.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Grundkörper zumindest im Bereich unterhalb der Brennfleckbahn aus einem Laminat von Graphitfolien besteht.

15

Graphitfolien sind aus Angew. Chem. 12 (1970) 404-405 bekannt. Sie werden aus sogenanntem Graphit-Expandat ohne Bindemittel durch Walzen unter hohem Kompressionsdruck hergestellt. Rohmaterial sind auf chemischem Wege expandierte
20 Flocken aus Naturgraphit. Die Expansion besteht in einer Aufweitung der Schichtenstruktur des Graphits in Richtung der kristallographischen c-Achsen bis zum Vielfachen der ursprünglichen Dicke. Derartige Graphitfolien und Lamine aus derartigen Folien sind handels-
25 üblich (Firmenbroschüren "Sigraflex" der Sigri Elektrographit GmbH und "Papper" der Le Carbone-Lorraine).

Bemerkenswert an solchen Folien ist unter anderem deren ausgeprägte Anisotropie der physikalischen Eigenschaften. Von diesen ist für den erfindungsgemäßen Anwendungszweck
30 besonders die hohe Wärmeleitfähigkeit parallel zur Schichtung, d.h. zur Folienoberfläche von Bedeutung. Diese beträgt etwa $1,5 \text{ W/cmK}$ und erreicht damit einen Wert von rund 50 % der Wärmeleitfähigkeit von gut orientiertem pyrolytischem Graphit ($2,5$ bis 4 W/cmK). Die Wärmeleit-
35 fähigkeit 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.

25

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 tangential 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
5 schichtungs-dauer und der niedrigen Preise für Graphitlaminat können Verbundanoden mit kompakten Komponenten aus gut wärmeleitenden anisotropen Graphitarten relativ billig hergestellt werden.

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

Fig. 1 eine im Betrieb befindliche Röntgenröhren-Drehanode im Schnitt,

15 Fig. 2 und Fig. 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
25 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
30 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 not-

wendigen 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.

- 5 Der resultierende Verbundkörper wird anschließend durch Bearbeitung (Drehen, Schleifen) in eine für die Belegung mit Wolfram (mittels CVD oder durch Löttechnik) optimale Form gebracht.
- 10 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 Vor-
- 15 zugs-Orientierung mit einem Trägerkörper 2 zu einem Grundkörper zusammengesetzt werden können.

20

25

30

35

PATENTANSPRÜCHE:

1. Röntgenröhren-Drehanode mit einem Grundkörper, der zumindest teilweise aus Kohlenstoff besteht, einer auf der Oberfläche des Grundkörpers abgeschiedenen Schicht aus pyrolytischem Graphit und einer⁵ 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 zumindest¹⁰ im Bereich unterhalb der Brennfleckbahn (4) aus einem Laminat (3) von Graphitfolien besteht.
2. Röntgenröhren-Drehanode nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper aus einem¹⁵ 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,
²⁰ 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 Trägerkörper²⁵ (2) zu dem Grundkörper zusammengesetzt ist.

1/1

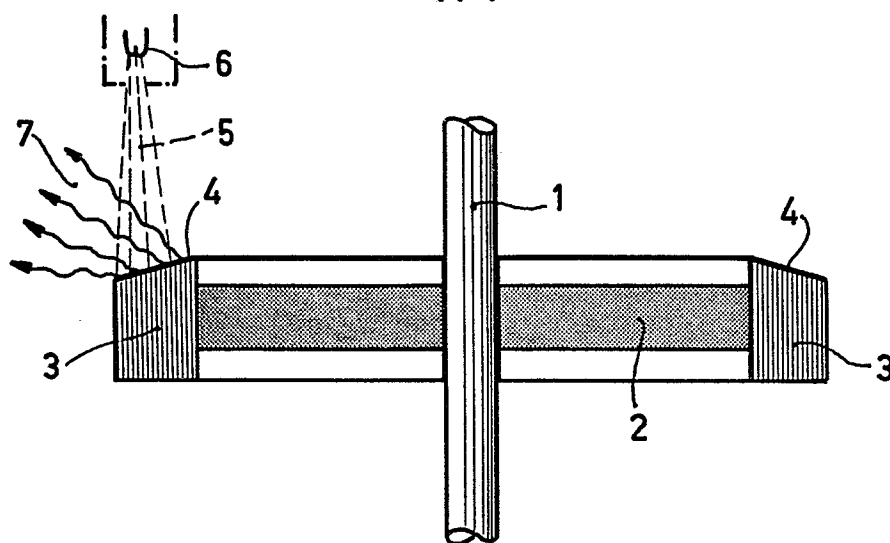


FIG. 1

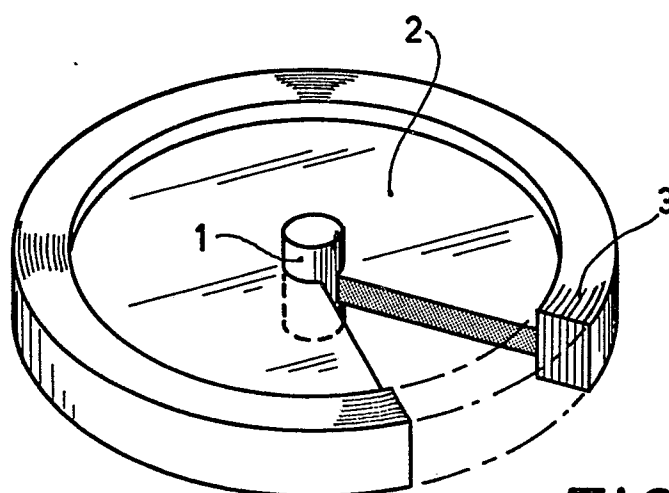


FIG. 2

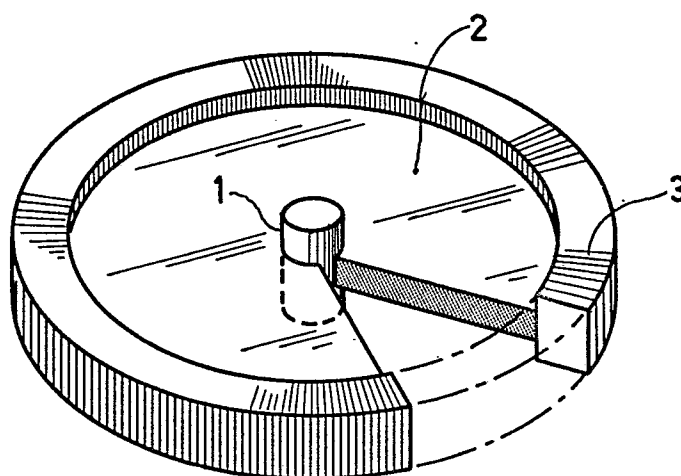


FIG. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0050893

Nummer der Anmeldung

EP 81 20 1150

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>DE - A - 2 152 049 (SIEMENS)</u> * Seite 2, Zeilen 26-31; Seite 3, Zeilen 1-8; Seite 3, Zeilen 27-30; Ansprüche 1,2; Abbildung *	1	H 01 J 35/10
	--		
AD	<u>DE - A - 2 910 138 (PHILIPS)</u> * Seite 5, Zeilen 15-34; Seite 8, Zeilen 10-34; Ansprüche 1-8; Abbildungen 1,2 *	1	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
			H 01 J 35/10 35/08 35/26
			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
☒ Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	04-02-1982	ARMITANO-GRIVEL	