

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **84401359.9**

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 J 27/18**

㉔ Date de dépôt: **26.06.84**

③① Priorité: **30.06.83 FR 8310862**

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

④③ Date de publication de la demande: **09.01.85**
Bulletin 85/2

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

⑧④ Etats contractants désignés: **DE FR GB NL**

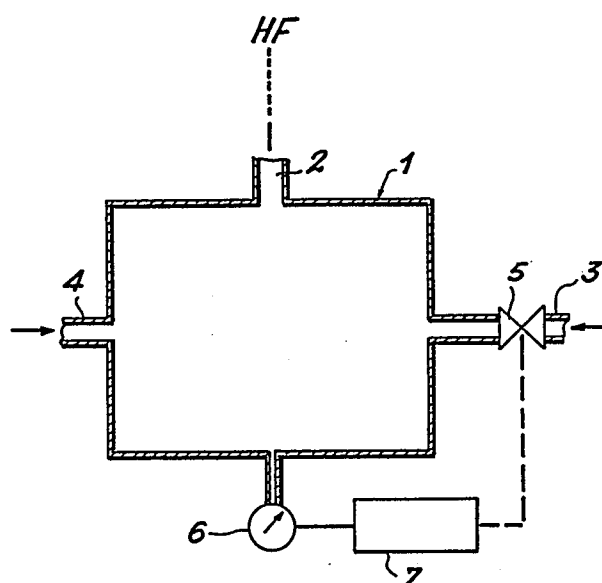
⑦④ Mandataire: **Mongrédién, André et al, c/o**
BREVATOME 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Procédé de production d'ions multichargés et source d'ions fonctionnant en régime impulsif, permettant la mise en œuvre du procédé.**

⑤⑦ Procédé de production d'ions multichargés et source d'ions fonctionnant en régime impulsif, permettant la mise en œuvre du procédé.

Procédé de production d'ions multichargés, permettant une amélioration des performances d'une source d'ions multichargés fonctionnant en régime impulsif consistant à ioniser un premier gaz constitué d'atomes neutres des éléments choisis dans le groupe comprenant le carbone, l'azote, l'oxygène, le néon, l'argon et le krypton, introduit dans l'enceinte (1) de la source d'ions, caractérisé en ce que l'on introduit, de plus, dans l'enceinte (1) de la source un deuxième gaz, ce deuxième gaz étant de l'hélium lorsque l'on désire ioniser des atomes neutres de carbone, d'azote, d'oxygène ou de néon, et de l'azote ou de l'oxygène lorsque l'on désire ioniser des atomes neutres d'argon ou de krypton.

Ce procédé s'applique avantageusement dans le domaine biomédical et dans certains accélérateurs de physique nucléaire.



Procédé de production d'ions multichargés et source
d'ions fonctionnant en régime
impulsionnel, permettant la mise en oeuvre du procédé

La présente invention a pour objet un procédé
5 de production d'ions multichargés et une source d'ions
multichargés fonctionnant en régime impulsionnel,
permettant la mise en oeuvre du procédé.

Ce procédé trouve de nombreuses applications
dans le domaine biomédical et dans le domaine de la
10 physique nucléaire pour l'équipement d'accélérateurs
de particules.

Jusqu'à présent, on a produit des ions multi-
chargés dans les sources d'ions, à résonance cyclotro-
nique électronique, du type "Micromafios" par exemple,
15 en introduisant dans l'enceinte de la source unique-
ment le gaz constitué des atomes neutres destinés à
être ionisés. Par impact d'électrons, le gaz constitué
par les atomes neutres est ionisé dans une cavité hy-
perfréquence, excitée par un champ électromagnétique
20 de haute fréquence auquel est superposé un champ ma-
gnétique dont l'amplitude B satisfait à la condition
de résonance cyclotronique électronique :

$$B = 2\pi f \frac{m}{e},$$

25

dans laquelle f est la fréquence du champ électroma-
gnétique, m la masse de l'électron et e sa charge.

Pour de plus amples détails sur une source
d'ions du type "Micromafios" et sur le procédé de pro-
duction des ions multichargés, on peut se référer au
30 brevet français n° 2 475 798 déposé le 13 février 1980
par le Commissariat à l'Energie Atomique.

Une telle source d'ions peut être utilisée en
régime impulsionnel bref pour notamment équiper cer-
35 tains accélérateurs de particules, du type synchrotron

par exemple, qui ne demandent qu'une impulsion de courant d'ions d'une durée de l'ordre de quelques dizaines de microsecondes dans un intervalle de l'ordre d'une seconde.

5 Malheureusement, le gain en courant et en état de charge, c'est-à-dire le degré d'ionisation, qui s'effectue en utilisant une source d'ions du type "Micromafios" classique en régime impulsif est à peine de l'ordre d'un facteur deux.

10 Or, l'intensité des courants d'ions multichargés que l'on peut extraire de ces sources est insuffisante pour certaines applications, et notamment dans le domaine biomédical, et pour l'équipement des accélérateurs de particules.

15 La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients. Pour cela, elle prévoit l'utilisation d'un mélange bien déterminé de gaz qui est introduit dans la cavité d'une source d'ions.

20 La présente invention a précisément pour objet un procédé de production d'ions multichargés par ionisation d'un premier gaz constitué des éléments choisis dans le groupe comprenant le carbone, l'azote, l'oxygène, le néon, l'argon et le krypton, introduit dans l'enceinte d'une source d'ions fonctionnant en régime impulsif, se caractérisant en ce que l'on introduit, de plus, dans l'enceinte de la source d'ions un deuxième gaz, ce deuxième gaz étant de l'hélium lorsque l'on désire ioniser des atomes neutres de carbone (obtenu à partir de CO_2), d'azote, d'oxygène ou de néon, et de l'azote ou de l'oxygène lorsque l'on désire ioniser des atomes neutres d'argon ou de krypton.

30 L'addition d'un deuxième gaz au gaz à ioniser, selon l'invention, permet d'augmenter l'intensité de courant des ions formés d'environ un facteur dix par rapport à l'utilisation du seul gaz à ioniser.

35

Selon un mode préféré de mise en oeuvre du procédé de l'invention, le premier gaz étant constitué d'atomes neutres de carbone, d'azote, d'oxygène, de néon ou d'argon, le deuxième gaz est introduit dans l'enceinte dans une proportion allant de 45 à 55% en pression partielle du mélange gazeux. De façon avantageuse, cette proportion est voisine de 50%.

Selon un autre mode préféré de mise en oeuvre du procédé de l'invention, le premier gaz étant du krypton et le deuxième gaz de l'oxygène, on utilise un mélange gazeux contenant 94,5 à 95,5% en pression partielle d'oxygène.

L'invention a également pour objet une source d'ions fonctionnant en régime impulsif permettant la mise en oeuvre du procédé de production d'ions multichargés se caractérisant en ce qu'elle comprend une enceinte reliée à deux entrées de gaz, une entrée pour un premier gaz, et une autre entrée pour un deuxième gaz, munie d'une vanne asservie à la mesure de la pression dans l'enceinte au moyen d'une boucle d'asservissement comprenant un indicateur de pression et un amplificateur du signal.

Selon un mode de réalisation préféré, la source d'ions multichargés se caractérise en ce qu'elle est une source d'ions à résonance cyclotronique des électrons et en ce que l'ionisation s'effectue dans une cavité hyperfréquence.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux à l'aide de la description qui va suivre, donnée à titre explicatif et nullement limitatif, en référence à la figure unique annexée, sur laquelle on a représenté, schématiquement, un mode de réalisation d'une enceinte d'une source d'ions multichargés selon l'invention.

Les expériences avec une source d'ions multichargés du type "Micromafios" à résonance cyclotroni-

que électronique ont montré que si on l'utilise en régime impulsif bref (de l'ordre de 50 microsecondes toutes les secondes environ), et si on introduit dans sa cavité hyperfréquence de l'hélium pour ioniser des atomes neutres de carbone, d'oxygène, d'azote ou de néon et de l'azote ou de l'oxygène pour ioniser des atomes neutres d'argon ou de krypton, on arrive à découpler les performances en état de charge et en courant.

Pour l'ionisation d'atomes de carbone, d'azote, d'oxygène ou de néon on utilise avantageusement un mélange gazeux contenant de 45 à 55% en pression partielle d'hélium et de préférence 50% d'hélium. De même, pour l'ionisation d'atomes neutres d'argon on utilise avantageusement un mélange gazeux contenant 45 à 55% en pression partielle d'oxygène ou d'azote et de préférence 50% d'oxygène ou d'azote.

On présente sous forme d'un tableau ci-après l'intensité des courants électriques d'ions pour les éléments carbone, azote, oxygène, néon et argon, extraits d'une source d'ions dans laquelle on a injecté un mélange de gaz dans une proportion 50-50 en pression partielle.

