

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **89403384.4**

51 Int. Cl.⁵: **H01J 27/18, H05H 1/18**

22 Date de dépôt: **06.12.89**

30 Priorité: **08.12.88 FR 8816141**

43 Date de publication de la demande:
20.06.90 Bulletin 90/25

84 Etats contractants désignés:
BE CH DE GB LI NL

71 Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE**
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris(FR)

72 Inventeur: **Jacquot, Bernard**
1 Boulevard Jomardière
F-38120 Saint Egreve(FR)

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

54 **Procédé et dispositif utilisant une source RCE pour la production d'ions lourds fortement chargés.**

57 Procédé de production d'ions utilisant une source d'ions de type "à plusieurs nappes magnétiques de résonance cyclotronique électronique" dans laquelle on injecte un faisceau d'électrons à l'intérieur de la cavité (10) hyperfréquence de la source d'ions, ces électrons possédant une énergie au moins égale à l'énergie du seuil d'ionisation des atomes à ioniser ; préférentiellement cette énergie est comprise entre trois et quatre fois l'énergie de ce seuil d'ionisation.

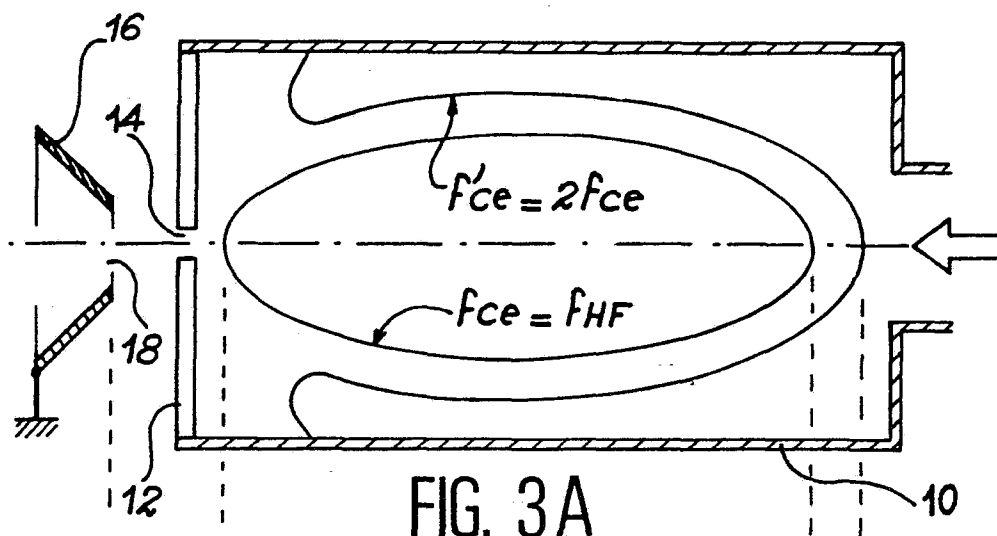


FIG. 3A

EP 0 374 011 A1

PROCEDE ET DISPOSITIF UTILISANT UNE SOURCE RCE POUR LA PRODUCTION D'IONS LOURDS FORTEMENT CHARGES.

La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif utilisant une source de type à résonance cyclotronique électronique pour la production d'ions lourds fortement chargés.

On entend par atomes lourds, des atomes qui comprennent plusieurs électrons ; les ions formés à partir de ces atomes sont utilisés notamment en physique atomique et nucléaire.

On sait que l'obtention d'ions peut s'effectuer à partir d'un gaz ou d'une vapeur métallique dont les atomes neutres sont ionisés par impacts d'électrons énergétiques.

Pour cela, on connaît un procédé, décrit dans le brevet FR-A-2 475 798, utilisant la résonance cyclotronique électronique (notée par la suite en abrégé RCE). Le gaz d'atomes neutres à ioniser est introduit dans une cavité hyperfréquence excitée par au moins une onde électromagnétique de haute fréquence fHF (de l'ordre de la dizaine de gigahertz et plus). Le champ électromagnétique de l'onde est alors associé à un champ magnétique ayant une composante axiale et une composante radiale.

L'amplitude du champ magnétique résultant est choisie de manière telle que la fréquence cyclotronique électronique fce, associée à ce champ magnétique $f_{ce} = \frac{eB}{2\pi m}$ où e est la charge de l'électron, m sa masse et B l'amplitude de l'induction magnétique) puisse égaler la fréquence du champ électromagnétique de l'onde hyperfréquence injectée dans la cavité. On réalise ainsi la condition de résonance cyclotronique électronique $f_{ce} = f_{HF}$.

