



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 415 847 A1**

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: **90402388.4**

Int. Cl.⁵: **H01J 35/10**

Date de dépôt: **29.08.90**

Priorité: **31.08.89 FR 8911441**

Date de publication de la demande:
06.03.91 Bulletin 91/10

Etats contractants désignés:
AT DE ES GB IT NL

Demandeur: **COMURHEX Société pour la
Conversion de l'Uranium en Métal et
Hexafluorure**
**Tour Manhattan La Défense 2 6, place de
l'Iris**
F-92400 Courbevoie(FR)

Inventeur: **Gaillard, Dominique**
40 rue Albert Thomas
F-75010 Paris(FR)
Inventeur: **Boya, Didier**
3 Avenue de la Libération
F-84150 Jonquières(FR)

Mandataire: **Mongrédien, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

Anticathode tournante de tube à rayons X.

Une anticathode de tube à rayons X, destinée par exemple à être utilisée dans des appareils médicaux tels que des scanners, comprend un support en matériau composite céramique/céramique et une couche de métal réfractaire en contact direct avec ce support. L'utilisation d'un composite céramique/céramique permet de faire tourner l'anti cathode à très grande vitesse. De plus, ce composite est choisi 1°) afin que son coefficient de dilatation soit aussi compatible que possible de celui du métal réfractaire, ce qui favorise l'adhésion entre support et couche active, 2°) afin que l'on supprime ou minimise le phénomène de diffusion des atomes de carbone vers la couche active sous l'effet de l'élévation de température, par non utilisation d'un matériau en graphite, ce qui rend inutile l'emploi d'une couche anticarburation tel que du rhénium, de l'indium, du SiC etc..

EP 0 415 847 A1

ANTICATHODE TOURNANTE DE TUBE A RAYONS X.

L'invention concerne une anticathode de tube à rayons X conçue de façon à pouvoir tourner à très grande vitesse.

Les anticathodes de tubes à rayons X sont des disques tournants constitués d'un support revêtu au moins partiellement d'une couche active en un métal réfractaire. Elles sont utilisées dans des appareils médicaux tels que les scanners.

La tendance actuelle des constructeurs d'appareils médicaux est de pouvoir augmenter la puissance reçue par l'anticathode et/ou de réduire la taille du spot d'impact du bombardement électronique de manière à améliorer la définition de l'image obtenue. Ce désir d'augmenter la puissance ou de diminuer la taille du spot est limité par la lenteur de l'anticathode à évacuer la chaleur emmagasinée et, par voie de conséquence, par l'élévation de la température de la piste focale jusqu'à la température de fusion du matériau constituant la couche active de l'anticathode sur laquelle est formée cette piste.

Le plus souvent, le support de l'anticathode est réalisé en un matériau carboné constitué par un graphite polycristallin dont le coefficient de dilatation est compatible avec celui du métal réfractaire tel que du tungstène, un alliage tungstène-rhénium ou un alliage à base de molybdène qui est fixé (par exemple par brasure) ou déposé (par exemple en phase vapeur ou par voie électrolytique) sur ce support.

Afin de maintenir la température de la piste focale à des valeurs acceptables en régime permanent et/ou transitoire, tout en augmentant la puissance ou en diminuant la taille du spot, une solution consisterait à accroître sensiblement la vitesse de rotation des anticathodes, pour atteindre des vitesses par exemple égales ou supérieures à 20000 tours/mn. Malheureusement, les graphites polycristallins qui constituent habituellement le support des anticathodes ne présentent pas une résistance mécanique suffisante. En effet, ils éclatent sous l'effet de la force centrifuge avant d'atteindre une telle vitesse.

Par ailleurs, dans les anticathodes conventionnelles à support graphite revêtues d'une couche d'alliage tungstène-rhénium, il est nécessaire d'interposer une très fine sous-couche de rhénium. En effet, à partir de quelques centaines de degrés, les atomes de carbone du graphite ont tendance à migrer pour former avec le tungstène une couche fragile de carbure de tungstène provoquant une décohésion entre substrat et couche active et perturbant le transfert thermique. Le rhénium, jusqu'à une température d'environ 1200 °C, empêche cette migration et joue donc le rôle de barrière anticarburation. Cependant, au-dessus de cette température, le rhénium est de moins en moins efficace et l'anticathode dépasse alors sa limite de fonctionnement. De plus, le rhénium est un produit cher qui contribue à augmenter le prix de l'anticathode.

D'autres matériaux moins onéreux tels que SiC, TaC pourraient jouer le rôle de barrière anticarburation. Mais l'addition d'une étape supplémentaire dans le procédé est toujours une cause de surcoût.

Dans le document EP-A-0 236 241, on a proposé de réaliser une anticathode à partir d'un support composite formé de fibres de carbone noyées dans une matrice de carbone (composite "carbone-carbone"). Un tel matériau composite présente une résistance mécanique beaucoup plus grande que les graphites polycristallins utilisés précédemment, ce qui permet de faire tourner l'anticathode à très grande vitesse sans risque d'éclatement du disque sous l'effet de la force centrifuge.

