

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

**0 241 362 B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication de fascicule du brevet: **29.07.92** (51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01J 27/02, H01J 27/10**

(21) Numéro de dépôt: **87400738.8**

(22) Date de dépôt: **03.04.87**

(54) **Dispositif et notamment duoplasmatron utilisable pour ioniser un gaz et procédé d'utilisation de ce dispositif.**

(30) Priorité: **09.04.86 FR 8605064**

(43) Date de publication de la demande:  
**14.10.87 Bulletin 87/42**

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
**29.07.92 Bulletin 92/31**

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

(56) Documents cités:  
**GB-A- 1 243 483**  
**US-A- 3 164 739**

**INSTRUMENTS AND EXPERIMENTAL TECHNIQUES**, vol. 27, no. 1, partie 2, janvier-février 1984, pages 166-169, Plenum Publishing Corporation, New York, US; **A.L. PIVOVAROV** et al.: "A duoplasmatron containing a wien filter for examining the surfaces of solids"

(73) Titulaire: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** Etablissement de Caractère Scientifique Technique et Industriel  
**31/33, rue de la Fédération**  
**F-75015 Paris(FR)**

(72) Inventeur: **Blanchard, Bruno**  
**28, Clos Saint Martin**  
**F-38950 Saint Martin le Vinoux(FR)**  
Inventeur: **Juliet, Pierre**  
**7, Avenue M. Berthelot**  
**F-38100 Grenoble(FR)**

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

**EP 0 241 362 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

La présente invention concerne un dispositif utilisable pour ioniser un gaz et comprenant une cathode servant de cathode chaude ou froide ainsi qu'un procédé d'utilisation de ce dispositif.

L'invention s'applique à tous les dispositifs utilisés en particulier pour ioniser un gaz tel que les arcs électriques, les unoplasmatrons et les duoplasmatrons. Pour plus de clarté dans la description, on décrira l'invention à partir d'un duoplasmatron utilisé par exemple dans des appareils d'analyse de surface comme source d'ions pour abraser des échantillons.

De façon connue, un duoplasmatron comprend soit une cathode froide, soit une cathode chaude.

La figure 1 représente schématiquement en coupe longitudinale un duoplasmatron à cathode froide de type connu.

Ce duoplasmatron comprend une cathode creuse 1 de forme cylindrique dont la partie supérieure est montée sur un support 2 généralement conducteur, une électrode intermédiaire 3 entourant la cathode 1 et comportant dans sa partie inférieure une ouverture 4 et une anode 5 entourant l'électrode intermédiaire 3, munie en regard de l'ouverture 4 de cette électrode, d'une ouverture 6 de forme divergente vers l'extérieur.

Généralement, la cathode 1 est en nickel et l'électrode intermédiaire 3 et l'anode 5 sont en fer doux.

Les termes de "partie supérieure " et "partie inférieure" de chaque élément sont définies dans ce texte par rapport au sens de déplacement du gaz à ioniser à travers le duoplasmatron.

La cathode 1 montée sur le support 2, l'électrode intermédiaire 3 et l'anode 5 sont isolées électriquement. Ces trois éléments sont agencés les uns dans les autres de façon à définir trois chambres 11, 13, 15 communiquant entre elles, des joints 8, 9 assurant l'étanchéité de ces chambres avec l'extérieur. La chambre 11 est définie par les parois cylindriques internes de la cathode, la chambre 13 par l'espace ménagé entre la cathode 1 et l'électrode intermédiaire 3 et la chambre 15 par l'espace défini entre l'électrode intermédiaire 3 et l'anode 5.

D'autre part, une bobine magnétique 21 entoure les chambres 11, 13, 15 ; cette bobine est située autour de la partie supérieure de l'anode 5 et repose à la fois sur la partie inférieure de l'anode 5 et la partie supérieure de l'électrode intermédiaire 3.