La composante axiale est à symétrie de révolution et présente un gradient selon un axe traversant la cavité. Le champ magnétique est réglé de façon telle qu'il existe dans la cavité au moins une nappe magnétique complètement fermée et n'ayant aucun contact avec les parois de la cavité. Sur cette nappe magnétique, la condition de résonance cyclotronique électronique $f_{ce} = f_{HF}$ est partout satisfaite de manière à obtenir une ionisation du gaz la traversant.

Les électrons présents dans la cavité et ramenés dans la partie centrale par interaction avec le champ magnétique, bombardent les atomes neutres à de nombreuses reprises ; les ions formés sont aussi confinés dans la partie centrale de la cavité par le champ magnétique.

De cette manière, la densité d'atomes neutres au centre de la cavité est abaissée, ce qui diminue les effets de recombinaison.

Les ions formés sont extraits de la cavité par l'effet d'un champ électrique obtenu en maintenant

une différence de potentiel entre deux électrodes. Ces électrodes sont accolées à la cavité et percées d'une ouverture permettant le passage des ions. Un circuit de pompage assure l'évacuation des atomes neutres résiduels en continu. Ces électrodes sont fabriquées en matériau ne pouvant être aimanté (généralement en inox) de manière à ne pas perturber la distribution de champ magnétique à l'intérieur de la cavité.

L'article "source d'ions lourds CAPRICE 10 Ghz 2 wce", publié dans la revue Nuclear Instrument and Methods in Physics Research A269 (1988) 1-6, écrit par B. Jacquot et al. enseigne qu'une seconde nappe magnétique fermée ou non peut englober la première nappe. Sur cette seconde nappe la fréquence cyclotronique électronique est égale à 2fce.

La nappe fermée permet l'ionisation du gaz et la seconde favorise le confinement du plasma d'ions et d'électrons.

Dans les sources produisant des ions par RCE, des électrons créés par une ionisation préliminaire bombardent énergiquement les atomes du gaz introduit dans la cavité hyperfréquence.

Ces électrons, chauffés lors d'un processus de chauffage stochastique ont une énergie répartie suivant une distribution de Maxwell (distribution en cloche dissymétrique).

La figure 1 représente approximativement une distribution de Maxwell. Les abscisses représentent les énergies des populations d'électrons notées en keV. Les ordonnées représentent la distribution D de la densité électronique H.

La courbe en cloche dissymétrique en trait plein représente la distribution énergétique obtenue avec une excitation électromagnétique f1 (de l'ordre de 10 GHz).

La courbe passe par un maximum pour une valeur E0 de faible énergie électronique.

On sait que l'ionisation optimale des atomes d'un gaz est obtenue pour une valeur de l'énergie électronique Ei trois à quatre fois plus importante que l'énergie correspondant au seuil d'ionisation de ces atomes. Cette valeur Ei de l'énergie se situe généralement dans la "queue" énergétique de la distribution. Les électrons favorables à l'ionisation des forts états de charge sont répartis dans la zone hachurée sur la figure 1, zone centrée sur Ei. Par conséquent, très peu d'électrons contribuent au processus d'ionisation des forts états de charge.

L'article "The upgrading of the multiplied charged heavy-ion source minimafios" publié dans la revue Nuclear instruments and methods in physics research A243 (1986) 244-254, écrit par R. Geller

et al. enseigne un procédé pour augmenter la densité électronique globale. Il suffit pour cela d'augmenter la fréquence de l'onde électromagnétique. Bien entendu, on doit augmenter la fréquence cyclotronique f_{ce} (c'est-à-dire augmenter le champ magnétique) pour conserver l'accord avec la fréquence de l'onde électromagnétique injectée.

On obtient la courbe tirée de la figure 1 en utilisant une fréquence f_2 supérieure à f_1 . Les électrons favorables à l'ionisation des forts états de charge se situent toujours dans la "queue" de la distribution qui a été légèrement relevée.

Cette technique implique une augmentation importante de l'énergie globale fournie aux électrons du plasma par l'onde électromagnétique, et élever la fréquence de fonctionnement devient rapidement très onéreux (à cause de la nécessité d'utiliser un générateur hyperfréquence de plus forte puissance).

Le but de la présente invention est d'augmenter le nombre d'électrons énergétiques favorables à l'ionisation des forts états de charge sans recourir à une augmentation onéreuse de la fréquence et de la puissance de l'onde électromagnétique hyperfréquence.

De façon précise, la présente invention concerne un procédé de production d'ions lourds fortement chargés. Ce procédé consiste à injecter un gaz d'atomes à ioniser dans une source d'ions de type "à plusieurs nappes magnétiques de résonance cyclotronique électronique", une première nappe magnétique fondamentale étant fermée, une seconde nappe magnétique harmonique étant ouverte, cette source comprenant une cavité hyperfréquence de confinement et à injecter un faisceau d'électrons à l'intérieur de la cavité hyperfréquence de confinement, ces électrons possédant une énergie au moins égale à l'énergie du seuil d'ionisation des atomes composant le gaz.

Selon une variante préférée, l'énergie de ces électrons est comprise dans une gamme allant de trois fois à quatre fois l'énergie du seuil d'ionisation des atomes composant le gaz.

Selon une variante préférée, en pénétrant dans la cavité, ces électrons sont dotés d'un mouvement de giration suivant une hélice, de manière telle que ces électrons émettent une onde électromagnétique de fréquence voisine du double de la fréquence de résonance f_{ce} sensiblement égale à f_{HF} .

La distribution maxwellienne de l'énergie des électrons confinés dans la cavité est enrichie par les électrons énergétiques du faisceau injecté. Ces derniers augmentent la densité de la population d'électrons possédant l'énergie favorable à l'ionisation du gaz.

De plus, dans le cas où règne à l'intérieur de la cavité une nappe ouverte de champ magnétique correspondant à une fréquence cyclotronique f_{ce}

double de la fréquence de résonance $f_{ce} = f_{HF}$, le rendement d'ionisation est amélioré en imprimant aux électrons du faisceau injecté un mouvement de giration suivant une hélice. Les électrons émettent alors une onde électromagnétique (émission cyclotronique due à l'effet gyrotron) dans un spectre de fréquences avoisinant f_{ce} .

De cette manière, les électrons du faisceau injecté se réfléchissent sur la nappe ouverte de champ magnétique ; par conséquent le nombre de collisions ionisantes augmente grâce à un meilleur confinement.

La présente invention concerne aussi un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé. Ce dispositif comprend une source d'ions de type "à plusieurs nappes magnétiques de résonance cyclotronique électronique". Cette source comporte une cavité hyperfréquence de confinement à l'intérieur de laquelle règne un champ magnétique ayant une composante axiale et une composante radiale. Ce champ magnétique est réparti dans la cavité de manière à former une nappe fermée de champ magnétique correspondant à une fréquence cyclotronique électronique f_{ce} et une nappe non fermée de champ magnétique correspondant à une fréquence cyclotronique électronique f'_{ce} double de f_{ce} et correspondant à la seconde harmonique de la fréquence de résonance $f_{ce} = f_{HF}$.

La source comprend une première électrode portée à un potentiel V_1 positif et possédant une ouverture dans la cavité. La source est aussi munie, à l'extérieur de la cavité d'une seconde électrode portée à un potentiel V_2 inférieur au potentiel V_1 et percée d'une ouverture en regard de l'ouverture de la première électrode. La seconde électrode est en matériau apte à être aimanté.

Les lignes de champ magnétique sont alors modifiées : il apparaît entre les électrodes (à l'extérieur de la cavité) une nappe de champ magnétique correspondant à une fréquence cyclotronique électronique f'_{ce} double de f_{ce} . Cette nappe ferme la nappe intérieure correspondant à la même fréquence f_{ce} .

La différence de potentiel V_1-V_2 entre les électrodes permet l'extraction des ions formés à l'intérieur de la cavité. Les ions sortent de la cavité par les ouvertures. Au passage, des électrons sont arrachés lorsque des ions périphériques entrent en collision avec le bord de l'ouverture ménagée dans la seconde électrode.

Ces électrons sont canalisés par les lignes de champ magnétique et accélérés par la différence de potentiel V_1-V_2 . Ils sont injectés de cette manière à l'intérieur de la cavité.

De manière préférée, la seconde électrode est en fer, matériau utilisé lorsque les champs magnétiques en présence ne dépassent pas 1 T.

Pour des champs magnétiques plus intenses,

le matériau apte à être aimanté est choisi parmi le cobalt et un alliage de cobalt et de fer.