Malheureusement, un tel matériau composite carbone-carbone a un coefficient de dilatation très différent de celui de la couche métallique. Ainsi, le coefficient de dilatation d'un composite carbone-carbone est de $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 25 °C et de $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 1000 °C, alors que le coefficient de dilatation d'une couche métallique en alliage tungstène-rhénium est de $4 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 25 °C et $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 1000 °C).

Pour remédier à cet inconvénient, il est envisagé dans le document EP-A-0 236 241 de déposer la couche métallique sur un substrat en graphite de coefficient de dilatation voisin de celui du métal, ce substrat en graphite étant associé d'une manière quelconque (brasure, collage, encastrement, etc.) au support composite carbone-carbone.

On réalise ainsi une anticathode présentant une résistance mécanique qui lui permet de tourner à très grande vitesse, mais la fabrication de l'anticathode se trouve compliquée par l'incompatibilité des coefficients de dilatation du support composite carbone-carbone d'une part et de l'ensemble graphite-couche métallique d'autre part. De plus, la présence d'un substrat en graphite entre la couche métallique et le support composite nécessite d'interposer entre le substrat en graphite et la couche métallique une très fine sous-couche de rhénium servant de barrière anticarburation, comme dans les anodes conventionnelles à support graphite. La température d'utilisation de l'anticathode s'en trouve limitée et son coût augmenté.

La présente invention a précisément pour objet une anticathode de tube à rayons X conçue de façon à pouvoir tourner à très grande vitesse sans risque d'éclatement, tout en présentant une structure plus simple et moins coûteuse que les anticathodes existantes et en pouvant être utilisée à des densités de puissance ou des puissances plus élevées.

Selon l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'une anticathode tournante de tube à rayons X, comprenant un support revêtu au moins partiellement d'une couche de métal réfractaire, caractérisée par le fait que la couche de métal réfractaire est en contact direct avec le support, qui est réalisé en un matériau composite formé de fibres céramiques noyées dans une matrice céramique (composite

5 céramique/céramique), ce matériau ayant un coefficient de dilatation adapté à celui du métal réfractaire. On comprend aisément qu'en utilisant un matériau composite céramique/céramique dont le coefficient de dilatation est compatible avec celui du métal réfractaire, la vitesse de rotation de l'anticathode peut atteindre et même dépasser 20000 tours/mn sans qu'il soit nécessaire d'interposer entre le support et le

10 métal réfractaire une couche intermédiaire de graphite ni, par conséquent, une sous-couche anti carburation. L'anticathode peut ainsi fonctionner à des températures d'interface support/couche active beaucoup plus élevées et donc accroître les performances du tube à rayons X. De plus, la suppression de la couche intermédiaire de graphite et de la sous-couche de rhénium conduit à un gain de prix appréciable.

Avantageusement, le support est réalisé en un matériau composite choisi dans un groupe comprenant fibres de SiC/matrice de SiC ; fibres de SiC/matrice de Si_3N_4 ; fibres de C/matrice de SiC ; fibres de

15 C/matrice de B_4C ; fibres de C/matrice de Si_3N_4 ; fibres de SiC/matrice de B_4C ; et fibres de TiB_2 /matrice de TiB_2 .

Parmi ces matériaux composites, on choisira de préférence un matériau formé de fibres de SiC noyées dans une matrice de SiC.

Avantageusement, le métal réfractaire est de façon connue, soit du tungstène, soit un alliage tungstène-

20 rhénium.

Dans la pratique, le composite céramique/céramique utilisé conformément à l'invention pour réaliser le support d'une anticathode tournante de tube à rayons X comprend une armature de fibres qui peut être formée soit par un empilement de tissus bidimensionnels, soit par un tissu tridimensionnel. A partir de cette armature, le composite est obtenu par imprégnation en phase liquide ou gazeuse des tissus fibreux par le

25 matériau constituant la matrice céramique du composite. La densité des fibres, dans le matériau composite obtenu, est avantageusement supérieure à 40 % et le taux de porosité totale de ce matériau est inférieur à 20 %.

Dans le cas où le matériau composite céramique/céramique est constitué de fibres de carbure de silicium noyées dans une matrice de carbure de silicium, le coefficient de dilatation de ce composite est

30 d'environ $3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 25°C et $4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 1000°C . Ce coefficient de dilatation est à rapprocher de celui de l'alliage tungstène-rhénium dont il est rappelé qu'il est d'environ $4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 25°C et $4,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ à 1000°C .

Compte tenu du fait que ces coefficients de dilatation du support composite et de l'alliage métallique sont adaptés, la couche active métallique est placée conformément à l'invention directement au contact du

35 support de l'anticathode.

La liaison entre la couche active métallique et le support peut être réalisée de différentes manières. Ainsi, la couche métallique peut être rendue solidaire du support en matériau céramique/céramique par brasure, déposée sur ce support par électrolyse par sel fondu, par dépôt en phase vapeur (CVD), par pulvérisation cathodique (PVD), par pulvérisation magnétron, par projection-plasma, etc.. La couche métallique peut aussi être solidarisée au support par emboîtement ou encastrement, de telle sorte que les deux

40 matériaux soient imbriqués et rendus mécaniquement solidaires.

