

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑲ Numéro de dépôt: **84401688.1**

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 J 27/18**

⑳ Date de dépôt: **17.08.84**

③① Priorité: **30.08.83 FR 8313886**

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: **24.04.85**
Bulletin 85/17

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

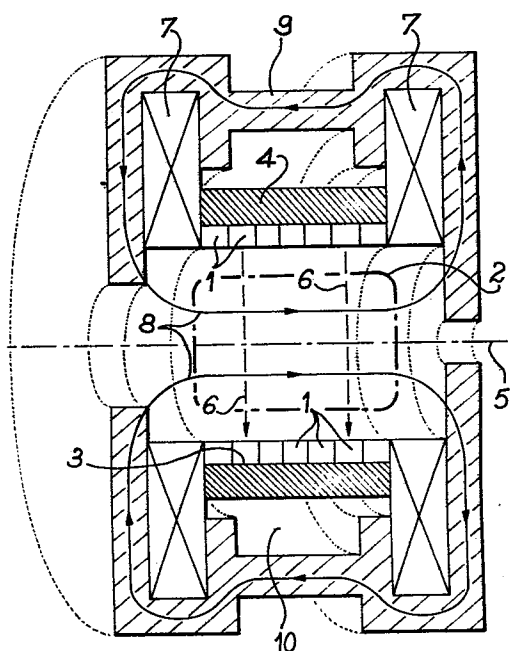
⑧④ Etats contractants désignés: **DE GB NL**

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

⑤④ **Structure ferromagnétique d'une source d'ions créée par des aimants permanents et des solénoïdes.**

⑤⑦ Structure ferromagnétique d'une source d'ions créée par des aimants permanents (1) et des solénoïdes (7).

La structure ferromagnétique selon l'invention se caractérise en ce que l'ensemble des solénoïdes de la source d'ions (7) est blindé à l'extérieur du volume utile (2) de la source par une carcasse ferromagnétique (9), les aimants permanents (1) étant montés sur une carcasse (4) sous la forme d'un cylindre en matériau ferromagnétique sur ses parois internes (3) afin de canaliser le flux magnétique (6, 8) à l'extérieur du volume utile dans une structure ferromagnétique, les deux carcasses (4, 9) étant séparées l'une de l'autre par un matériau (10) assurant une réluctance suffisante entre les deux circuits ferromagnétiques.



Structure ferromagnétique d'une source d'ions créée
par des aimants permanents et des solénoïdes

La présente invention concerne une structure ferromagnétique d'une source d'ions créée par des aimants permanents et des solénoïdes. Elle s'applique dans les sources d'ions du type résonance cyclotronique électronique où elle confine le plasma d'un gaz ou d'une vapeur dans lequel sont créés des ions par impacts d'électrons ionisants.

Dans le brevet américain n° 4 417 178 déposé au nom du Commissariat à l'Energie Atomique, une source d'ions lourds du type ECR (résonance cyclotronique électronique) dite "Micromafios" est décrite dans laquelle, la configuration magnétique de confinement du plasma est créée par la superposition d'une induction magnétique à composante axiale créée par des solénoïdes et d'une induction à composante radiale créée par des aimants permanents à base de terres rares (comme samarium-cobalt par exemple).

Le volume utile à magnétiser est de l'ordre du litre ; la consommation électrique des solénoïdes est de l'ordre de 100 KW donc assez élevée pour assurer une induction maximale de 0,5 tesla dans ce volume utile.

Il existe toujours un champ démagnétisant interne superposé au champ externe d'un aimant permanent droit dont l'origine est la refermeture du flux magnétique entre les pôles antagonistes. Cette situation oblige à disposer de barreaux aimantés suffisamment longs pour minimiser l'influence du pôle antagoniste dans le volume utile.

La figure 1 représente la configuration des aimants permanents selon l'art antérieur dans la source Micromafios.

Dans le cas de la structure magnétique de la source selon le brevet précité, les aimants 1 ont une longueur L de 7 cm pour obtenir 90% de l'induction maximale dans le volume utile 2. Il faudrait théoriquement un barreau de longueur L infinie pour obtenir 100% de cette induction maximale.

Le volume de cette configuration ainsi que la quantité du matériau aimanté sont élevés dans cette structure magnétique.

10 L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et notamment de réduire la consommation d'énergie électrique et la quantité du matériau aimanté utilisé pour fournir le champ magnétique dans le volume utile de la source d'ions. Pour cela, on propose de refermer le flux magnétique à l'extérieur du volume utile d'une source d'ions dans une structure ferromagnétique de façon que le champ magnétique s'épanouisse uniquement dans le volume utile.

