

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt: 85400969.3

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup>: H 01 J 27/26

⑳ Date de dépôt: 15.05.85

③① Priorité: 16.05.84 FR 8407606

④③ Date de publication de la demande:  
18.12.85 Bulletin 85/51

⑧④ Etats contractants désignés:  
DE FR GB IT NL SE

⑦① Demandeur: OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES  
29, avenue de la Division Leclerc  
F-92320 Chatillon(FR)

⑦① Demandeur: UNIVERSITE DE PARIS-SUD  
15, rue Georges Clémenceau  
F-91405 Orsay(FR)

⑦② Inventeur: Slodzian, Georges  
15, rue Berlioz  
F-92330 Sceaux(FR)

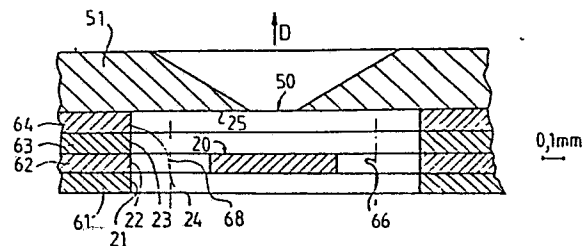
⑦② Inventeur: Daigne, Bernard  
47, Chemin de la Vallée aux Loups  
F-92290 Chatenay Malabry(FR)

⑦② Inventeur: Girard, François  
18, rue Ferrus  
F-75014 Paris(FR)

⑦④ Mandataire: Plaçais, Jean-Yves et al,  
Cabinet Netter 40, rue Vignon  
F-75009 Paris(FR)

⑤④ Source d'ions opérant par ionisation de surface, notamment pour la réalisation d'une sonde ionique.

⑤⑦ La source d'ions comporte une source de particules neutres, qui arrive sur un support d'ionisation réalisé à l'intérieur d'une enceinte fermée par un capuchon (51), et les parois latérales (21 à 24). Le capuchon (51) comporte un orifice (50), en regard duquel une plaque (62) définit une surface active principale d'ionisation (20). Un champ électrique est appliqué entre l'ensemble de ce dispositif et une électrode placée en aval de l'orifice (50) dans la direction (D), munie d'un orifice homologue. Dans son ensemble, le support d'ionisation définit, par la surface active (20), et par des trous tels que (66 et 68), percés de manière décalée dans la plaque (62), une chicane empêchant le passage direct des atomes neutres vers l'orifice de sortie (50), et contribuant à une excellente ionisation.



**FIG. 2A**

Source d'ions opérant par ionisation de surface, notamment pour la réalisation d'une sonde ionique.

L'invention concerne les sources d'ions opérant par ionisation de surface.

On connaît déjà des sources d'ions de ce type qui comprennent, sous vide, une source de particules neutres de même nature que les ions à produire, un support d'ionisation qui possède au moins une surface active propre à l'adsorption des particules neutres, suivie de leur désorption sous forme d'ions, des moyens pour amener les particules neutres vers le support d'ionisation, lequel les transforme en ions par adsorption/désorption, et des moyens de canaliser la plus grande partie des ions ainsi produits en un faisceau émis dans une direction choisie de l'espace.

Il est connu depuis longtemps qu'un atome peut désorber d'une surface chaude à l'état d'ion positif ou négatif. Les principaux paramètres qui régissent ce phénomène sont, d'une part, la température du support d'ionisation et le travail de sortie électronique, d'autre part la propension à l'ionisation de l'élément qui désorbe. Cette propension s'exprime par le potentiel d'ionisation ou par l'affinité électronique, suivant qu'il s'agit d'ionisation positive ou négative.

Le degré d'ionisation obtenu lors d'une telle désorption

est régi par la loi de Saha-Langmuir. Cette loi exprime une dépendance exponentielle en fonction de la différence entre le travail de sortie du support chauffé et le potentiel d'ionisation pour des ions positifs ou l'affinité électronique pour des ions négatifs.

Pour des ions à produire déterminés, un choix convenable du matériau du support d'ionisation permet d'obtenir une probabilité d'ionisation voisine de l'unité. La température du support n'a alors qu'une influence faible sur la probabilité d'ionisation. Par contre, elle intervient de façon déterminante dans le processus de désorption. En particulier, elle influe sur le temps de séjour d'un atome adsorbé à la surface du support.

Ainsi, une surface chaude qui reçoit par exemple un jet d'atomes alcalins tels que du potassium, du rubidium ou du césium, aura, en régime permanent, et dans une situation d'équilibre où il n'y a pas d'accumulation, une couverture (nombre d'atomes adsorbés par unité d'aire) qui dépendra du flux incident d'atomes neutres et de la température du support. Mais la présence de ces atomes adsorbés modifie alors le travail de sortie et peut donc influencer sur la probabilité d'ionisation, en particulier la faire décroître fortement. Il apparaît ainsi que les sources d'ions possèdent un fonctionnement complexe.

L'une des qualités principales des sources d'ions est leur brillance, qui peut être définie par l'expression :

$$dI = B \cdot ds \cdot d\Omega \cdot dE$$

où  $dI$  est l'intensité du faisceau émis par un élément de surface  $ds$  dans un angle solide  $d\Omega$  défini autour d'une direction caractérisée par des angles  $\theta$  et  $\phi$ , et dans une bande énergétique située entre  $E$  et  $E+dE$ . La brillance  $B$  est une fonction de  $\theta$ ,  $\phi$  et  $E$ .

Dans un exemple simplifié, on considère une surface plane émissive parallèle à une électrode plane percée d'un trou rond. Une tension  $V$  positive ou négative est établie entre la surface émissive et l'électrode placée au potentiel de la terre. On admet que  $B$  est indépendant de l'angle azimutal  $\phi$  et que sa dépendance en fonction de  $\theta$ , angle de la direction d'émission avec la normale, suit une loi de Lambert en cosinus  $\theta$ . La brillance  $B$  s'écrit alors :

$$10 \quad B = 1/\pi \cdot V/E_0 \cdot dJ_0/dE_0$$

où  $E_0$  est l'énergie initiale de la particule qui quitte la surface et  $J_0$  la densité du courant (intensité par unité de surface) des particules au niveau de la surface émissive.

15 On remarque sur cet exemple que les sources d'ions thermiques fournissent une faible valeur de l'énergie initiale  $E_0$  de l'ion quittant la surface. On note également l'importance de la fonction d'apport (qui définit le flux incident de particules neutres), puisque cette fonction d'apport contrôle  
20 la densité de courant  $J_0$ .

On connaît déjà des sources d'ions dans lesquelles l'organe ioniseur est une pastille de tungstène fritté. Une vapeur alcaline passe dans les interstices qui demeurent entre les  
25 grains de tungstène et la pastille est portée à une température de l'ordre de  $1200^\circ\text{C}$ , tout en se trouvant placée dans un champ électrique destiné à accélérer les ions qui émergent entre les grains. La source de particules neutres est un réservoir de césium liquide, dont la température est  
30 ajustée pour obtenir une pression de vapeur de césium suffisante pour forcer la diffusion de cette vapeur à travers les pores de la pastille de tungstène fritté. En effet, cette première source d'ions connue présente la particularité que les atomes à ioniser traversent le support d'ionisation.

35

Ce type de source d'ions permet d'atteindre des intensités élevées, sous réserve d'utiliser une grande surface émissive.