TABEAU

gaz additionnel : (proportion en pression partielle)	He (50%)	He (50%)	He (50%)	He (50%)	N ₂ (50%)	O ₂ (50%)
ions extraits	C ⁺⁶	N ⁺⁷	O ⁺⁶	Ne ⁺¹⁰	Ar ⁺¹²	
courant électrique d'ions extraits	1,5μA	1μA	100μA	0,03μA	3μA	

Pour l'ionisation d'atomes de krypton, on utilise avantageusement un mélange gazeux contenant 94,5%

à 95,5% d'oxygène en pression partielle.

Un mélange gazeux contenant 5% de krypton et 95% d'oxygène permet par exemple d'obtenir un courant de 20 μA de Kr^{13+} ou un courant de 1 μA de Kr^{18+} .

5 Les valeurs élevées des intensités de courants d'ions extraits permettent des applications qui ne sont pas envisageables avec les courants faibles produits par des sources d'ions selon l'art antérieur.

10 Un courant de 1 μA de N^{+7} est par exemple nécessaire pour les applications biomédicales comme le traitement des cancers et un courant de 3 μA de Ar^{+12} permet, après ionisation supplémentaire, les mêmes applications biomédicales.

15 Le niveau de courant de 100 μA de O^{+6} est très demandé pour certains accélérateurs de physique nucléaire.

20 Sur la figure unique, est représenté en détail, un mode de réalisation d'une source d'ions multichargés à résonance cyclotronique des électrons selon l'invention.

On voit une enceinte d'une source d'ions 1 où des impulsions d'une puissance hyperfréquence sont introduites au moyen d'un injecteur 2.

25 L'enceinte est reliée à deux entrées de gaz 3 et 4, une pour le premier gaz du mélange ou gaz à ioniser, une autre munie d'une vanne 5 asservie à la mesure de la pression dans l'enceinte 1 au moyen d'une boucle d'asservissement comprenant un indicateur 6 de la pression dans l'enceinte et un amplificateur du signal 7.

30 La vanne asservie 5 assure la proportion des composants du mélange de gaz introduit dans l'enceinte. On a représenté une cavité hyperfréquence d'une source d'ions à résonance cyclotronique des électrons mais la source d'ions peut être aussi bien d'un autre type.

La manière selon laquelle le plasma est créé dans la cavité n'a aucun rapport avec l'effet d'augmentation de la performance en état de charge et en courant d'une source d'ions, qui s'effectue en introduisant un mélange de gaz.

La forme de l'enceinte peut être quelconque pourvu qu'elle soit adaptée au fonctionnement de la source, les entrées de gaz peuvent se trouver par exemple aux extrémités ou sur la paroi de la cavité.

Dans le cas où le deuxième gaz est de l'hélium à 50% en pression partielle, une pompe cryogénique à 20°K environ est nécessaire pour obtenir les performances indiquées. A cette température la vitesse de pompage de l'hélium est rigoureusement nulle.

REVENDICATIONS

1. Procédé de production d'ions multichargés par ionisation d'un premier gaz, constitué d'atomes neutres des éléments choisis dans le groupe comprenant le carbone, l'azote, l'oxygène, le néon, l'argon et le krypton, introduit dans l'enceinte (1) d'une source d'ions fonctionnant en régime impulsif, caracté-
5 risé en ce que l'on introduit de plus, dans l'enceinte (1) de la source d'ions un deuxième gaz, ce deuxième gaz étant de l'hélium lorsque l'on désire ioniser des atomes neutres de carbone, d'azote, d'oxygène ou de néon et de l'azote ou de l'oxygène lorsque l'on désire
10 ioniser des atomes neutres d'argon ou de krypton.

2. Procédé selon la revendication 1, caracté-
15 risé en ce que, le premier gaz étant constitué d'atomes neutres de carbone, d'azote, d'oxygène, de néon ou d'argon, le deuxième gaz est introduit dans l'enceinte (1) dans une proportion allant de 45 à 55% en pression partielle du mélange gazeux.