De manière préférée, la seconde électrode a la forme d'un cône percé par l'ouverture en son extrémité pointue.

De manière préférée, l'ouverture de la première électrode, l'ouverture de la seconde électrode et la distance séparant les électrodes sont telles que des électrons parcourant la distance séparant les électrodes soient dotés d'un mouvement de rotation suivant une hélice de manière à ce que ces électrons émettent une onde électromagnétique de fréquence voisine du double de la fréquence de résonance f_{ce} sensiblement égale à f_{HF} .

Ces paramètres sont ajustés de manière à faire apparaître au voisinage de la seconde électrode en matériau apte à être aimanté une composante du champ magnétique perpendiculaire au champ électrique issu de la différence de potentiel V_1-V_2 appliquée aux électrodes. Ainsi, les électrons sont dotés d'un mouvement de rotation suivant une hélice. La présence d'une composante d'accélération radiale produit alors l'émission d'une onde électromagnétique (émission gyrotron des électrons).

D'autre part, avant de subir de multiples réflexions à l'intérieur de la cavité, ces électrons suivent une trajectoire rectiligne ou courbe.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit donnée à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, représente schématiquement la distribution de l'énergie des électrons à l'intérieur d'une source d'ions selon l'art antérieur,

- la figure 2 représente schématiquement la distribution de l'énergie des électrons à l'intérieur d'une source d'ions conforme à l'invention,

- les figures 3A et 3B représentent schématiquement une source d'ions selon l'invention, vue en coupe, et le profil magnétique axial régnant dans cette source,

- la figure 4 représente schématiquement une source d'ions suivant l'invention, vue en coupe, avec les trajectoires des électrons injectés dans la cavité hyperfréquence.

La figure 2 représente schématiquement la distribution D de l'énergie des électrons à l'intérieur de la cavité hyperfréquence, l'énergie étant notée en keV. Grâce à l'injection d'un faisceau d'électrons présentant un spectre d'énergie centré sur E_i (valeur comprise entre trois et quatre fois l'énergie du seuil d'ionisation), la distribution est enrichie sans que l'on soit obligé d'élever la fréquence cyclotronique électronique de l'onde injectée.

La figure 3A représente schématiquement une source d'ions selon l'invention, vue en coupe et la

figure 3B le profil magnétique axial lui correspondant.

L'invention utilise une source d'ions de type "à résonance cyclotronique électronique" (RCE) connue et dont on n'a représenté que les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention.

Le gaz d'atomes à ioniser est injecté à l'intérieur de la cavité hyperfréquence de confinement 10 dans le sens symbolisé par la flèche. On a représenté à l'intérieur de cette cavité une nappe fermée de champ magnétique correspondant à la fréquence cyclotronique électronique f_{ce} en accord avec la fréquence f_{HF} de l'onde injectée dans la cavité 10. $f_{HF} = f_{ce}$ est égale à 10 GHz par exemple. Une seconde nappe non fermée de champ magnétique associée à une fréquence cyclotronique électronique f'_{ce} multiple de f_{ce} entoure la nappe fermée.

La fréquence f'_{ce} peut être égale à $2f_{ce}$ par exemple.

A une autre extrémité, la cavité 10 est munie d'une électrode 12 percée d'une ouverture 14. L'électrode 12 est portée à un potentiel V_1 positif compris entre 10 et 20 kV, par exemple. L'ouverture 14 présente un diamètre de 8 mm, par exemple.

La géométrie de l'électrode 12 est réalisée de façon connue de manière à permettre l'extraction des ions formés dans la cavité 10.

A l'extérieur de la cavité 10, une seconde électrode 16 en forme de cône par exemple, est en regard de la première électrode. Cette électrode 16 est portée à un potentiel V_2 inférieur à V_1 , zéro volt par exemple. Une ouverture 18 est percée dans l'extrémité pointue du cône. La première électrode 12 et la seconde électrode 16 sont séparées par une distance de 40 mm par exemple.

Les ouvertures 14 et 18 sont centrées sur un même axe qui peut être l'axe de la cavité 10 par exemple.

Les ions formés à l'intérieur de la cavité 10 sont extraits par ces ouvertures 14 et 18 sous l'action du champ électrique engendré par la différence de potentiel V_1-V_2 .

Selon l'invention, la seconde électrode 16 est en matériau apte à être aimanté, préférentiellement, du fer.

L'ouverture 18 présente un diamètre d'au moins 15 mm, par exemple.

L'ouverture 14 de la première électrode 12, l'ouverture 18 de la seconde électrode 16 et la distance entre les électrodes 12, 16 sont ajustées de manière à créer une composante du champ B perpendiculaire au champ électrique engendré par la différence de potentiel V_1-V_2 , ceci au voisinage de la seconde électrode 16.

Le diamètre de l'ouverture 14 de la première électrode détermine la quantité d'ions qui va lécher le bord de l'ouverture 18 de la seconde électrode

16.

Le diamètre de l'ouverture 18 de la seconde électrode détermine dans quelle mesure les lignes de forces magnétiques vont s'épanouir sur les bords de la seconde électrode 16. Il détermine donc l'intensité et la localisation du gradient de champ magnétique créé au voisinage de la seconde électrode. Les lignes de champ magnétique sont donc modifiées.

En effet, l'électrode 16 étant en matériau apte à être aimanté, les lignes de forces sortant de la cavité 10 (fuites magnétiques) aboutissent inévitablement sur l'extrémité de l'électrode 16. Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 3B, et grâce au diamètre correctement choisi de l'ouverture 18, l'induction magnétique B est très élevée juste devant l'électrode 16 et entre les électrodes 16 et 12.

On voit encore sur la figure 3B que l'induction magnétique B, le long de l'axe de la cavité, présente une décroissance puis croît, de manière à former une cuvette dont le minimum se situe au centre de la cavité.

Les ions périphériques extraits de la cavité 10 viennent frapper le bord de l'ouverture 18 de l'électrode 16 ; cette dernière émet alors des électrons qui sont canalisés sous l'effet du champ magnétique et accélérés entre les électrodes 16 et 12. L'énergie communiquée à ces électrons leur permet de venir frapper les atomes du gaz et de les ioniser.

La figure 4 illustre schématiquement l'injection des électrons à l'intérieur de la cavité 10. Les électrons sont arrachés de l'électrode 16 et il leur est communiqué une énergie cinétique due à la différence de potentiel $V_1 - V_2$. Cette énergie est au minimum égale à l'énergie de seuil d'ionisation des atomes du gaz. Préférentiellement, cette énergie avoisine E_i , énergie ayant une valeur 3 à 4 fois plus élevée que l'énergie de seuil et permettant l'ionisation optimale.

Les électrons s'enroulent autour des lignes de forces magnétiques et sont accélérés dans un mouvement de spirale. Les électrons animés d'un mouvement de giration décrivent une trajectoire rectiligne ou courbe. En même temps, ils émettent une onde électromagnétique dont la fréquence avoisine $2f_{ce}$. De cette manière les électrons sont réfléchis sur la nappe ouverte de champ magnétique associé à la fréquence $2f_{ce}$ qui forme un miroir magnétique dynamique.

Les réflexions multiples sur cette nappe multiplient par un facteur d'environ 1000 l'intensité du courant d'électrons issu de l'électrode 16. Sans cela, le dispositif décrit dans cet exemple de réalisation ne fonctionnerait pas : le courant des électrons injectés ne dépasse pas quelques milliampères, ce qui est insuffisant pour obtenir une ionisation significative des atomes.

Mais bien entendu, il va de soi que l'invention ne se limite nullement à cet exemple de réalisation plus spécialement décrit et représenté ; elle admet au contraire toutes les variantes. En particulier, des électrons possédant la bonne énergie (de l'ordre de trois à quatre fois l'énergie du seuil d'ionisation des atomes) et dotés d'un mouvement de giration peuvent être injectés à l'aide d'un gyrotron, canon à électrons imprimant des trajectoires en hélice.

On peut aussi injecter des électrons de forte énergie dans la cavité à l'aide d'un simple canon à électrons. Dans ce cas, le courant d'électrons doit avoisiner une centaine d'ampères puisque les électrons n'ayant pas de mouvement de giration ne font qu'un seul passage dans la cavité.

Le procédé selon l'invention permet d'ioniser fortement des atomes d'un gaz sans avoir recours à des élévations coûteuses de la fréquence de l'onde injectée. Dans le dispositif décrit pour la mise en oeuvre du procédé, et par rapport aux sources RCE connues, seule l'électrode extérieure a été modifiée, les électrons injectés dans la cavité provenant des chocs survenant entre les ions périphériques du faisceau extrait de la source et les bords de cette électrode.

Revendications

1. Procédé de production d'ions utilisant une source d'ions de type "à plusieurs nappes magnétiques de résonance cyclotronique électronique", une première nappe magnétique fondamentale étant fermée, une seconde nappe magnétique harmonique étant ouverte, cette source comprenant une cavité hyperfréquence de confinement (10) dans laquelle on injecte un gaz d'atomes à ioniser, caractérisé en ce qu'il consiste à injecter un faisceau d'électrons à l'intérieur de ladite cavité hyperfréquence de confinement (10), ces électrons possédant une énergie au moins égale à l'énergie du seuil d'ionisation des atomes composant le gaz.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'énergie des électrons dudit faisceau d'électrons est comprise entre trois et quatre fois l'énergie correspondant au seuil d'ionisation des atomes composant le gaz.

3. Procédé selon la revendication 1, une nappe ouverte de champ magnétique correspondant à une fréquence cyclotronique électronique f_{ce} double de la fréquence cyclotronique électronique f_{ce} en accord avec la fréquence hF d'une onde injectée dans la cavité hyperfréquence, caractérisé en ce que les électrons dudit faisceau d'électrons sont dotés en pénétrant dans la cavité (10), d'un mouvement de giration suivant une hélice, de manière à ce que ces électrons émettent une onde électromagnétique de fréquence voisine du double de la

fréquence de résonance f_{ce} .

4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, une nappe non fermée de champ magnétique étant associée à une fréquence cyclotronique f_{ce} double de la fréquence de résonance f_{ce} , ladite source d'ions de type "à plusieurs nappes magnétiques de résonance cyclotronique électronique" possédant une première électrode (12) portée à un potentiel V_1 positif, percée d'une ouverture (14) et une seconde électrode (16) portée à un potentiel V_2 inférieur à V_1 , percée d'une ouverture (18) en regard de l'ouverture (14) de la première électrode (12), caractérisé en ce que la seconde électrode (16) est en matériau apte à être aimanté.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit matériau apte à être aimanté est du fer.

6. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit matériau apte à être aimanté est choisi parmi le cobalt et un alliage de cobalt et de fer.

7. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'ouverture (14) de la première électrode (12), l'ouverture (18) de la seconde électrode (16) et la distance séparant les électrodes (12, 16) sont telles que des électrons parcourant la distance séparant les électrodes (12, 16) soient dotés d'un mouvement de giration suivant une hélice, de manière à ce que ces électrons émettent une onde électromagnétique de fréquence voisine du double de la fréquence de résonance f_{ce} .

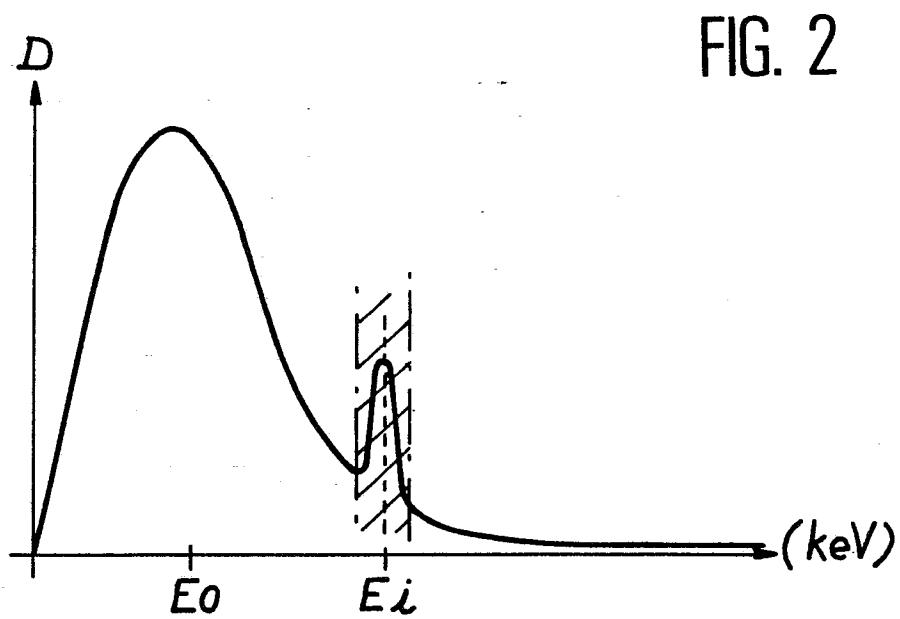
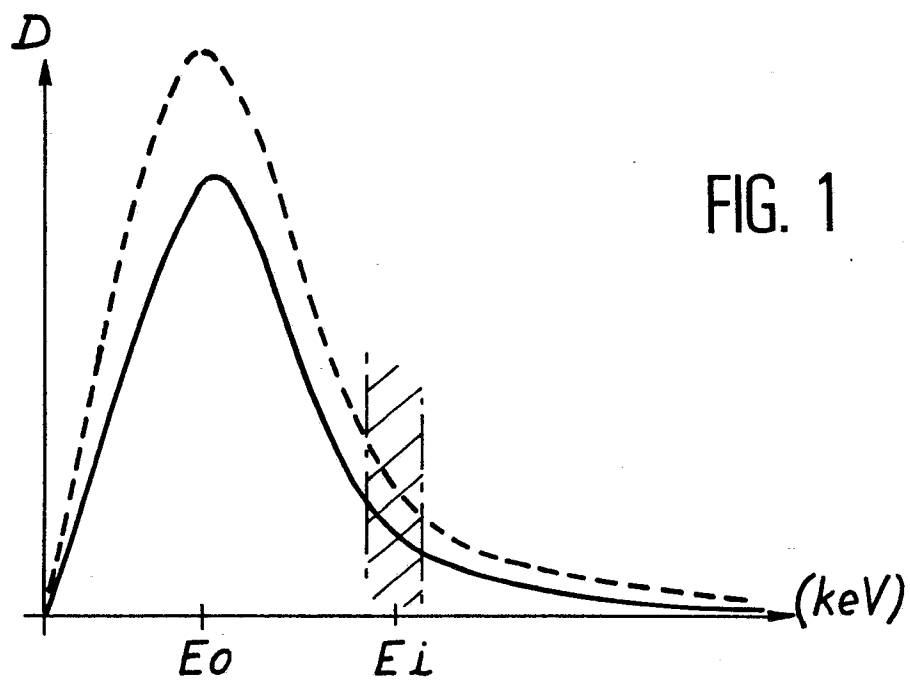
8. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la seconde électrode (16) a la forme d'un cône percé en son extrémité pointue par l'ouverture (18) de la seconde électrode.