Cela en limite considérablement l'intérêt lorsque l'on veut produire une sonde ionique, c'est-à-dire une source d'ions fournissant un pinceau fin. En effet, il est a priori difficile de rendre petite la surface émissive, et il faut donc  
5 partir d'une surface relativement grande, dont une grande partie des ions qu'elle produit sont par la suite éliminés par des diaphragmes.

On connaît aussi des sources d'ions utilisant un filament  
10 chaud. Leur montage est analogue à celui d'un canon à électrons: un filament, replié en épingle à cheveux, est placé au centre d'un orifice circulaire percé dans une électrode qui joue le rôle d'écran et d'électrode de Wehnelt. Le filament et le Wehnelt sont portés à la haute tension positive  
15 et disposés en face d'une électrode au potentiel de la terre percée d'un trou circulaire (équivalent de l'anode d'un canon à électrons). L'espace entre le filament et cette "anode" est rempli par la vapeur de césium produite par un four annexe. Les atomes de césium qui s'ionisent sur la pointe  
20 du filament sont accélérés par le champ électrique et sortent par le trou de l'"anode", en semblant provenir d'une source virtuelle de petite dimension. Ce montage connu permet déjà d'obtenir une source suffisamment ponctuelle pour la réalisation d'une sonde ionique. Il présente cependant deux inconvénients majeurs: le premier est qu'au-delà de 5 kV, les  
25 claquages deviennent fréquents, pour des raisons difficiles à contrôler telles que la métallisation des isolants et des émissions électroniques parasites, et le second inconvénient est que la vapeur de césium s'échappe par le trou de  
30 sortie, et se condense dans d'autres parties de l'installation.

On connaît encore des sources d'ions dans lesquelles le support d'ionisation est agencé en une chicane, qui fait obstacle au passage des particules neutres dans le faisceau d'ions émis.

C'est le cas du certificat d'addition français N° 65 999, qui concerne un tube à décharge. La chicane, très simple, opère à la condition que les atomes neutres se propagent en ligne droite. Mais la source d'ions de ce document antérieur est peu brillante, sujette à dispersion énergétique élevée, et de dimensions assez grandes. De plus, il est estimé qu'elle est peu stable, et que des vapeurs vont se répandre à l'intérieur du tube à décharge, ce qui est admissible pour un tel tube.

10

Le brevet Etats-Unis 3 283 193 peut, sous certaines réserves, être considéré comme décrivant également une chicane, dans le contexte assez spécial de la production catalytique d'hydrogène naissant. Un bombardement électronique ionise une partie des atomes d'hydrogène avant qu'ils n'aient eu le temps de se recombiner en molécules. Là encore, il est clair que la source d'ions ainsi produite est peu brillante, large, et assez dispersée en énergie. Elle est aussi peu stable, et des vapeurs sont libérées hors de l'ioniseur lui-même, car peu d'atomes d'hydrogène sont effectivement ionisés.

20

Dans ces conditions, la présente invention vient fournir une nouvelle source d'ions qui offre, par rapport aux sources d'ions antérieurement connues, des avantages manifestes et en particulier les suivants :

25

- surface émissive de très faible dimension, à très grande brillance lorsque l'application le veut;

30

- absence de flux direct d'atomes ou particules neutres dans le reste de l'installation;

35

- utilisation d'une tension d'accélération supérieure à une dizaine de kilovolts sans provoquer de claquages;

- utilisation d'une source solide de particules neutres fonctionnant sous faible pression, évitant le recours à un métal liquide;

5 - faisceau d'ions stable et de faible dispersion énergétique;

- faisceau d'ions dont la géométrie est bien maîtrisée, ce qui permet d'éviter l'érosion des électrodes par pulvérisation cathodique.

10

L'invention part d'une source d'ions opérant par ionisation de surface, du type comprenant, sous vide,

15 - une source de particules neutres, de même nature que les ions à produire,

- des moyens définissant avec cette source un conduit fermé sauf en un orifice d'extrémité situé à l'opposé de ladite source,

20

- un support d'ionisation, qui possède en regard de l'orifice une surface active propre à l'adsorption des particules neutres, suivie de leur désorption sous forme d'ions, ce support d'ionisation formant une chicane qui fait obstacle au passage des particules neutres dans le faisceau d'ions émis, et

25

- des moyens de focaliser les ions ainsi produits à travers l'orifice en un faisceau émis dans une direction choisie de l'espace.

30

Selon une première caractéristique de l'invention, le support d'ionisation est défini par un empilement de pièces minces conductrices formant intérieurement un

35

passage cylindrique coaxial à l'orifice de sortie, et de section droite inférieure à celle dudit conduit fermé; la chicane est définie par le fait que l'une des pièces minces est une plaque percée de trous périphériques à l'intérieur du passage, qu'elle traverse, 5 tandis que sa partie centrale définit ladite surface active en regard de l'orifice de sortie; ceci réalise une chicane quasi-parfaite empêchant le passage direct des particules neutres dans le faisceau émis, sans 10 qu'elles n'aient frappé la surface active du support d'ionisation.

Selon un autre aspect de l'invention, le support d'ionisation est logé à l'intérieur d'un capuchon conducteur, 15 monté en bout dudit conduit, lequel est fermé complètement par le capuchon sauf en l'orifice de sortie de celui-ci. Les dimensions du conduit sont adaptées pour conserver l'effet de chicane obtenu dans le support d'ionisation.

20 Très avantageusement, les moyens de focalisation comprennent une électrode externe de focalisation, percée et agencée pour établir entre la surface active et l'orifice de sortie, un champ électrique propre à accélérer les ions pour constituer le faisceau d'émission. 25

Selon encore un autre aspect de l'invention, la différence de potentiel entre la surface active et l'électrode externe est de l'ordre de 10kiloVolts au moins, la 30 taille de l'orifice de sortie étant de quelques dixièmes de millimètres, et celui-ci étant évasé vers l'extérieur.

De préférence, la source d'ions comporte des moyens 35 propres à chauffer le support d'ionisation, de préfé-

rence à une température comprise entre 1000 et 1500°C.

Dans ces conditions, la source de particules neutres peut comprendre un composé solide propre à délivrer  
5 lesdites particules par pyrolyse et, de préférence, sans dégagement gazeux.

Selon un autre aspect encore de l'invention, la surface active du support d'ionisation est bombée, en regard  
10 de l'orifice de sortie.

Comme on le verra plus loin, cette source d'ions peut fonctionner notamment avec des atomes alcalins, ionisés positivement, ainsi qu'avec des atomes d'halogène  
15 ionisés négativement.

Un aménagement particulier de la surface active d'ionisation permet d'obtenir un faisceau qui est aussi riche en ions sur sa périphérie qu'en son centre ou,  
20 au contraire, un faisceau dont les ions sont essentiellement concentrés dans l'axe d'émission.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée  
25 qui va suivre, et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe verticale de la partie principale de la source d'ions selon l'invention;
- 30 - la figure 2A est un détail de la partie supérieure de la figure 1;
- la figure 2B est une vue de dessous du détail de la figure 2A;

- la figure 2C est une vue correspondant à la figure 2A, et montrant une variante de réalisation de l'invention;

5 - la figure 3 illustre de manière plus complète une source d'ions selon la présente invention; et

- les figures 4 et 4A illustrent une variante préférentielle de la source d'ions selon l'invention.

10

La géométrie de la source d'ions selon l'invention est essentielle. En conséquence, les dessins annexés font partie intégrante de la présente description, et pourront contribuer à la suffisance de celle-ci, ainsi

15

qu'à la définition de l'invention.