A titre d'exemple, on pourra choisir pour la réalisation du support de l'anticathode des composites SiC/SiC ayant les caractéristiques données dans le tableau I suivant :

45

50

55

TABLEAU I

		à 23 ° C	à 1000 ° C	à 1400 ° C
5	masse volumique (g.cm ⁻³)	2,7	2,7	2,7
	diffusivité thermique :			
10	- parallèlement à la surface - perpendiculairement à la surface (10 ⁻⁶ m ² s ⁻¹)	12 6	5 2	5 2
	coefficient de dilatation :			
15	- parallèlement à la surface - perpendiculairement à la surface (10 ⁻⁶ ° K ⁻¹) chaleur spécifique Cp (J.Kg ⁻¹ ° K ⁻¹)	3 2,5 620	4 2,5 1200	
	émissivité	0,75 - 0,80		
20	résistance à la traction (MPa)	200	200	200

Comme on a déjà eu l'occasion de le mentionner, le support de l'anticathode peut aussi être réalisé dans d'autres matériaux composites céramique/céramique qui sont choisis principalement afin que leur coefficient de dilatation soit aussi proche que possible du coefficient de dilatation du métal réfractaire dont ce support est revêtu. Des exemples d'autres matériaux composites qui peuvent ainsi être utilisés pour réaliser le support de l'anticathode sont donnés dans le tableau II ci-dessous :

TABLEAU II

30	Fibres	Matrice
	SiC	Si ₃ N ₄
35	C	SiC
	C	B ₄ C
	C	Si ₃ N ₄
40	SiC	B ₄ C
	TiB ₂	TiB ₂

Conformément à l'invention, on règle ainsi les problèmes d'incompatibilité de coefficients de dilatation rencontrés précédemment avec l'utilisation de supports d'anticathodes en matériau composite carbone/carbone. On évite ainsi les fissures rédhibitoires qui apparaissent dans la couche métallique active en tungstène ou en alliage tungstène-rhénium lorsque cette dernière est assemblée directement sur un tel support. On évite aussi d'avoir à interposer entre cette couche métallique et le support une couche intermédiaire quelconque destinée à résoudre les problèmes posés par la migration des atomes de carbons dans la couche métallique.

Il devient ainsi possible de faire tourner l'anticathode à une vitesse très grande qui peut atteindre ou même dépasser 20000 tours/mn, tout en simplifiant la fabrication et en réduisant le coût.

Des modélisations thermiques ont ainsi montré qu'à diamètre équivalent, des anticathodes réalisées conformément à l'invention peuvent recevoir des puissances bien supérieures à celles acceptables pour des anticathodes à support en graphite selon la technique couramment utilisée.

Revendications

1. Anticathode tournante de tube à rayons X, comprenant un support revêtu au moins partiellement d'une couche de métal réfractaire, caractérisée par le fait que la couche de métal réfractaire est en contact direct avec le support, qui est réalisé en un matériau composite formé de fibres céramiques noyées dans une
5 matrice céramique, ce matériau ayant un coefficient de dilatation voisin de celui du métal réfractaire.
2. Anticathode selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le support est réalisé en un matériau composite choisi dans le groupe comprenant : fibres de SiC/matrice de SiC ; fibres de SiC/matrice de Si_3N_4 ; fibres de C/matrice de SiC ; fibres de C/matrice de B_4C ; fibres de C/matrice de Si_3N_4 ; fibres de SiC/matrice de B_4C ; et fibres de Ti B_2 /matrice de Ti B_2 .
- 10 3. Anticathode selon la revendication 2, caractérisée par le fait que le support est réalisé en un matériau composite formé de fibres de SiC noyées dans une matrice de SiC.
4. Anticathode selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée par le fait que le métal réfractaire est choisi dans le groupe comprenant le tungstène et les alliages tungstène-rhénium.
5. Anticathode selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée par le fait que le matériau
15 composite comprend des fibres tissées, la densité de fibres dans le matériau étant supérieure à 40 % et la porosité totale du matériau étant inférieure à 20 %.

20

25

30

35

40

45

50

55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 90 40 2388

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS					
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)		
A	DE-A-3 314 881 (SIEMENS) * Figures 2-4; page 3, lignes 29-34; page 4, lignes 1-7,16-19; page 4, ligne 34 - page 5, ligne 2; page 5, lignes 18-20 * - - -	1	H 01 J 35/10		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 13, no. 173 (E-748)[3521], 24 avril 1989; & JP-A-1 003 947 (HITACHI) 09-01-1989 - - -				
A	EP-A-0 323 366 (GENERAL ELECTRIC S.A.) * Figure; abrégé; colonne 1, ligne 49 - colonne 2, ligne 35 * - - - - -				
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications					
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 04 décembre 90	Examineur COLVIN G.G.		
<table border="0"><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention</td><td>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</td></tr></table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant				