



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 968 518 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**05.01.2005 Bulletin 2005/01**

(21) Numéro de dépôt: **98917194.7**

(22) Date de dépôt: **20.03.1998**

(51) Int Cl.7: **H01J 40/16**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR1998/000564**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 1998/043275 (01.10.1998 Gazette 1998/39)**

(54) **DIODE A VIDE A DENSITE DE COURANT DE SATURATION ELEVEE ET TEMPS DE REPONSE RAPIDE POUR LA DETECTION DE RAYONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES**

VAKUUMDIODE MIT HOHER SÄTTIGUNGSSTROMDICHTHE UND KURZE ANTWORTZEIT ZUR ERFASSUNG ELEKTROMAGNETISCHER STRAHLUNG

VACUUM DIODE WITH HIGH SATURATION CURRENT DENSITY AND QUICK RESPONSE TIME FOR DETECTING ELECTROMAGNETIC RADIATION

(84) Etats contractants désignés:  
**CH DE GB IT LI**

(30) Priorité: **21.03.1997 FR 9703476**

(43) Date de publication de la demande:  
**05.01.2000 Bulletin 2000/01**

(73) Titulaire: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE  
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **BOURGADE, Jean-Luc  
F-91330 Yerres (FR)**  
• **GONTIER, Dominique  
F-77000 Melun (FR)**

(74) Mandataire: **Audier, Philippe André et al  
Brevaux,  
3, rue du Docteur Lancereaux  
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:  
**DE-A- 3 238 387 FR-A- 699 787**  
**US-A- 3 983 437**

- **ARMENTROUT C J ET AL: "UV TO SOFT-X-RAY SURVEYS USING A COMPACT, BIPLANAR DIODE ARRAY" 1 août 1988 , REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, VOL. 59, NR. 8 PART 02, PAGE(S) 1843 - 1845 XP000256684**

**EP 0 968 518 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

### Domaine technique

**[0001]** La présente invention concerne une diode à vide à densité de courant de saturation élevée et temps de réponse rapide pour la détection de rayonnements électromagnétiques.

**[0002]** Elle trouve notamment des applications dans le domaine de la détection de rayonnements infrarouges, visibles, ultraviolets et X.

**[0003]** En particulier, l'invention est utilisable dans un spectromètre à large bande, qui est utilisé pour mesurer le spectre d'un rayonnement X émis par un plasma engendré au moyen d'un laser.

**[0004]** Il s'agit d'améliorer les résolutions temporelle et spectrale d'un tel spectromètre et aussi de diminuer son encombrement.

**[0005]** Il est donc souhaitable de disposer d'un détecteur de rayonnement X capable d'accepter un flux important de ce rayonnement tout en ayant une bonne réponse temporelle.

### Etat de la technique antérieure

**[0006]** On est amené à rechercher un détecteur de rayonnements qui permette :

- d'une part de disposer du courant de saturation le plus élevé possible, pour pouvoir accepter un flux de photons important, et de placer ce détecteur le plus près possible du plasma émissif afin de réduire par là-même l'encombrement du spectromètre,
- d'autre part, d'obtenir une meilleure réponse temporelle que celle des détecteurs (diodes à vide) habituellement utilisés dans un tel spectromètre, réponse temporelle qui vaut environ 150 ps.

**[0007]** Les détecteurs utilisant des photoconducteurs ont en principe de telles propriétés mais leur étalonnage, en termes de fiabilité et de stabilité, est plus délicat à obtenir que celui des diodes à vide classiques.

**[0008]** C'est pourquoi, dans la présente invention, on préfère utiliser une photocathode soumise à une irradiation X, photocathode dont le rendement X est bien connu de manière quantitative et stable au cours du temps.

**[0009]** De plus, depuis plusieurs années, la gamme des câbles coaxiaux utilisables dans des expériences de création de plasmas par irradiation laser s'est considérablement élargie.

**[0010]** La bande passante de ces câbles coaxiaux est ainsi passée de quelques gigahertz à quelques dizaines de gigahertz et leur temps de réponse est passé d'une centaine de picosecondes à une dizaine de picosecondes.

**[0011]** Pour la mesure du spectre du rayonnement X émis par un plasma engendré au moyen d'un laser, on peut utiliser un câble coaxial de type SMA 50 Ω dont la

bande passante est satisfaisante (elle vaut une dizaine de gigahertz).

**[0012]** Cependant, il convient de lui associer une diode à vide pour détection de rayonnements X, dont la configuration soit la mieux adaptée possible.

**[0013]** Or, le câble coaxial mentionné ci-dessus a un diamètre de quelques millimètres.

**[0014]** On est ainsi conduit à rechercher une diode à vide dont les électrodes ont de faibles dimensions.

**[0015]** Les diodes à vide connues ont des électrodes, à savoir une photocathode et une grille ("grid"), qui sont planes, parallèles et placées en regard l'une de l'autre.

**[0016]** Dans ces conditions, la surface des électrodes à considérer est parfaitement définie, ce qui simplifie le calcul de la réponse absolue de ces diodes mais fixe aussi le courant maximal qui peut être fourni par elles.

**[0017]** Pour une telle diode à vide, la densité de courant de saturation par effet de charge d'espace est donnée par la formule classique de Child :

$$(a) \quad J = 2,34 \times 10^{-6} V^{1,5} d^{-2}.$$

**[0018]** Dans cette formule :

- J représente cette densité de courant par unité de surface, exprimée en A/cm<sup>2</sup>,
- V représente la tension entre les électrodes de la diode à vide, exprimée en V, et
- d représente la distance entre ces électrodes, exprimée en cm.

**[0019]** A ce sujet, on peut par exemple consulter le document suivant :

(1) Physical Review, vol.5, n°5, 1911, p. 492.

**[0020]** Cette formule (a) conduit très rapidement à une limitation en courant importante, si l'on essaie de diminuer la surface de la diode à vide.

**[0021]** La tension et la distance entre les électrodes sont fixées par des considérations physiques de tenue en tension, due à la rigidité diélectrique d'un câble coaxial du genre de celui qui est mentionné plus haut, et de niveau de vide pour la distance entre les électrodes.

**[0022]** Dans les conditions habituelles de vide pour les expériences mentionnées plus haut et de tenue en tension statique des câbles coaxiaux SMA, la tension est de l'ordre de 1500 V et la distance entre les électrodes est de l'ordre de 1 mm, ce qui conduit à une densité de courant limite de l'ordre de 13 A/cm<sup>2</sup>.

**[0023]** Pour une surface de diode de 1 mm<sup>2</sup>, ceci conduit à un courant maximal de 0,13 A ou bien, avec un câble coaxial de type SMA 50 Ω, à un signal maximal de tension de 6,5 V.

**[0024]** De plus, pour des raisons de fiabilité de la mesure en termes de linéarité de la réponse de la diode à vide (réponse en tension et réponse en temps), il convient de limiter le courant maximal utile à une mesure, au dixième de cette valeur soit 0,65 V.

**[0025]** Cette dernière valeur est notablement faible, ce qui se traduit inéluctablement par une baisse de la dynamique de mesure (dans ce cas de l'ordre de 10) car la sensibilité minimale mesurable, compte tenu du bruit de la mesure, est de l'ordre de 50 mV avec un oscilloscope rapide par exemple de type IN 7000.

**[0026]** L'obligation de limiter le courant maximal, pour une mesure, au dixième du courant de saturation conduit à rechercher une augmentation de ce dernier pour améliorer les domaines d'utilisation des diodes à vide pour rayonnements X en termes de linéarité dans le domaine temporel et de niveau de tension.

Une diode à vide selon le préambule de la revendication 1 est décrite dans le document DE 3 238 387.

### Exposé de l'invention

**[0027]** La présente invention a pour but de résoudre les problèmes précédents et de proposer une diode à vide à densité de courant de saturation élevée et à temps de réponse rapide pour la détection de rayonnements électromagnétiques.

**[0028]** Plus précisément, la présente invention a pour objet une diode à vide pour la détection d'un rayonnement électromagnétique, cette diode comprenant :

- une photocathode destinée à recevoir le rayonnement, et
- une grille placée en regard de la photocathode, espacée de celle-ci et destinée à collecter les électrons émis par la photocathode lorsque celle-ci reçoit le rayonnement, la grille a la forme d'un cylindre et entoure la photocathode, cette dernière s'étendant suivant l'axe du cylindre, cette diode étant caractérisée en ce que la photocathode comprend une partie du conducteur intérieur d'un câble coaxial, le conducteur extérieur et le matériau électriquement isolant de ce câble coaxial étant éliminés en regard de cette partie, et en ce que la grille est électriquement reliée au conducteur extérieur de ce câble coaxial, les conducteurs intérieur et extérieur étant coaxiaux.

**[0029]** De préférence, ladite partie est une extrémité du conducteur intérieur du câble coaxial.

**[0030]** Le rayon intérieur de la grille peut être environ égal au rayon intérieur du conducteur extérieur du câble coaxial.

**[0031]** Le rayon intérieur de la grille peut être choisi de façon que l'impédance de la diode, lorsqu'elle est placée dans le vide, soit égale à l'impédance caractéristique du câble coaxial.

**[0032]** Ceci permet d'améliorer la résolution tempo-

relle de la diode.

**[0033]** La structure coaxiale de la diode à vide objet de la présente invention lui permet d'avoir de meilleures performances, en ce qui concerne la densité de courant maximale, que les diodes à vide connues.

**[0034]** On utilise de préférence directement l'âme (conducteur intérieur) d'un câble coaxial comme photocathode et l'on dispose, à la périphérie de ce câble coaxial, la grille destinée à collecter les électrons qui sont engendrés au niveau de l'âme du câble coaxial, par interaction avec le rayonnement.

**[0035]** Le calcul de la densité de courant de saturation par effet de charge d'espace, dans le cas d'une émission thermoélectronique, pour une anode en forme de cylindre et une cathode chauffée, disposée suivant l'axe de ce cylindre conduit à la formule suivante :

$$(b) \quad J = 14,65 \times 10^{-6} \beta^{-2} V^{1,5} r^{-1}.$$

**[0036]** Dans cette formule (b) :

- J représente cette densité de courant par unité de longueur de cathode (cette longueur étant exprimée en cm), J étant exprimé en A/cm,
- V représente la tension entre l'anode et la cathode (exprimée en V),
- r représente le rayon du cylindre de l'anode (exprimé en cm), et
- $\beta^{-2}$  est un terme correctif (sans dimension) qui tend vers 1 lorsque le rapport du rayon de la cathode (supposée cylindrique) au rayon de l'anode tend vers 0.

**[0037]** A ce sujet, on se reportera aux documents suivants:

(2) Physical Review, series II, vol. 2, 1913, p. 450

(3) Physical Review, series II, vol. 21, n°4, 1923; p. 419.

**[0038]** Comme on pourra le constater à la lecture du tableau qui se trouve à la fin de la présente description, l'application de la formule (b) à la présente invention conduit à des valeurs très élevées en ce qui concerne la densité de courant par unité de surface, la surface considérée étant celle de la photocathode, c'est-à-dire d'une partie de l'âme d'un câble coaxial dans le mode de réalisation préféré.

**[0039]** Ainsi, pour un câble coaxial SMA de 6,35 mm de diamètre, polarisé à 3000 V, la densité de courant limite est de plus de 30 A/cm<sup>2</sup>, soit la densité de courant limite d'une diode à structure plane.

**[0040]** Pour des câbles encore plus petits, cette densité augmente considérablement.

**[0041]** Ainsi, un câble de 3,58 mm de diamètre conduit à une densité de courant de charges de 50 A/cm<sup>2</sup>

et celle-ci atteint, pour un câble de 1,19 mm de diamètre, une valeur de l'ordre de 200 A/cm<sup>2</sup>.

[0042] Ainsi, une diode conforme à l'invention permet de "véhiculer" un courant quasiment constant, quel que soit le diamètre du câble coaxial utilisé, et conduit à moins de limitations, en ce qui concerne la densité de courant, que les diodes à vide classiques dont les électrodes sont planes.

#### Brève description du dessin

[0043] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'un exemple de réalisation donné ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence à la figure unique annexée qui est une vue schématique en perspective d'un mode de réalisation particulier de la diode à vide objet de la présente invention.

#### Exposé détaillé d'un mode de réalisation particulier

[0044] La diode à vide conforme à l'invention, qui est schématiquement représentée en perspective sur la figure unique annexée, est destinée à détecter un rayonnement électromagnétique 2 qui est par exemple un rayonnement X.

[0045] Cette diode conforme à l'invention comprend :

- une photocathode 4 qui est destinée à recevoir le rayonnement 2, et
- une grille 6 qui est placée en regard de la photocathode 4 et espacée de cette photocathode et qui est destinée à collecter les électrons émis par cette photocathode 4 lorsque celle-ci reçoit le rayonnement.

[0046] Conformément à la présente invention, la grille 6 entoure la photocathode 4 et a la forme d'un cylindre dont l'axe a la référence X sur la figure.

[0047] La photocathode 4 a également la forme d'un cylindre dont l'axe est également l'axe X comme on le voit sur la figure.

[0048] Dans l'exemple représenté, la diode est formée à une extrémité 7 d'un câble coaxial 8 par exemple de type SMA.

[0049] Ce câble comprend un conducteur intérieur 10 de forme cylindrique et un conducteur extérieur 12 également de forme cylindrique, les conducteurs 10 et 12 étant coaxiaux.

[0050] De plus, l'espace compris entre les conducteurs 10 et 12 est rempli d'un matériau diélectrique 14.

[0051] Le câble coaxial comprend également une gaine protectrice qui n'est pas représentée sur la figure.

[0052] Comme on le voit sur celle-ci, la photocathode 4 est constituée par une partie du conducteur intérieur 10 qui dépasse à l'extrémité 7 du câble coaxial.

[0053] La grille 6 est une lame métallique de faible épaisseur, percée d'un grand nombre d'ouvertures 16.

[0054] Cette lame de forme initiale rectangulaire a été recourbée pour avoir la forme d'un cylindre dont la hauteur est égale à la hauteur de la photocathode 4 et dont le rayon intérieur est à peu près égal au rayon intérieur du conducteur extérieur 12 du câble coaxial 8.

[0055] La base de la grille 6 est électriquement reliée à ce conducteur extérieur 12.

[0056] Sur la figure, la hauteur de la grille 6 (hauteur de la photocathode 4) est notée h, le rayon de la photocathode 4 est noté r tandis que le rayon intérieur et le rayon extérieur du conducteur extérieur 12 du câble coaxial 8 sont respectivement notés R1 et R2.

[0057] Pour former la diode conforme à l'invention qui est schématiquement représentée sur la figure annexée, on commence par enlever la gaine protectrice du câble coaxial 8, à l'extrémité 7 de celui-ci, sur une hauteur suffisante légèrement supérieure à h.

[0058] Puis on enlève le conducteur extérieur 12 ainsi que le diélectrique 14 de ce câble coaxial 8 sur cette hauteur h, ce qui laisse apparaître une partie de l'âme du câble coaxial, cette partie étant destinée à constituer la photocathode 4.

[0059] Ensuite, on découpe la grille en forme de lame rectangulaire à laquelle on donne la forme d'un cylindre de dimensions appropriées et l'on fixe la base de ce cylindre au conducteur extérieur 12, au niveau de l'extrémité 7, par exemple par soudage.

[0060] Pour utiliser la diode conforme à l'invention schématiquement représentée sur la figure annexée, on connecte un appareil de mesure approprié 20 au conducteur intérieur 10 et un conducteur extérieur 12 du câble coaxial 8, à l'extrémité 22 de celui-ci, opposée à celle où se trouve la diode.

[0061] L'appareil de mesure 20 est destiné à établir une tension électrique appropriée entre ces conducteurs extérieur et intérieur, et donc entre la photocathode 4 et la grille 6 de la diode, et à mesurer le courant fourni par la grille 6 lorsque la diode est placée dans le vide (très basse pression, de l'ordre de 10<sup>-5</sup> Pa à 13<sup>-3</sup> Pa suivant les expériences à réaliser) et que le rayonnement 2 que l'on veut étudier est envoyé vers la diode.