La source de particules neutres est désignée par 1. Elle comporte un récipient constitué d'une paroi latérale cylindrique 11 et d'un fond 12, solidaire d'un manchon 20 14 tourné vers le bas, et propre à se loger sur un support d'alumine 15. En dehors de ce support d'alumine 15, toutes les parties de la source d'ions sur les figures 1 et 2 sont métalliques.

25

Le récipient 1 est surmonté d'une cloche 31 communiquant avec un conduit métallique tubulaire 30 qui définit des moyens d'amenée 3 des particules neutres vers le support d'ionisation 2. La cloche 31 est vissée sur la paroi 11, avec interposition d'un joint en cuivre 19.

30

Dans le réservoir 1, on a représenté en 10 un composé solide sous forme compacte mais qui pourrait être sous la forme de particules discrètes, propre à produire par pyrolyse des vapeurs (ionisées ou non).

On considérera tout d'abord les ions alcalins positifs tels que les ions de césium, rubidium ou potassium. Ces ions sont intéressants car leur potentiel d'ionisation est plus petit que le travail de sortie de la plupart des métaux. Comme précédemment indiqué, la probabilité d'ionisation positive par désorption est alors voisine de l'unité.

Les atomes neutres correspondants (accompagnés éventuellement d'ions) peuvent être produits par pyrolyse d'un composé tel qu'un alumino-silicate, un iodure, ou un carbonate, par exemple. L'alumino-silicate est particulièrement avantageux en ce qu'il ne laisse que des résidus solides et ne produit pas de dégagements gazeux.

L'extrémité supérieure du tube 30 est munie d'un capuchon 51, qui la ferme complètement, sauf en un orifice de sortie 50 qui s'évase vers le haut selon une section droite en V aplati. La périphérie du capuchon s'étend axialement sur une longueur substantielle du tube 30. Une gorge usinée dans la paroi interne du capuchon en molybdène 51 loge un joint de nickel 53 formé par bombardement électronique pour obtenir une soudure.

L'ensemble de la source d'ions elle-même est portée par exemple à un potentiel de 10 kilovolts, qui peut être appliqué au tube 30, ou au niveau du réservoir 1 (figure 3). En regard de l'ouverture 50 est placée une électrode 55 mise au potentiel de la terre. La structure de cette électrode 55 sera décrite plus en détail en référence à la figure 3.

Ensemble, le capuchon 51, l'orifice 50 et l'électrode

55 définissent des moyens 5 de focaliser les ions produits en un faisceau qui est émis dans une direction choisie de l'espace.

5 La production même de ces ions est faite par un support d'ionisation désigné globalement par 2, et inséré entre le capuchon 51 et l'extrémité supérieure du tube 30. Ce support d'ionisation sera maintenant décrit en référence à la figure 2A. Il comporte, en appui sur le tube 30,  
10 une première rondelle annulaire 61, surmontée d'une plaque 62, percée de quatre trous 65 à 68, puis d'une deuxième rondelle 63, laquelle peut être encore surmontée d'une dernière rondelle 64, l'ensemble étant maintenu par la face inférieure 25 du dessus du capuchon 51.

15

Il a été observé par les inventeurs qu'en jouant sur la distance entre la plaque 62, et la face interne 25 du capuchon, le diamètre de l'orifice 50, ceux des trous 65 à 68, et le diamètre du cercle sur lequel se place  
20 l'axe de perçage de chacun de ces trous, on peut réaliser une chicane 6 quasi-parfaite, telle que les atomes d'alcalin issus du réservoir 1 ne puissent sortir de la source d'ions qu'après avoir frappé la surface 20 de la plaque 62 qui se trouve en regard de l'orifice de  
25 sortie 50. Ceci concerne du moins la très grande majorité des atomes ou particules neutres produits par la source 1.

Comme précédemment indiqué, les phénomènes qui interviennent sont complexes, et n'ont pu être entièrement expliqués à l'heure actuelle. Il semble que l'obtention d'une bonne chicane soit liée aux caractéristiques suivantes :

35 - Il n'y a pas (ou très peu) de possibilités de passage

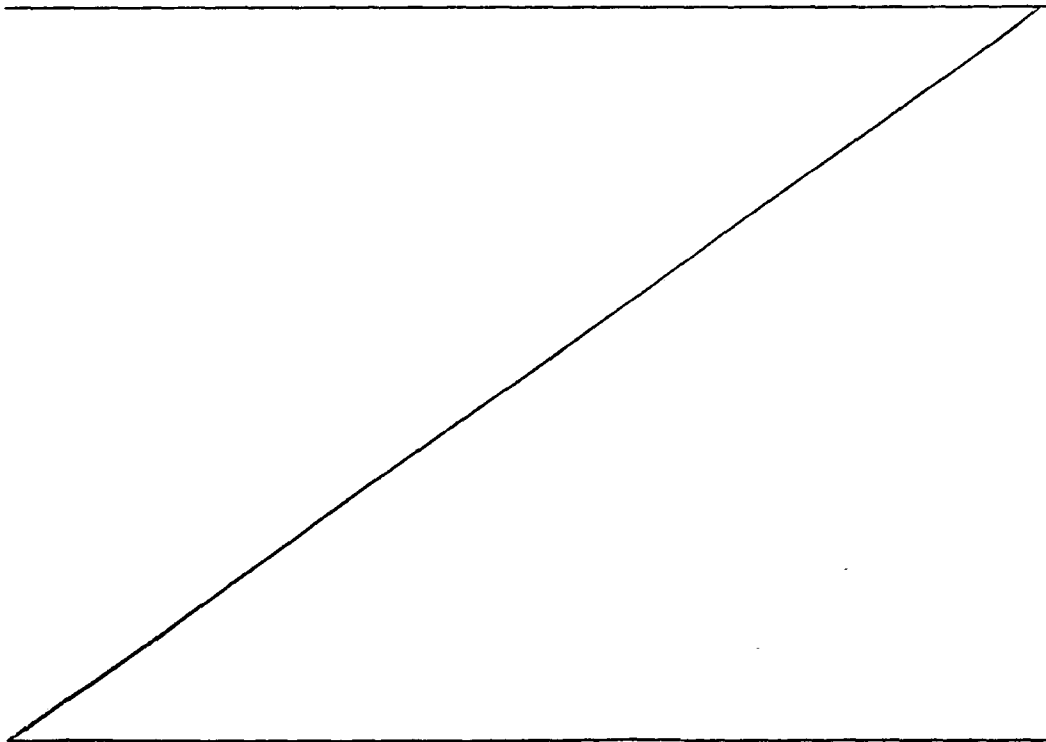
direct des atomes neutres depuis le conduit 30 jusqu'à l'ouverture 50.

5 - La chicane 6 est délimitée latéralement par les parois internes circulaires 21 à 24; elle est délimitée à son extrémité par la face radiale interne 25 du capuchon. Un atome neutre devra nécessairement subir un ou plusieurs chocs sur ces parois avant de rencontrer la surface active 20 qui assure, pour l'essentiel, l'émission ionique à travers l'orifice 50.

10

- La distance entre la surface 20 et la face 25 est rendue aussi faible que possible.

15 Intervient encore le libre parcours moyen des atomes neutres de la vapeur utilisée, ici une vapeur de césium. La relation entre ce libre parcours moyen qui est en principe assez grand, et la taille du conduit 30 ainsi que des éléments de la chicane



proprement dite n'a encore pu être établie.