Par ailleurs, un générateur de tension 23 relié par exemple à la partie inférieure de l'anode 5 et au support conducteur 2 de la cathode 1 permet d'appliquer une différence de potentiel  $V_a - V_c$  de l'ordre de 300 à 500 volts entre l'anode et la cathode,  $V_a$  représente la tension appliquée à

l'anode et  $V_c$  la tension appliquée à la cathode. De plus, un générateur de tension 25 est relié à l'électrode intermédiaire, par exemple à la partie supérieure de cette électrode et à une masse. Ce générateur de tension 25 permet d'appliquer une tension  $V_i$  à l'électrode intermédiaire, cette tension  $V_i$  est généralement telle que  $V_i = (V_a - V_c)/2$ . Cette tension  $V_i$  peut être obtenue également à partir du générateur de tension 23 par l'intermédiaire d'un pont diviseur relié à l'électrode intermédiaire et au générateur de tension 23. Dans ce cas, le générateur 25 est supprimé.

Des moyens pour faire le vide non représentés tels qu'une pompe à vide, assurent l'évacuation par exemple par l'ouverture 6 de tout gaz présent dans les chambres 11, 13 et 15 avant l'introduction du gaz à ioniser dans le duoplasmatron.

Le gaz à ioniser est stocké par exemple dans une bouteille 16 reliée par une canalisation 17 au support 2 de la cathode 1, ledit support comportant un passage 10 relié à la chambre 11. Des moyens d'ouverture et de fermeture tels qu'une vanne 17' disposée par exemple sur la canalisation 17, permet d'introduire un débit régulé de gaz dans le duoplasmatron, à partir de la bouteille 16.

Le reste de la description permet de comprendre le fonctionnement du duoplasmatron à cathode froide.

Après réalisation du vide dans les chambres 11, 13 et 15, on introduit du gaz dans le duoplasmatron en ouvrant la vanne 17'. Le gaz va circuler dans la chambre 11 où il va être ionisé par les électrons émis par la cathode 1 sur laquelle le potentiel  $V_c$  est appliqué. Il se forme alors un plasma d'ions et d'électrons qui va être entraîné vers l'électrode intermédiaire 3, par le champ électrique  $E_1$  induit par la différence de potentiel  $V_i - V_c$  entre la cathode 1 et l'électrode 3. Ce plasma va traverser l'ouverture 4 entraîné par un champ électrique  $E_2$  induit par la différence de potentiel  $V_a - V_i$  entre l'électrode 3 et l'anode 5 ainsi que par un champ magnétique  $B$  entre l'électrode 3 et l'anode 5.

Ce champ  $B$  circule en boucle fermée entre la bobine magnétique 21, l'électrode intermédiaire 3 sur laquelle repose la bobine, la partie de la chambre 15 définie entre la partie inférieure de l'électrode intermédiaire 3 et la partie supérieure de l'anode 5 et enfin l'anode 5 sur laquelle repose également la bobine magnétique.

Le plasma est donc confiné par le champ électrique  $E_2$  et le champ magnétique  $B$  entre l'électrode intermédiaire 3 et l'anode 5. Ce plasma passe ensuite par l'ouverture 6 ménagée dans l'anode 5, entraîné par un champ électrique  $E_3$  induit par la différence de potentiel entre l'anode et la surface 20 à abraser généralement à la masse.

Ces champs électriques et magnétiques  $E_1, E_2, E_3$  et  $B$ ,

2, 3 et ont la même direction et le même sens que le flux gazeux.

Pour fonctionner en cathode chaude, ce duoplasmatron doit être démonté pour remplacer la cathode cylindrique 1 par un filament enroulé en hélice suivant un cylindre dont l'axe est perpendiculaire à la direction du flux gazeux. Ce filament est relié par chacune de ses extrémités à une patte conductrice distincte montée sur le support 2, le gaz à ioniser passant entre ces pattes et à travers le filament.

Comme précédemment, des tensions  $V_c$ ,  $V_a$  et  $V_i$  sont appliquées respectivement au support 2, à l'anode 5 et à l'électrode intermédiaire 3. Par ailleurs, une tension  $V_s$  est appliquée entre les deux extrémités du filament par un générateur de tension ; cette tension  $V_s$  permet la circulation d'un courant  $I$  dans le filament et par conséquent l'échauffement du filament par effet Joule.