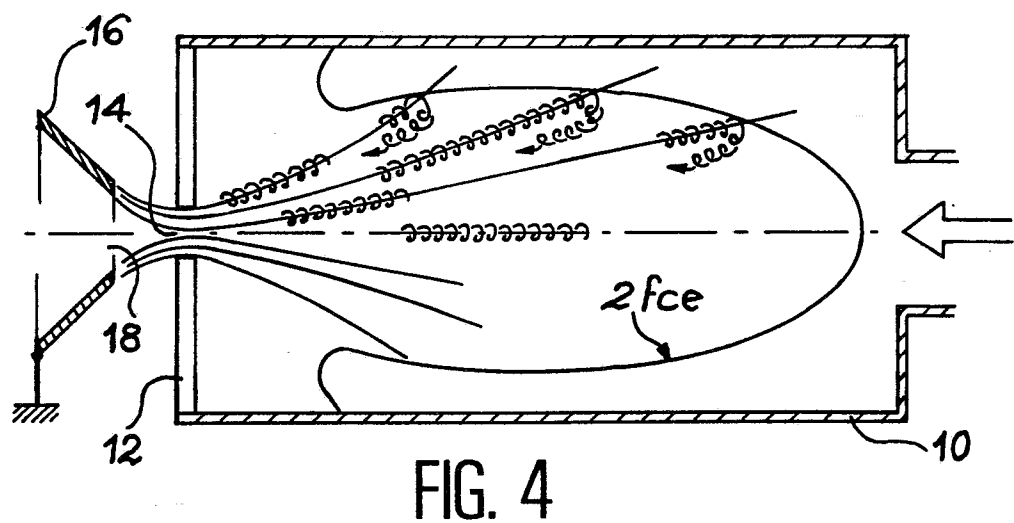
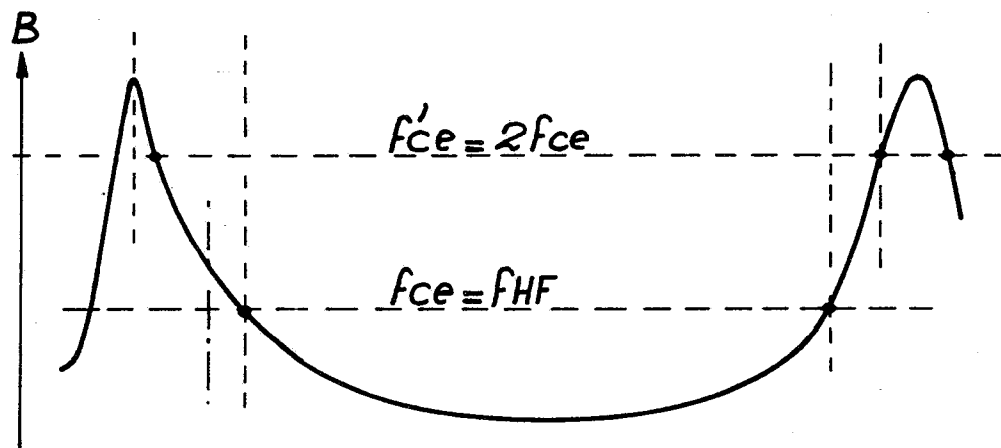
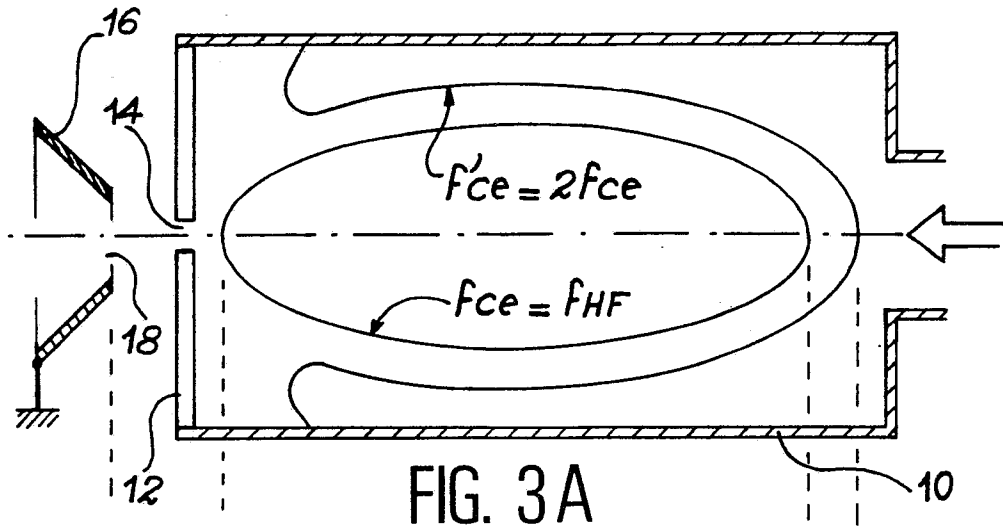
9. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que la fréquence $f_{HF} = f_{ce}$ étant d'environ 10 GHz, l'ouverture (14) de la première électrode (12) présente un diamètre de 8 mm, l'ouverture (18) de la seconde électrode (14) présentant un diamètre de 15 mm, la distance entre les électrodes (12, 16) étant de 40 mm.

10. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le potentiel V_2 est égal à zéro et en ce que le potentiel V_1 est compris dans une gamme allant de 10 à 20 kV.

50

55







DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	US-A-3 634 704 (T.H. STIX) * Résumé; colonne 7, ligne 40 - colonne 8, ligne 33; revendication 1; figures 1-3 *	1,2	H 01 J 27/18 H 05 H 1/18
Y	---	3	
Y,D	GB-A-2 069 230 (C.E.A.) * Page 2, lignes 74-81 * & FR-A-2 475 798	3	
A	---	3,7	
A	PLASMA PHYSICS, vol. 23, no. 1, janvier 1981, pages 61-65, Institute of Physics and Pergamon Press Ltd, Belfast, IE; A. CAVALLLO et al.: "Measurement of apparent turbulent temperature fluctuations on the TFR tokamak" * Page 61, lignes 1-4; figure 1 *	3,7	
A	---	1,7	
A	REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, vol. 56, no. 9, septembre 1985, pages 1703-1705, American Institute of Physics, Woodbury, New York, US; H.J. HARTFUSS et al.: "Fast multichannel heterodyne radiometer for electron cyclotron emission measurement on stellarator W VII-A" * Page 1703: "Introduction"; figures 1,2 *	1,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) H 01 J H 05 H
A	---	1	
A	EP-A-0 238 397 (C.E.A.) * Résumé; figures 1-4 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15-03-1990	Examineur ERRANI C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			