On remarque d'ailleurs que les surfaces 21 à 24 ainsi que  
25 sont également réalisées en matériau métallique et, par  
5 conséquent, susceptibles, elles aussi, d'une adsorption/  
désorption génératrice d'ions. Les ions ainsi créés peuvent  
à nouveau s'adsorber/désorber sur la surface active princi-  
pale 20, ou éventuellement sortir par l'orifice 50, du moins  
pour certains d'entre eux. Le cône de matière du capuchon  
10 51 et qui définit l'orifice 50, possède ici un angle de 30°. Ceci  
laisse la place à des trajectoires ioniques assez incli-  
nées, au départ, par rapport à la direction principale d'émis-  
sion D de la figure 2A. Le champ électrique appliqué, qui  
accélère les ions dans la direction D, infléchit bien sûr  
15 cette trajectoire pour qu'elle revienne par la suite sur l'axe.

Par ailleurs, on note que le passage direct de particules  
neutres entre le tube 30 et l'orifice 50 pourrait être rendu  
impossible par suppression de la rondelle 24, qui, comme les  
20 autres organes empilés 21 à 23, possède une épaisseur de 0,1mm.  
Ceci diminue encore la distance entre les surfaces 20 et 25.

Dans le mode de réalisation décrit, la chicane est fournie  
essentiellement par le fait que la plaque 62 possède quatre  
25 trous 65 à 68, décentrés et percés de manière régulièrement  
répartie. Bien entendu, cette réalisation n'est pas limita-  
tive. On peut prévoir un plus grand nombre de trous, éventuel-  
lement placés de manière irrégulière, pourvu qu'ils soient  
convenablement décentrés. On peut encore faire des évidements  
30 annulaires dans la plaquette 62, en réservant des attaches  
nécessaires pour le maintien de sa partie centrale 20.

Pour la plupart des applications, il est nécessaire que  
l'extrémité du tube 30, le capuchon 51, et la plaque 62 (de  
35 même que les rondelles 61, 63 et 64) soient chauffés à une  
température comprise entre 1000 et 1500°C. Le réservoir 1  
doit pour sa part être chauffé pour permettre la pyrolyse du

composé qu'il contient. Ce chauffage peut être indépendant du précédent.

Dans le mode de réalisation illustré (figure 3), le chauffage  
5 est assuré par bombardement électronique au moyen d'un filament F, alimenté de manière réglable en courant électrique pour être porté à la température voulue. Un chauffage indépendant du réservoir n'est alors pas indispensable, car la section et la longueur du tube 30 peuvent être prévues de  
10 manière que la fuite thermique intervenant lors du chauffage du support d'ionisation lui-même suffise à alimenter le réservoir 1 avec l'énergie nécessaire pour porter le composé (alumino-silicate de césium) qu'il contient à une température adéquate.

15

Il est maintenant fait référence à la figure 3. Celle-ci fait apparaître un support métallique 80 sur lequel est montée une entretoise d'alumine 81, qui soutient à son tour une  
20 électrode métallique 82, protégée par un écran thermique 83.

20

On reconnaît au centre les éléments 14, 15, 1, 3 et 51 de la source d'ions proprement dite. On distingue autour le filament F et son alimentation par une liaison électrique 86 traversant l'alumine 81.

25

Au-dessus de la source d'ions est placée l'électrode 55, qui revêt ici une forme annulaire percée d'un trou central 58 pour le passage des ions produits. Légèrement en aval de ce trou 58, l'électrode 55 supporte un écran thermique de  
30 tantale 56 percé d'un trou central. Encore vers l'aval, une fixation 59 de l'électrode 55 mise à la terre supporte une lentille schématisée en 90, et recevant une alimentation en haute tension positive 95. Enfin, du côté bas, l'électrode  
35 55 est reliée à une enceinte schématisée en 89, isolant la source d'ions de l'ambiance, et permettant d'y faire le vide partiel souhaitable pour son fonctionnement.

La lentille 90 est choisie suivant l'utilisation pour laquelle est prévue la source d'ions. Pour une sonde ionique, la lentille 90 sert à créer une image réelle de la source ponctuelle virtuelle que constitue la source d'ions de l'invention.

Les expérimentations qui ont été menées ont pu montrer que la source virtuelle obtenue à l'aide de cette source d'ions possède un diamètre de l'ordre de 50  $\mu\text{m}$ , pour les dimensions illustrées sur les dessins.

Ce montage possède par rapport à l'art antérieur les avantages qui ont été exposés plus haut.

Le coeur de la sonde est constitué par le capuchon 51, la chicane, qui doit être la plus mince possible (distance entre les surfaces 20 et 25), et l'électrode d'extraction 55 dont le rôle est d'établir un champ électrique le plus grand possible au niveau de la surface 20 de l'ioniseur pour assurer l'extraction des ions. En effet, un champ extracteur très fort permet d'obtenir une grande brillance sans qu'il soit nécessaire d'augmenter le diamètre de l'orifice 50.

En fonctionnement avec un champ extracteur élevé, il a été observé que des ions du faisceau émis peuvent venir frapper la paroi de l'électrode de focalisation 55 autour de son trou 58. L'électrode 55 est faite d'un matériau, comme le Tantale, émettant peu d'ions négatifs sous l'effet du bombardement des ions positifs du faisceau. Mais ce bombardement ionique positif va créer des électrons qui reviennent bombarder le capuchon 51 à + 10 kV.

Ce phénomène parasite crée un chauffage supplémentaire

du capuchon (et de l'ensemble de l'ioniseur). Ceci accroît le débit de l'alimentation, et peut rendre impossible le contrôle de la température de l'ioniseur.

- 5 Une variante préférentielle illustrée aux figures 4 et 4A tire avantage du phénomène parasite qui vient d'être décrit.

10 Sous l'électrode 55, et autour de son orifice 58, on place un insert isolant 57A supportant une électrode annulaire 57 dont le bord interne, libre, est coaxial à l'orifice 58;

15 En appliquant à cette électrode supplémentaire 57 une tension de polarisation  $P = - 320$  V environ, on bloque les électrons secondaires (et les quelques ions secondaires négatifs) dus au bombardement de l'électrode de focalisation 55 par les ions primaires positifs.

20 Mieux, en appliquant au contraire à l'électrode supplémentaire 57 une tension  $P = + 320$  V environ, on focalise lesdits électrons secondaires (voire les ions secondaires) sur la surface 20 de l'ioniseur, comme schématisé sur la figure 4A.

25

Le fonctionnement de la source d'ions est alors lancé par chauffage du capuchon 51 à l'aide du filament F, comme précédemment. Ensuite, on règle la polarisation de l'électrode supplémentaire 57 pour focaliser les  
30 électrons secondaires sur la surface ionisante 20. On peut alors arrêter le chauffage par le filament F, ou le diminuer pour un chauffage d'appoint assurant la compensation des pertes thermiques des parois externes de l'ensemble ioniseur (organes 1 à 5).

On décrira maintenant différentes variantes de l'invention.

Dans ce qui précède, le rôle de surface active de l'ioniseur est joué essentiellement par la surface 20. Mais ce rôle peut être joué aussi, dans une certaine mesure, par n'importe quelle surface du même métal portée à une température suffisante, ce qui est le cas pour la face interne 25 du capuchon, et pour les surfaces latérales 21 à 24, comme précédemment indiqué. Les ions ainsi produits latéralement peuvent aller sur la surface active 20, repartir dans le même état (d'ions) et subir ensuite l'accélération qui les fera sortir par l'orifice de sortie 50, puis par le trou 58 (figure 3).

15

Toutefois, les ions qui sont émis par la surface 25, dans sa couronne circulaire proche du trou 50, voient un champ électrique qui peut leur imprimer une trajectoire incurvée, qui les mène sans autre impact jusqu'à sortir par les trous 50 et 58.