Pour une cathode froide, l'émission électronique est produite notamment par le bombardement de celle-ci par les ions et électrons du plasma ; cette émission dépend donc des conditions qui règnent dans le duoplasmatron telles que la pression, les champs électriques et la nature du gaz. L'émission électronique d'une cathode chaude, due à l'échauffement du filament, est déterminée en particulier par sa température et donc par l'intensité du courant  $I$  qu'il est facile de réguler. La cathode chaude permet donc une émission électronique plus stable dont on peut régler l'intensité généralement plus importante que celle fournie par une cathode froide. De ce fait, en fonctionnement en cathode chaude, une différence de potentiel  $V_a - V_c$  de l'ordre de quelques dizaines de volts est suffisante.

Suivant le type de gaz à ioniser, il est plus intéressant d'utiliser une cathode froide ou une cathode chaude. La cathode froide est employée avec des gaz réactifs tels que l'oxygène qui attaquerait un filament (cathode chaude), en revanche, pour des gaz inertes tels que l'argon, le xénon, etc., il est plus intéressant d'utiliser une cathode chaude. En effet, la cathode chaude permet un fonctionnement du duoplasmatron avec une pression moindre de l'ordre de  $10^{-4}$  Pa et donne, du fait que l'émission électronique servant à ioniser le gaz est plus stable, une meilleure stabilité du courant d'ions extrait.

Avec un duoplasmatron de type connu, pour passer d'un fonctionnement en cathode chaude à un fonctionnement en cathode froide, il faut démonter le duoplasmatron, ce qui signifie en particulier l'arrêt de l'utilisation du duoplasmatron et la rupture du vide.

La présente invention a justement pour but de remédier à ces inconvénients en réalisant un dispositif utilisable pour ioniser un gaz fonctionnant en

cathode froide ou en cathode chaude sans démontage du dispositif.

De façon plus précise, l'invention a pour objet un dispositif utilisable pour ioniser un gaz comprenant une cathode et une anode en regard, le gaz à ioniser traversant successivement la cathode et l'anode, caractérisé en ce que la cathode est formée d'une première et d'une deuxième électrodes en regard, le gaz à ioniser passant entre lesdites électrodes et d'un filament conducteur relié par une première extrémité à la première électrode et par une deuxième extrémité à la deuxième électrode et situé entre lesdites électrodes.

De façon avantageuse, les première et deuxième électrodes sont des demi-cylindres disposés en regard de façon à former un cylindre fendu selon deux génératrices opposées et le filament est relié aux extrémités de sortie du gaz à ioniser des première et deuxième électrodes.

De préférence, le filament est enroulé en hélice suivant un cône dont l'axe est confondu avec l'axe longitudinal du cylindre créé par les première et deuxième électrodes, le gaz à ioniser parcourant ce cône à partir de son sommet. Ce cône a un angle au sommet allant par exemple de  $7^\circ$  à  $15^\circ$ .

Selon un mode préféré de réalisation de l'invention, les première et deuxième électrodes sont en titane et le filament est en tantale.

L'invention a aussi pour objet un duoplasmatron comportant un dispositif tel que décrit précédemment.

L'invention a également pour objet un procédé d'utilisation du dispositif utilisable pour ioniser un gaz, ce procédé est caractérisé en ce que ce dispositif fonctionnant en cathode froide, une différence de potentiel est appliquée entre l'anode et les première et deuxième électrodes.

Selon une variante du procédé d'utilisation du dispositif utilisable pour ioniser un gaz, celui-ci fonctionnant en cathode chaude, une première différence de potentiel est appliquée entre l'anode et les première et deuxième électrodes, et une deuxième différence de potentiel est appliquée entre les première et deuxième extrémités du filament.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre purement illustratif et non limitatif en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1, déjà décrite, représente schématiquement en coupe longitudinale un duoplasmatron à cathode froide de type connu,
- la figure 2 représente schématiquement une cathode conforme à l'invention utilisable en cathode chaude ou en cathode froide, et
- la figure 3 représente le filament de la cathode conforme à l'invention enroulé en hélice

suivant un cône.