[0062] Pour améliorer la résolution temporelle de la diode, on peut utiliser une grille de rayon intérieur approprié au milieu compris entre la grille et la photocathode (c'est-à-dire le vide) pour que l'impédance de la diode soit égale à l'impédance caractéristique du câble coaxial 8.

[0063] Dans ce cas, le rayon intérieur de la grille peut être supérieur au rayon extérieur du conducteur extérieur 12 du câble coaxial 8 et l'on est alors amené à prévoir une pièce d'adaptation (non représentée) permettant l'établissement d'une liaison électrique entre la grille 6 et le conducteur extérieur 12.

[0064] On a cherché à vérifier la possibilité de passage d'un courant important et quasiment indépendant des dimensions de la diode conforme à l'invention.

[0065] Pour ce faire, on a effectué une simulation du fonctionnement de cette diode en prenant en compte

les effets de charge d'espace en géométrie cylindrique.

**[0066]** Les résultats sont indiqués sur le tableau qui se trouve à la fin de la présente description, pour quatre types de câbles coaxiaux qui sont disponibles dans le standard SMA hyperfréquence à 18 GHz ou 20 GHz.

**[0067]** Les résultats relatifs à ces quatre câbles coaxiaux sont respectivement donnés dans les quatre colonnes du tableau.

**[0068]** Dans celui-ci,

$D_2$  représente le diamètre extérieur du conducteur extérieur de ces câbles coaxiaux,

$D_1$  représente le diamètre intérieur de ce conducteur extérieur,

$d$  représente le diamètre du conducteur intérieur des câbles coaxiaux,

$V_m$  représente la tension maximale de polarisation des câbles coaxiaux,

$S$  représente la surface de la partie des câbles coaxiaux qui forme la photocathode,

$J_1$  représente le courant maximal par unité de longueur, obtenu à l'aide de la formule (b),

$J_2$  représente le courant maximal par unité de longueur obtenu à l'aide de la simulation,

$j_1$  représente la densité de courant maximale par unité de surface, obtenue à l'aide de la formule (b) et

$j_2$  représente la densité de courant maximale par unité de surface, obtenue à l'aide la simulation.

**[0069]** On a également indiqué dans ce tableau, la valeur du paramètre  $\beta^2$  pour les câbles coaxiaux considérés.

**[0070]** Les diodes conformes à l'invention, à structure coaxiale, présentent une faible capacité par unité de longueur (inférieure à 0,1 pF/cm), ce qui conduit à des constantes de temps de réponse RC inférieures à une dizaine de picosecondes et donc à des résolutions temporelles conformes aux besoins des mesures.

**[0071]** Ces diodes conformes à l'invention sont utilisables dans des domaines de densités de courant et de réponses temporelles qui sont inaccessibles avec les diodes à vide connues.

**[0072]** De plus, elles sont utilisables avec un grand nombre de rayonnements électromagnétiques allant du domaine infrarouge jusqu'au domaine X-dur (énergie de l'ordre de 10 keV) voire même au-delà.

**[0073]** La présente invention est susceptible de très nombreuses applications notamment dans le domaine de la métrologie laser.

TABLEAU

$D_2$ (mm)	6,35	3,58	2,2	1,19
$D_1$ (mm)	5,309	2,985	1,676	0,940
$d$ (mm)	1,628	0,9195	0,511	0,287
$V_m$ (V)	3000	1900	1500	1000

TABLEAU (suite)

$\beta^2$	0,557	0,557	0,557	0,557
$S$ (cm <sup>2</sup> )	0,51	0,29	0,16	0,09
$J_1$ (A/cm)	16,3	14,6	18,2	17,3
$J_2$ (A/cm)	20	18	21,5	21
$j_1$ (A/cm <sup>2</sup> )	32	51	113	196
$j_2$ (A/cm <sup>2</sup> )	39	62	134	233