20

Ceci n'altère pas la petite taille de la source virtuelle obtenue selon l'invention. Cet effet paraît plutôt de nature à renforcer l'intensité délivrée par cette source.

25

Il en résulte cependant que le faisceau d'ions émis ne possède pas une distribution sensiblement gaussienne centrée sur sa direction principale D, mais au contraire une distribution assez large, plutôt renforcée, sur une couronne périphérique de ce faisceau;

30

Dans l'application à une sonde ionique, on est amené à diminuer la taille de la source virtuelle par un système optique réducteur composé d'une ou plusieurs lentilles électrostatiques (90). En raison de l'invariant

35

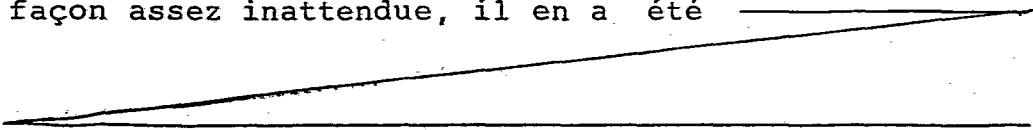
optique, toute réduction de taille du faisceau par ce moyen produit une augmentation de l'angle d'ouverture et par suite, une augmentation des aberrations d'ouverture, ce qui va à l'encontre du but, à savoir produire  
5 une sonde de petite taille. Cet effet oblige à réduire l'angle d'ouverture, par interposition de diaphragmes convenablement disposés. Dans ces conditions, comme les ions issus de la couronne circulaire précitée n'alimentent pas les angles d'ouverture les plus petits, ils  
10 ne sont pas utiles à la création d'une sonde ionique.

Pour cette application, l'invention prévoit (figure 2C) que l'on place sur la face interne 25 du capuchon un disque mince d'hexaborure de lanthane, noté 64A, et per-  
15 cé d'un trou central sensiblement de même taille que l'orifice 50. Le disque 64A peut être remplacé par un dépôt d'hexaborure de lanthane réalisé par évaporation sous vide. L'épaisseur étant moindre, le champ électrique d'extraction est augmenté.

20

Contrairement aux métaux, l'hexaborure de lanthane possède un travail de sortie plus faible que l'énergie d'ionisation du césium (par exemple). Il en résulte que les atomes de césium ayant frappé le disque d'hexaborure de lanthane repartent sous forme d'atomes neutres,  
25 et viennent alors frapper la surface actie 20A, qui est la seule surface ionisante.

On pouvait craindre, en agissant ainsi, de perdre  
30 dans le faisceau d'ions produits la contribution qui intervenait précédemment du fait de la couronne de la pièce 25 et qui entoure l'orifice 50. De façon assez inattendue, il en a été



tout autrement : les conditions d'alimentation de la surface active 20A en atomes d'alcalin se sont modifiées dans un sens favorable à l'amélioration de la brillance de la source. Ceci n'est pas entièrement expliqué, mais peut tenir à d'autres effets, dont l'émission électronique de l'hexaborure de lanthane, et la différence de potentiel de contact entre ce corps et celui de la plaque, qui crée un champ électrique entre la face interne de la plaque 64A et la surface active 20A. Il se peut qu'interviennent également des effets de charges d'espace, qui seraient différents avec la disposition de la figure 2A et celle de la figure 2C.

D'un autre côté, il s'est avéré que l'on pouvait augmenter encore le caractère ponctuel de la source obtenue, en bombant autant que possible la surface active 20A de la plaque 62. En d'autres termes, on donne à cette surface 20A (ou à la surface 20 de la figure 2A) une forte convexité tournée vers l'orifice 50.

Le faisceau d'ions ainsi obtenu convient alors particulièrement bien pour la réalisation d'une sonde ionique.

En d'autres applications, on peut rechercher à produire un faisceau conique creux au centre. Il conviendrait alors de remplacer la plaque 62, du moins au niveau de la surface 20, par une plaque en hexaborure de lanthane, et de faire jouer le rôle de support d'ionisation exclusivement à la couronne circulaire de la surface 25 qui entoure l'orifice 50.

Dans ce qui précède, on a examiné la production d'ions positifs. La source de l'invention permet également la production d'ions négatifs, en faisant passer bien entendu à - 10 kiloVolts la tension entre l'ioniseur et l'électrode 55. Dans ce cas, l'électrode supplémentaire 57, polarisée à + 320 V, sert au blocage des ions positifs.

On remarque immédiatement que la dernière variante de la figure 2A qui vient d'être décrite possède une surface 25 métallique et une surface 20 en hexaborure de lanthane. Pour des ions négatifs, relatifs à des éléments dont l'affinité

électronique est élevée, on produira alors un faisceau d'ions partant de la surface 20. Ce faisceau d'ions est du type très ponctuel convenant pour les sondes ioniques. Par exemple, on place dans le réservoir des cristaux d'iode, qui produisent une vapeur d'iode par chauffage léger. Les atomes d'iode ne s'ionisent pas sur le métal, alors qu'ils le feront sur l'hexaborure de lanthane.

Si, inversement, on souhaite un faisceau d'ions iode conique et creux au centre, on utilisera alors un montage tel que celui de la figure 2C, où la surface 20A n'a cependant plus besoin d'être bombée.

Enfin, s'il est intéressant de fournir un faisceau très intense, possédant des ions aussi bien au centre qu'en périphérie, on peut encore utiliser le montage de la figure 2C, mais en utilisant de l'hexaborure de lanthane non seulement pour la plaque 64A, mais aussi pour la surface active 20A, qui, dans ce dernier cas, peut à nouveau être bombée.

Plus généralement, des ions négatifs pourront être créés à partir d'halogènes, à savoir non seulement d'iode, mais aussi de chlore par exemple. Il est également envisageable de produire des ions négatifs à partir d'atomes alcalins, quoique leur intérêt soit alors plus limité.

En règle générale, la probabilité d'ionisation, pour des ions positifs, est grande lorsque le matériau de la surface active possède, pour ces ions, un travail de sortie supérieur à leur potentiel d'ionisation.

Pour des ions négatifs, il est souhaitable que le matériau de la surface active possède, pour ces ions, un travail de sortie inférieur à leur affinité électronique.

Dans ce qui précède, on a attaché une grande importance à la probabilité d'ionisation ou à l'affinité électronique.

Cela est souhaitable lorsqu'on désire construire une source d'ions de forte brillance, qui forme une sorte de canon à ions.

5 Une application assez différente consiste à utiliser la source d'ions placée à l'entrée d'un spectromètre de masse pour analyser un matériau inconnu. Ce matériau est placé dans le réservoir 1, chauffé, et dégage des atomes (neutres ou déjà ionisés) qui représentent la nature dudit matériau. Ces  
10 ions peuvent très bien être transformés en faisceau en utilisant une source selon la présente invention. Dans une telle application, la brillance de la source importe beaucoup moins. Par contre, les autres avantages demeurent, à savoir :

15 - le fait qu'une pression de vapeur importante n'est pas requise au niveau de la source de particules neutres;

- la maîtrise de la géométrie du faisceau et le fait que la surface émissive d'ions est petite;

20

- le fait que toute atome neutre est obligé de rencontrer l'ioniseur avant de sortir de la source;

- la possibilité d'utiliser des tensions d'accélération  
25 importantes.

On notera que la géométrie de l'orifice 50 n'est pas forcément circulaire. Cette géométrie peut dépendre de la forme du faisceau d'ions qui est désirée pour travailler en aval.