La cathode 30 représentée figure 2 est constituée de deux électrodes 31, 33 en regard et d'un filament conducteur 35 relié par une de ses extrémités 32 à l'électrode 31 et par son autre extrémité 34 à l'électrode 33.

Les deux électrodes 31 et 33 sont constituées respectivement par un demi-cylindre en regard l'un de l'autre de façon à former un cylindre fendu selon deux génératrices opposées, le gaz à ioniser traversant ce cylindre. Ce cylindre a par exemple un diamètre de 40 mm et une longueur de 70 mm.

Le filament 35 est enroulé en hélice (voir figure 3) suivant un cône d'angle au sommet compris entre des valeurs de l'ordre de 7 à 15° et une longueur par exemple de 15 mm. Ce filament est situé aux extrémités de sortie du gaz des première et deuxième électrodes et il est parcouru par le gaz à partir du sommet du cône qu'il forme.

Les deux électrodes sont de préférence en titane. En effet, le titane permet d'obtenir un faisceau d'ions plus pur que le nickel employé dans l'art antérieur.

D'autre part, le filament est de façon avantageuse en tantale, celui-ci ayant une durée de vie de 5 à 10 fois supérieure à celle d'un filament en tungstène employé dans les mêmes conditions. En effet, l'usure du filament est essentiellement due à la pulvérisation cathodique, or la pulvérisation cathodique du tungstène est supérieure à celle du tantale. Par ailleurs, la résistivité du tantale étant supérieure à celle du tungstène, on utilise un filament de diamètre environ 0,7 mm au lieu de 0,5 mm pour un filament en tungstène de l'art antérieur.

L'axe du cône constitué par le filament est confondu avec l'axe longitudinal du cylindre créé par les deux électrodes 31, 33 ; cette disposition particulière permet d'augmenter également la durée de vie du filament d'un facteur de l'ordre de 4 à 5.

Ainsi, par exemple, pour un filament en tantale parcouru par du xénon qui est un gaz ayant un fort taux de pulvérisation la durée de vie du filament dépasse un mois.

D'autre part, un générateur de tension 37 et un interrupteur 39 en série sont connectés entre les deux extrémités du filament.

Dans le cas de l'utilisation de cette cathode 30 dans un duoplasmatron, elle est montée sur le support 2 de la figure 1 à la place de la cathode 1. La partie inférieure des électrodes 31 et 33 étant reliée au filament 35.

Les première et deuxième électrodes et le support sont réalisés de préférence en une pièce unique mais bien entendu les première et deuxième électrodes peuvent être également rapportées sur le support. Ce support est de façon avantageuse

également en titane.

Une différence de potentiel  $V_a-V_c$  est appliquée entre les électrodes 31 et 33 et l'anode 5 par le générateur de tension 23 et une tension  $V_i$  est appliquée comme précédemment à l'électrode intermédiaire 3.

Lorsque l'interrupteur 39 est fermé, une tension  $V_s$  est appliquée aux extrémités du filament par le générateur 37. Dans ce cas, le duoplasmatron fonctionne en cathode chaude. En effet, le filament parcouru par un courant dégage de la chaleur par effet Joule. Ce filament émet alors des électrons qui vont ioniser des atomes de gaz. Les ions formés vont être confinés comme décrit précédemment dans des champs électriques et magnétique avant d'être extraits du duoplasmatron.

La différence de potentiel  $V_a-V_c$  appliquée entre les première et deuxième électrodes et l'anode est de l'ordre de quelques dizaines de volts, la tension  $V_s$  appliquée entre les deux extrémités du filament est de l'ordre de quelque 0,1 volt et le courant circulant dans le filament est de l'ordre de quelques Ampères.

En fonctionnement en cathode chaude, les électrons sont émis essentiellement par le filament. La quantité d'électrons émis par la première et la deuxième électrodes est très faible du fait de la différence de potentiel  $V_a-V_c$  faible.