## Revendications

1. Diode à vide, pour la détection d'un rayonnement électromagnétique (2), cette diode comprenant :
  - une photocathode (4) destinée à recevoir le rayonnement, et
  - une grille (6) placée en regard de la photocathode, espacée de celle-ci et destinée à collecter les électrons émis par la photocathode lorsque celle-ci reçoit le rayonnement, la grille (6) a la forme d'un cylindre et entoure la photocathode (4), cette dernière s'étendant suivant l'axe (X) du cylindre, cette diode étant **caractérisée en ce que** la photocathode comprend une partie (4) du conducteur intérieur (10) d'un câble coaxial (8), le conducteur extérieur et le matériau électriquement isolant (14) de ce câble coaxial étant éliminés en regard de cette partie, et **en ce que** la grille (6) est électriquement reliée au conducteur extérieur (12) de ce câble coaxial, les conducteurs intérieur et extérieur étant coaxiaux.
2. Diode selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ladite partie (4) est une extrémité du conducteur intérieur (10) du câble coaxial (8).
3. Diode selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** le rayon intérieur de la grille (6) est environ égal au rayon intérieur ( $R_1$ ) du conducteur extérieur (12) du câble coaxial (8).
4. Diode selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** le rayon intérieur de la grille est choisi de façon que l'impédance de la diode, lorsqu'elle est placée dans le vide, soit égale à l'impédance caractéristique du câble coaxial (8).

## Claims

1. A vacuum diode, for the detection of electromagnetic radiation (2), this diode comprising:
  - a photo-cathode (4) intended to receive the ra-

- diation, and
- a grid (6) positioned facing the photo-cathode and spaced apart from it, intended to collect the electrons emitted by the photo-cathode when the photo-cathode receives the radiation, the grid (6) has the shape of a cylinder and surrounds the photo-cathode (4), the latter extending along the axis (X) of the cylinder,

said diode being **characterized in that** the photo-cathode comprises a part (4) of the internal conductor (10) of a coaxial cable (8), the external conductor and the electrically insulating material (14) of this coaxial cable being removed opposite this part, and **in that** the grid (6) is electrically connected to the external conductor (12) of this coaxial cable, the internal and external conductors being coaxial.

2. A diode according to claim 1, **characterized in that** said part (4) is an end of the internal conductor (10) of the coaxial cable (8). 20
3. A diode according to either of the claims 1 and 2, **characterized in that** the internal radius of the grid (6) is about equal to the internal radius (R) of the external conductor (12) of the coaxial cable (8). 25
4. A diode according to either of the claims 1 and 2, **characterized in that** the internal radius of the grid is chosen in such a way that the impedance of the diode when it is placed under vacuum, is equal to the surge impedance of the coaxial cable (8). 30

#### Patentansprüche 35

1. Vakuumdiode zur Detektion einer elektromagnetischen Strahlung (2), wobei diese Diode umfasst:

- eine Fotokatode (4), welche dazu dient, die Strahlung zu empfangen, und 40
- ein Gitter (6), der Fotokatode mit Abstand gegenüberstehend und dazu bestimmt, die Elektronen einzusammeln, welche die Fotokatode emittiert, wenn sie die Strahlung empfängt, wobei das Gitter (6) die Form eines Zylinders hat, der die Fotokatode (4) umgibt, die sich entsprechend der Achse (X) des Zylinders erstreckt, 45

wobei diese Diode **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Fotokatode einen Teil (4) des inneren Leiters (10) eines Koaxialkabels (8) umfasst und dabei der äußere Leiter und das elektrisch isolierende Material (14) in Höhe dieses Teils entfernt sind, und **dadurch, dass** das Gitter (6) elektrisch mit dem äußeren Leiter (12) dieses Koaxialkabels verbunden ist, wobei der innere und der äußere Leiter koaxial sind. 50  
55

2. Diode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der genannte Teil (4) ein Ende des inneren Leiters (10) des Koaxialkabels (8) ist.

- 5 3. Diode nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenradius des Gitters (6) ungefähr dem Innenradius ( $R_1$ ) des äußeren Leiters (12) des Koaxialkabels (8) entspricht.

- 10 4. Diode nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenradius des Gitters so gewählt wird, dass die Impedanz der Diode, wenn sie sich in dem Vakuum befindet, gleich der charakteristischen Impedanz des Koaxialkabels (8) ist. 15