30

On notera, en outre, que la source d'ions vient d'être décrite dans son utilisation en position verticale. Pour une utilisation inclinée ou horizontale, la disposition relative des éléments est bien entendu conservée mais la source de neutres  
35 1 sera aménagée en conséquence pour contenir le composé solide 10.

## Revendications.

1.. Source d'ions opérant par ionisation de surface, du type comprenant, sous vide,

5

- une source (1) de particules neutres, de même nature que les ions à produire,

10

- des moyens (3,5) définissant avec cette source (1) un conduit fermé (30) sauf en un orifice d'extrémité (50) situé à l'opposé de ladite source (1),

15

- un support d'ionisation (2), qui possède en regard de l'orifice (50) une surface active (20) propre à l'adsorption des particules neutres, suivie de leur désorption sous forme d'ions, ce support d'ionisation formant une chicane (6) qui fait obstacle au passage des particules neutres dans le faisceau d'ions émis, et

20

- des moyens (5) de focaliser les ions ainsi produits à travers l'orifice (50) en un faisceau émis dans une direction choisie (D) de l'espace,

25

caractérisé en ce que le support d'ionisation (2) est défini par un empilement de pièces minces conductrices (61 à 64) formant intérieurement un passage cylindrique (21 à 24) coaxial à l'orifice de sortie, et de section droite inférieure à celle dudit conduit fermé (3), et en ce que la chicane (6) est définie par le fait que l'une

30

(62) des pièces minces est une plaque percée de trous périphériques (65,68) à l'intérieur du passage, qu'elle traverse, tandis que sa partie centrale définit ladite surface active (20) en regard de l'orifice de sortie (50), ce qui réalise une chicane quasi-parfaite empêchant le passage direct des particules neutres dans le faisceau émis, sans qu'elles n'aient frappé la surface active (20,25) du support d'ionisation.

35

0165140

2. Source d'ions selon la revendication 1, caractérisée en ce que le support d'ionisation (2) est logé à l'intérieur d'un capuchon conducteur (51), monté en bout dudit conduit (30), lequel est fermé complètement par le capuchon (51) sauf en l'orifice de sortie (50) de celui-ci.

3. Source d'ions selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens (5) de focalisation comprennent une électrode externe de focalisation (55), percée (58) et agencée pour établir entre la surface active (20) et l'orifice de sortie (50), un champ électrique propre à accélérer les ions pour constituer le faisceau d'émission.

4. Source d'ions selon la revendication 3, caractérisée en ce que la différence de potentiel entre la surface active (20) et l'électrode externe (55) est de l'ordre de 10 kiloVolt au moins, la taille de l'orifice de sortie (50) étant de quelques dixièmes de millimètres, et celui-ci étant évasé vers l'extérieur.

5. Source d'ions selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens (F, 86) propres à chauffer le support d'ionisation (2), de préférence à une température comprise entre 1000 et 1500°C.

6. Source d'ions selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le conduit (30) reliant la source (1) de particules neutres au support d'ionisation (2) est de dimensions choisies pour préserver l'effet de chicane.

7. Source d'ions selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la source de particules neutres (1) comprend un composé propre à délivrer lesdites particules par pyrolyse.

8. Source d'ions selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour chauffer séparément la source de particules neutres.

9. Source d'ions selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la surface active (20A) du support d'ionisation est très bombée en regard de l'orifice de sortie.

5

10. Source d'ions selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les particules sont des atomes d'un alcalin.

10

11. Source d'ions selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les particules sont des atomes d'un halogène.

15

12. Source d'ions selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que, les ions étant positifs, le matériau de la surface active possède, pour ces ions, un travail de sortie supérieur à leur potentiel d'ionisation.

20

13. Source d'ions selon la revendication 12, caractérisée en ce que les ions sont de Césium, Rubidium ou Potassium, et en ce que la surface active est métallique.

25

14. Source d'ions selon la revendication 13, caractérisée en ce que la face interne du capuchon (51) comporte un disque mince d'hexaborure de lanthane (64A) percé d'un trou central correspondant à l'orifice de sortie (50).

30

15. Source d'ions selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que, les ions étant négatifs, le matériau de la surface active possède, pour ces ions, un travail de sortie inférieur à leur affinité électronique.

35

16. Source d'ions selon la revendication 15, caractérisée en ce que les ions sont d'iode ou de chlore, et en ce que la surface active est en un matériau à faible travail de sortie tel que l'hexaborure de lanthane.

17. Source d'ions selon l'une des revendications 3, 4 ou 5 à 16, prise en dépendance de la revendication 3, caractérisée en ce que l'électrode de focalisation (55) est munie en amont d'une électrode supplémentaire (57) permettant de contrôler le retour, vers le support d'ionisation, de particules secondaires engendrées par suite du bombardement électronique de l'électrode de focalisation (55).
18. Source d'ions selon la revendication 17, caractérisée en ce que les ions primaires étant positifs, l'électrode supplémentaire (57) est polarisée pour bloquer le faisceau d'électrons secondaires.
19. Source d'ions selon la revendication 17, caractérisée en ce que les ions primaires étant positifs, l'électrode supplémentaire (57) est polarisée pour focaliser le faisceau d'électrons secondaires sur la surface active (30) du support d'ionisation, à travers l'orifice de sortie (50) du capuchon (51), ce qui assure, au moins en partie le chauffage de la source d'ions.
20. Source d'ions selon l'une des revendications 18 et 19, caractérisée en ce que l'électrode de focalisation (55) est en tantale.
21. Source d'ions selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte, en aval de l'orifice de sortie (50) et de l'électrode de focalisation (55), un système optique réducteur permettant son utilisation en sonde ionique très fine et très brillante.