Lorsque l'interrupteur 39 est ouvert, la tension appliquée au filament 35 est nulle, aucun courant ne circule dans le filament : le duoplasmatron fonctionne en cathode froide. Dans ce cas, pour que les première et deuxième électrodes émettent suffisamment d'électrons pour ioniser le gaz, une différence de potentiel  $V_a-V_c$  de l'ordre de 300 à 500 volts est appliquée entre l'anode et la première et la deuxième électrodes.

On a décrit l'utilisation d'une cathode conforme à l'invention servant de cathode froide ou de cathode chaude dans un duoplasmatron, mais bien entendu, l'invention s'applique à toutes les sources d'ions utilisant une cathode froide ou chaude.

Par ailleurs, les dispositifs électriques associés au duoplasmatron et en particulier à la cathode conforme à l'invention décrits précédemment sont très simplifiés, d'autres dispositifs plus complexes peuvent être utilisés sans sortir du cadre de l'invention tel que défini dans la revendications.

## Revendications

1. Dispositif utilisable pour ioniser un gaz comprenant une cathode (30) et une anode (5) en regard, le gaz à ioniser traversant successivement la cathode et l'anode, caractérisé en ce que la cathode (30) est formée d'une première et d'une deuxième électrodes (31, 33) qui sont des demi-cylindres disposés en regard de fa-

gon à former un cylindre fendu selon deux de ses génératrices opposées, le gaz à ioniser passant entre lesdites électrodes selon une direction essentiellement parallèle à l'axe du cylindre, et d'un filament conducteur (35) relié par une première extrémité (32) à la première électrode (31) et par une deuxième extrémité (34) à la deuxième électrode (33) et situé entre lesdites électrodes, et en ce que le dispositif comprend :

- une première source de tension (23) reliée d'une part à l'anode (5) et d'autre part aux première et deuxième électrodes (31, 33) de la cathode (30);
  - une deuxième source de tension (37) reliée par un interrupteur (39) aux première et deuxième électrodes (31, 33).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filament (35) est relié aux extrémités de sortie du gaz à ioniser des première et deuxième électrodes (31, 33).
  3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le filament (35) est enroulé en hélice suivant un cône dont l'axe est confondu avec l'axe du cylindre, le gaz à ioniser parcourant ce cône à partir de son sommet.
  4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le cône a un angle au sommet allant de 7° à 15°.
  5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les première et deuxième électrodes (31, 33) sont en titane.
  6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le filament (35) est en tantale.
  7. Duoplasmatron caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
  8. Procédé d'utilisation du dispositif utilisable pour ioniser un gaz selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le dispositif fonctionnant en cathode froide, une différence de potentiel est appliquée entre l'anode (5) d'une part et les première et deuxième électrodes (31, 33) d'autre part.
  9. Procédé d'utilisation du dispositif utilisable pour ioniser un gaz selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce

que le dispositif fonctionnant en cathode chaude, une première différence de potentiel est appliquée entre l'anode d'une part et les première et deuxième électrodes (31, 33) d'autre part, et une deuxième différence de potentiel est appliquée entre la première et la deuxième extrémités du filament (32, 34).

## Claims

1. Apparatus usable for ionizing a gas comprising a facing cathode (30) and anode (5), the gas to be ionized successively traversing the cathode and the anode, characterized in that the cathode (30) is formed from first and second electrodes (31, 33), which are semi-cylinders arranged in facing manner so as to form a cylinder slit along two of its opposite generatrices, the gas to be ionized passing between the said electrodes in a direction essentially parallel to the axis of the cylinder, and a conductive filament (35) connected by a first end (32) to the first electrode (31) and by a second end (34) to the second electrode (33) and positioned between said electrodes, and in that the apparatus comprises a first voltage source (23) connected on the one hand to the anode (5) and on the other to the first and second electrodes (31, 33) of the cathode (30) and a second voltage source (37) connected by a switch (39) to the first and second electrodes (31, 33).
2. Apparatus according to claim 1, characterized in that the filament (35) is connected to the outlet ends for the gas to be ionized of the first and second electrodes (31, 33).
3. Apparatus according to either of the claims 1 and 2, characterized in that the filament (35) is helically wound to form a cone, whose axis coincides with the longitudinal axis of the cylinder, the gas to be ionized traversing said cone from its apex.
4. Apparatus according to claim 3, characterized in that the cone has an apex angle of 7 to 15°.
5. Apparatus according to any one of the claims 1 to 4, characterized in that the first and second electrodes (31, 33) are made from titanium.
6. Apparatus according to any one of the claims 1 to 5, characterized in that the filament (35) is made from tantalum.
7. Duoplasmatron, characterized in that it incor-