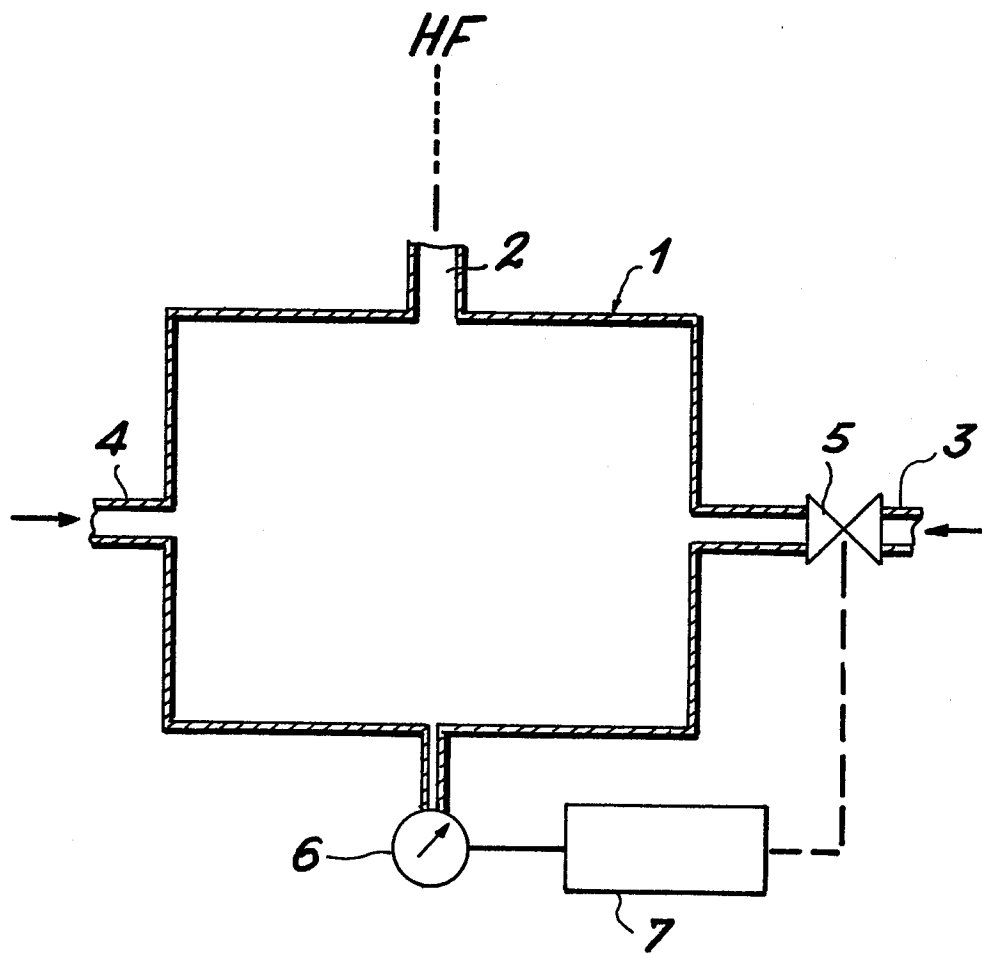
3. Procédé selon la revendication 2, caracté-
20 risé en ce que la proportion est voisine de 50%.

4. Procédé selon la revendication 1, caracté-
risé en ce que, le premier gaz étant du krypton et le deuxième gaz de l'oxygène, on utilise un mélange
25 gazeux contenant 94,5 à 95,5% en pression partielle d'oxygène.

5. Source d'ions multichargés fonctionnant en régime impulsif permettant la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisée en ce
30 qu'elle comprend une enceinte (1) reliée à deux entrées de gaz (3, 4), une entrée pour un premier gaz (4) et une entrée (3) pour un deuxième gaz avec une vanne (5) asservie à la mesure de la pression dans l'enceinte (1) au moyen d'une boucle d'asservissement
35 comprenant un indicateur de pression (6) et un ampli-

ficateur du signal (7).

- 5 6. Source d'ions multichargés selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle est une source d'ions à résonance cyclotronique des électrons et en ce que l'ionisation s'effectue dans une cavité hyperfréquence (1).





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0130907

Numéro de la demande

EP 84 40 1359

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. 3)
A	GB-A-2 069 230 (CEA) * abrégé; figure 2 * & FR - A - 2 475 798 (Cat. D)	1,6	H 01 J 27/18
A	--- US-A-3 476 968 (I. OMURA) * abrégé; colonne 1, ligne 67 - colonne 2, ligne 8; colonne 2, lignes 21-38; colonne 3, lignes 57-59; revendications 1-3; fig- ures 1,2 *	1-5	
A	--- IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, vol. NS-23, no. 2, avril 1976, pages 1035-1041, New York, US; B.N. MAKOV: "The multiply charged ion source with indirectly heated cathode" * page 1036, colonne 1, lignes 7-9; page 1036, colonne 2, lignes 6-28; page 1037, lignes 4-15 *	1-3	
A	--- REVUE DE PHYSIQUE APPLIQUEE, vol. 15, no. 5, mai 1980, pages 995-1005, Paris, FR; R. GELLER et al.: "Micromafios source d'ions multichargés basée sur la résonance cyclotronique des électrons" * figures 1,9,11; tableau II *	1,6	H 01 J H 05 H G 21 K
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-10-1984	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	
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		& : membre de la même famille, document correspondant	