FIG. 1

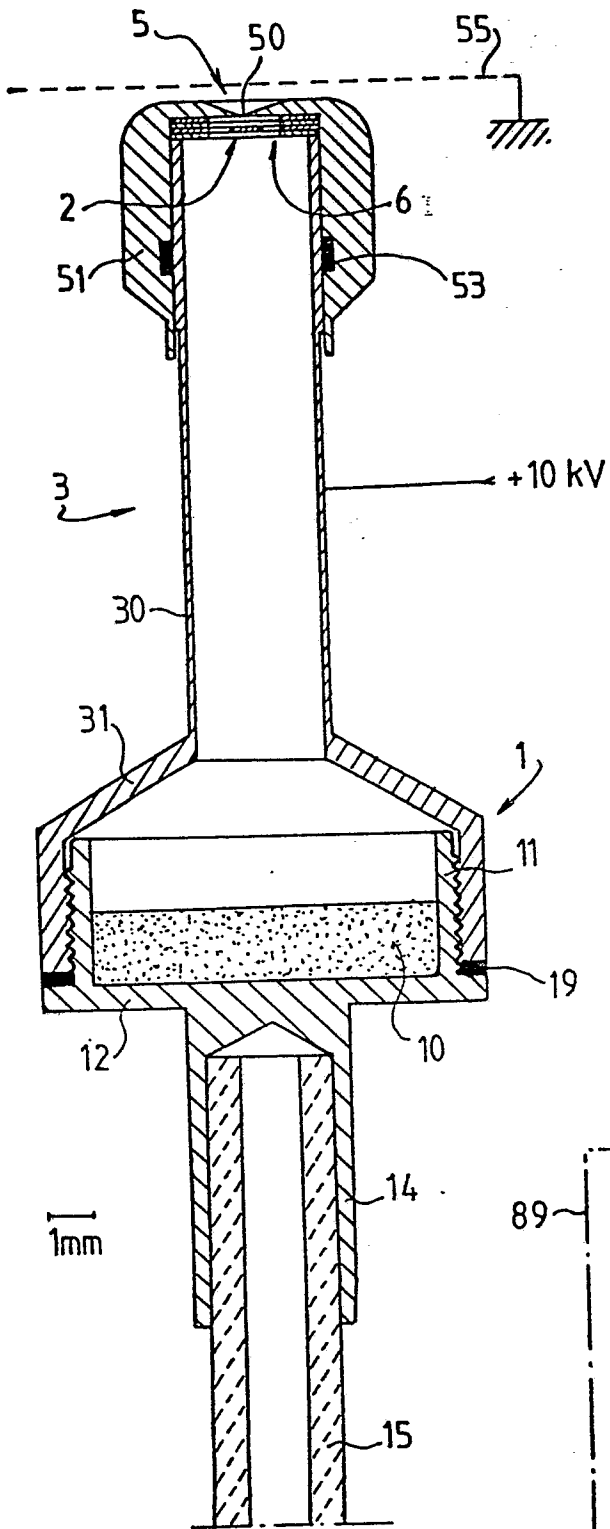


FIG. 3

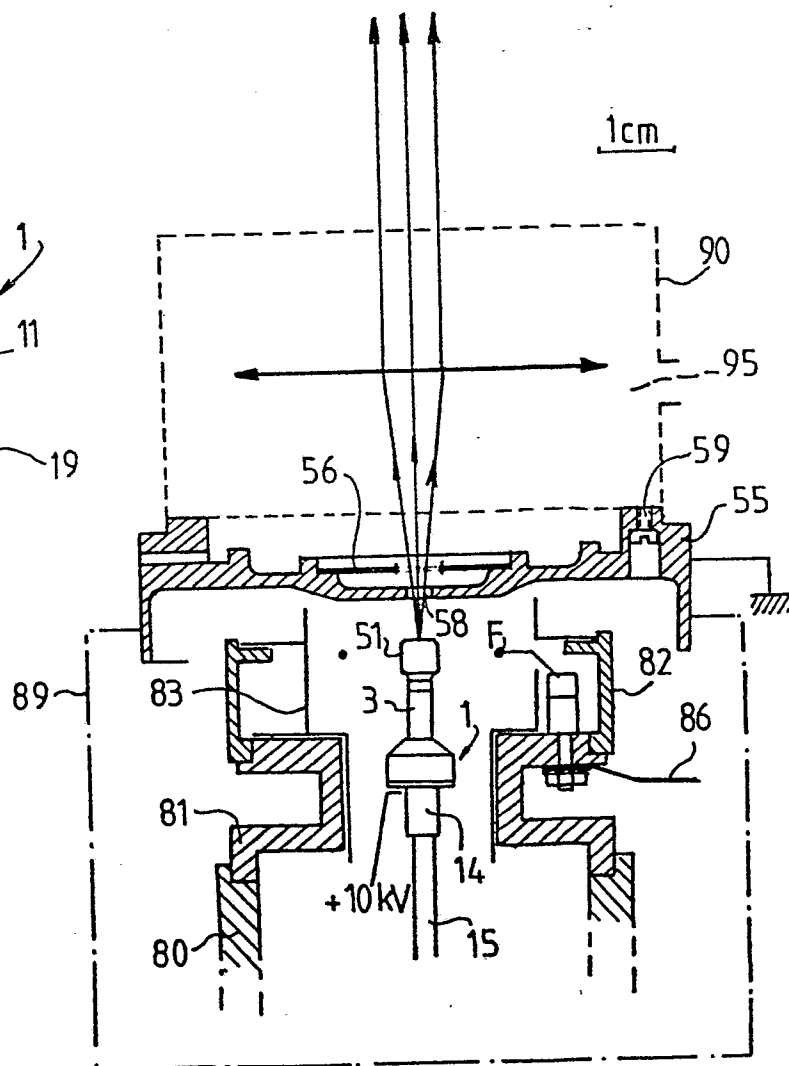


FIG. 2A

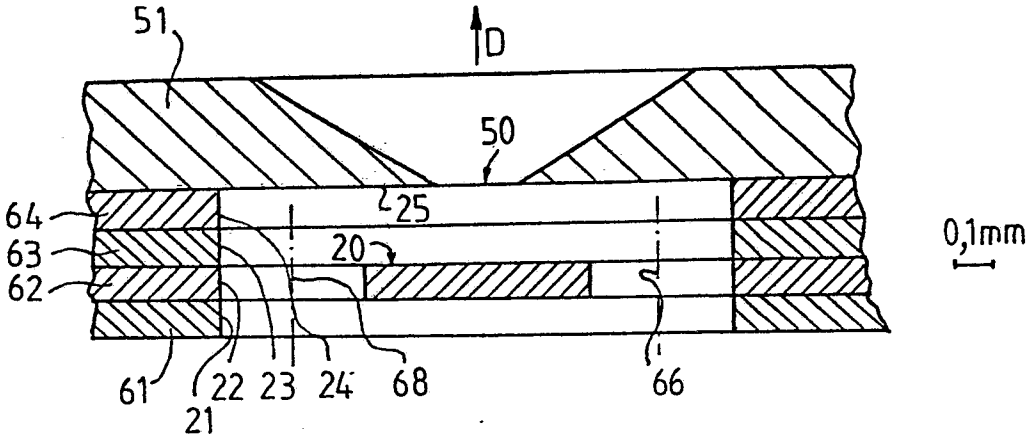


FIG. 2B

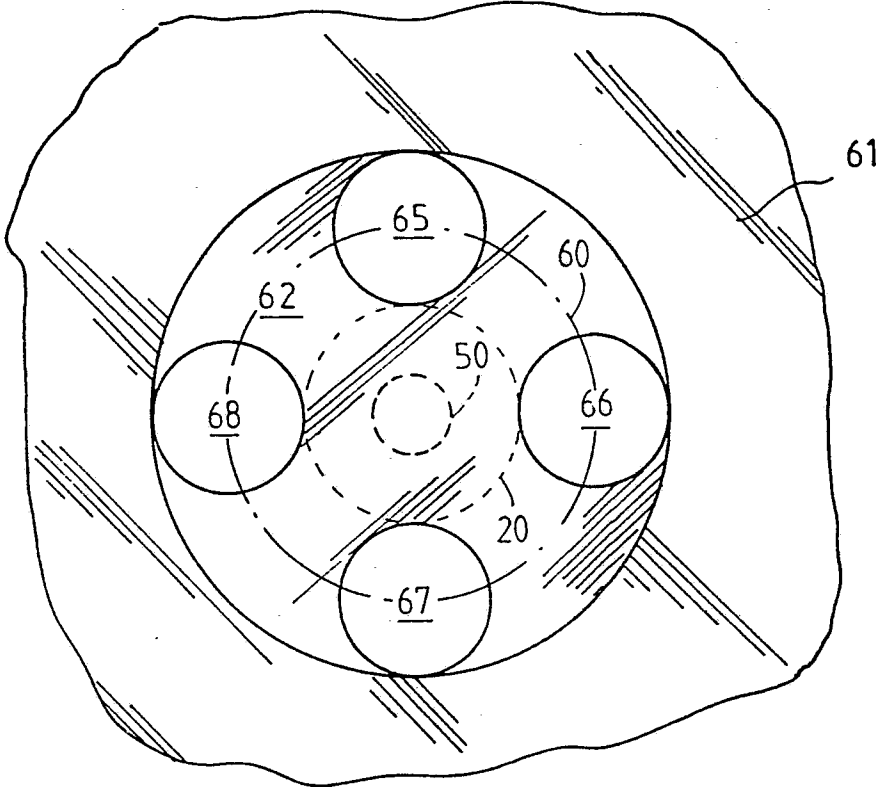


FIG. 2C

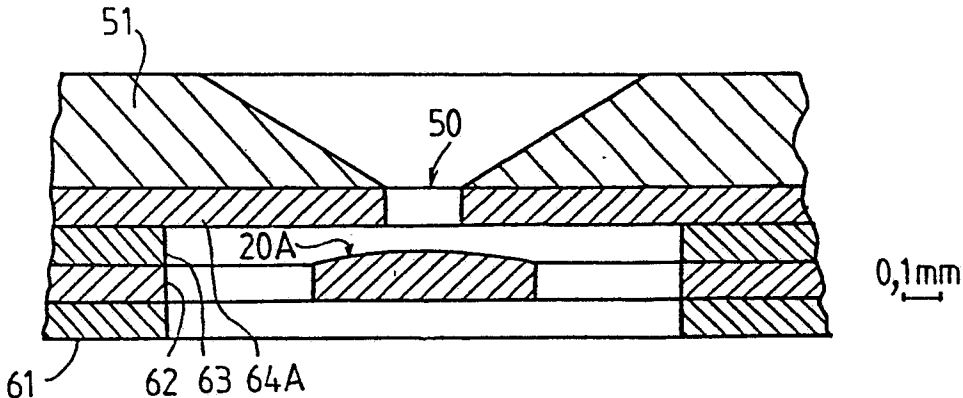


FIG. 4

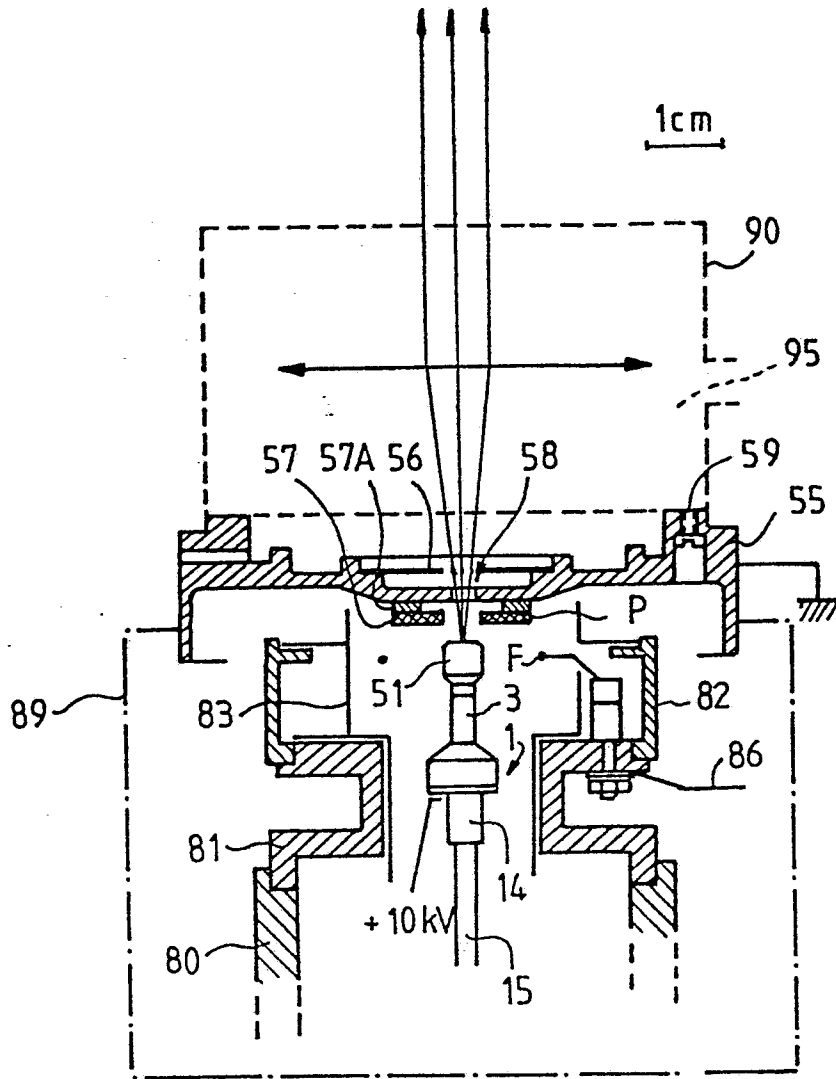
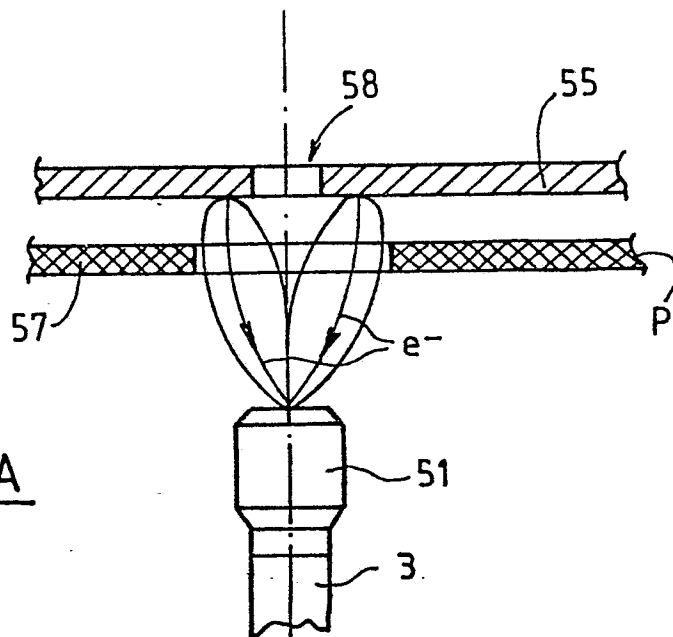


FIG. 4A





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.4)
D,X Y	FR-E- 65 999 (LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEES) * Page 7, lignes 10-25; page 1, colonne 1, ligne 31 - colonne 2, ligne 4; page 2, colonne 1, lignes 9-28; figures 2,3 *	1,2,8, 10,12, 13	H 01 J 27/26
A	---	3-5,7	
D,Y	US-A-3 283 193 (C.H. ELLISON) * Figure 4 *	1	
Y	--- NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS, vol. 185, nos. 1-3, juin 1981, pages 25-27, North Holland Publishing Company, Amsterdam, NL; J.H. WHEALTON: "Improvement of gas efficiency of negative ion sources" * Figure 4 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) H 01 J
A	--- REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, vol. 48, no. 2, février 1977, pages 171-172, American Institute of Physics, New York, US; N. KASHIHIRA et al.: "Source for negative halogen ions" * Page 171, colonne 1, lignes 24-36; figures 1,2 *	1,3-8, 11,14- 16	
	--- -/-		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-08-1985	Examineur GALANTI M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			



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. <sup>4</sup> )
A	APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 28, no. 5, 1 mars 1976, pages 292-294, American Institute of Physics, New York, US; I. RACHIDI et al.: "Surface ionization negative ion source" * Abrégé *	1,3-8, 11,14- 16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. <sup>2</sup> )
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-08-1985	Examineur GALANTI M.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			