porates an apparatus according to any one of the claims 1 to 6.

8. Process for the use of the apparatus usable for ionizing a gas in accordance with any one of the claims 1 to 6, characterized in that the apparatus functions as a cold cathode, a potential difference being applied between the anode (5) on the one hand and the first and second electrodes (31, 33) on the other. 5 10
9. Process for the use of the apparatus usable for ionizing a gas according to any one of the claims 1 to 6, characterized in that the apparatus functions as a hot cathode and a first potential difference is applied between the anode on the one hand and the first and second electrodes (31, 33) on the other and a second potential difference is applied between the first and second ends of the filament (32, 34). 15 20

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung, die zum Ionisieren eines Gases verwendbar ist, mit einer Kathode (30) und einer gegenüberliegenden Anode (5), wobei das zu ionisierende Gas nacheinander die Kathode und die Anode passiert, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode (30) aus einer ersten und einer zweiten Elektrode (31, 33), die Halbzylinder sind, die einander gegenüberliegend derart angeordnet sind, daß sie einen entlang zweier seiner gegenüberliegenden Erzeugenden gespaltenen Zylinder bilden, wobei das zu ionisierende Gas zwischen den Elektroden entlang einer im wesentlichen zur Zylinderachse parallelen Richtung hindurchgeht, und einem Leiterdraht (35) besteht, der an einem ersten Ende (32) mit der ersten Elektrode (31) und an einem zweiten Ende (34) mit der zweiten Elektrode (33) verbunden ist und sich zwischen den Elektroden befindet, und dadurch, daß die Vorrichtung umfaßt:  
- eine erste Spannungsquelle (23), die auf der einen Seite mit der Anode (5) verbunden ist und auf der anderen Seite mit der ersten und zweiten Elektrode (31, 33) der Kathode (30) verbunden ist;  
- eine zweite Spannungsquelle (37), die über einen Schalter (39) mit der ersten und zweiten Elektrode (31, 33) verbunden ist. 25 30 35 40 45 50
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht (35) mit den Enden am Ausgang des zu ionisierenden Gases der ersten und zweiten Elektrode (31, 33) verbunden ist. 55
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht (35) in Schraubenform entlang eines Kegels aufgewickelt ist, dessen Achse mit der Achse des Zylinders zusammenfällt, wobei das zu ionisierende Gas diesen Kegel von seiner Spitze aus durchquert.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kegel einen Winkel an seiner Spitze besitzt, der zwischen 7° und 15° liegt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und zweite Elektrode (31, 33) aus Titan bestehen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Draht (35) aus Tantal besteht.
7. Duoplasmatron, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 umfaßt.
8. Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung, die zum Ionisieren eines Gases verwendbar ist, nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß, während die Vorrichtung mit kalter Kathode arbeitet, eine Spannungsdifferenz zwischen der Anode (5) auf der einen Seite und der ersten und zweiten Elektrode (31, 33) auf der anderen Seite angelegt wird.
9. Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung, die zum Ionisieren eines Gases verwendbar ist, nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß, während die Vorrichtung mit warmer Kathode arbeitet, eine erste Spannungsdifferenz zwischen der Anode (5) auf der einen Seite und der ersten und zweiten Elektrode (31, 33) auf der anderen Seite und eine zweite Spannungsdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Ende des Drahtes (32, 34) angelegt wird.