De façon plus précise, l'invention a pour objet une structure magnétique de confinement d'un plasma dans une source d'ions à résonance cyclotronique électronique créée par la superposition d'une induction magnétique axiale fournie par des solénoïdes et d'une induction radiale fournie par des aimants permanents, caractérisée en ce que l'ensemble des solénoïdes est blindé à l'extérieur du volume utile de la source par une première carcasse ferromagnétique, les aimants permanents étant montés sur les parois internes d'une deuxième carcasse ayant la forme d'un cylindre en matériau ferromagnétique afin de canaliser les flux magnétiques à l'extérieur du volume utile dans une structure ferromagnétique, les deux carcasses étant séparées l'une de l'autre par un matériau assurant une réluctance suffisante entre les deux circuits ferromagnétiques.

Selon une autre caractéristique, les aimants permanents sont fixés sur la paroi interne du

cylindre ferromagnétique seulement par leur adhérence magnétique.

Selon une autre caractéristique, les carcasses sont en fer doux.

5 Les caractéristiques de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre purement illustratif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

10 - la figure 1, déjà décrite, représente schématiquement en coupe, la configuration des aimants permanents fournissant le champ magnétique radial selon l'art antérieur,

15 - la figure 2 représente, schématiquement en coupe, la configuration des aimants permanents montés sur un cylindre d'un matériau ferromagnétique selon l'invention,

- la figure 3 représente schématiquement en coupe selon l'axe central, la structure magnétique complète selon l'invention.

20 Sur la figure 2, on a représenté en coupe la configuration des aimants permanents selon l'invention, fournissant le champ magnétique radial. Les aimants permanents 1, de préférence en samarium-cobalt sont fixés uniquement par leur adhérence magnétique
25 sur la paroi interne 3 d'un cylindre 4 d'un matériau ferromagnétique. La structure magnétique radiale peut être à volonté quadrupolaire, hexapolaire, octopolaire, etc... Le fait de refermer le flux extérieur dans un circuit en fer ou d'un autre matériau ferromagnétique permet d'éliminer la contribution du pôle antago-
30 niste, donc de réduire la longueur du barreau aimanté 1, c'est-à-dire 100% de l'induction produite par les aimants sont disponibles dans le volume utile.

35 Théoriquement, la longueur L pourrait être très petite, mais en pratique, une longueur de l'ordre

de 1 cm reste nécessaire à cause des imperfections intrinsèques des aimants (champ de fuite). Une économie d'un facteur 5 sur le matériau aimanté est donc possible par rapport à l'art antérieur.

5 En outre, l'encombrement de la configuration magnétique radiale est ainsi réduit.

 Sur la figure 3, on a représenté en coupe, selon l'axe central 5, la structure magnétique complète selon l'invention, c'est-à-dire que l'on a représenté la configuration du champ magnétique radial 6 multipolaire constitué par les aimants permanents 1 montés sur la paroi intérieure 3 de la carcasse 4 cylindrique. Aux deux extrémités de ce cylindre se trouvent deux bobines 7, fournissant le champ magnétique axial 8. A l'extérieur du volume utile 2 de la source d'ions, l'ensemble des deux bobines solénoïdes est blindé par une carcasse ferromagnétique 9.

 Les deux carcasses 4 et 9 sont séparées par un matériau 10 ayant une réluctance suffisante. On peut par exemple utiliser comme matériau une couche d'air d'une épaisseur de l'ordre de 1 cm, ou mieux, une couche de matière plastique telle que du polychlorure de vinyle (PVC) d'une épaisseur de 1 cm, ce matériau assurant de plus une isolation électrique entre les deux circuits ferromagnétiques.

 L'isolation magnétique 10 entre les deux carcasses 4 et 9 est importante car la carcasse ferromagnétique 4 ne doit pas être saturée par l'induction axiale 8, ni perturbée.

30 Grâce au blindage magnétique, les ampères-tours des bobines solénoïdes 7 ne servent pratiquement qu'à magnétiser le volume utile 2, ce qui permet de réduire la consommation électrique d'un facteur 3 à 4 par rapport aux configurations selon l'art antérieur et qui permet d'installer plus facilement la source d'ions sur une plate-forme portée à très haute tension.

REVENDICATIONS

1. Structure magnétique de confinement d'un plasma dans une source d'ions à résonance cyclotronique électronique créée par la superposition d'une induction magnétique axiale (8) fournie par des solénoïdes (7) et d'une induction radiale (6) fournie par des aimants (1) permanents, caractérisée en ce que l'ensemble des solénoïdes (7) est blindé à l'extérieur du volume utile (2) de la source par une carcasse ferromagnétique (9), les aimants permanents (1) étant montés sur une carcasse (4) ayant la forme d'un cylindre en matériau ferromagnétique sur ses parois internes (3) afin de canaliser le flux magnétique (6, 8) à l'extérieur du volume utile dans une structure ferromagnétique, les deux carcasses (4, 9) étant séparées l'une de l'autre par un matériau (10) assurant une réluctance suffisante entre les deux circuits ferromagnétiques.

2. Structure magnétique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les aimants permanents (1) sont fixés sur la paroi interne (3) du cylindre ferromagnétique (4) seulement par leur adhérence magnétique.

3. Structure magnétique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les carcasses (4, 9) sont en fer.

1/2

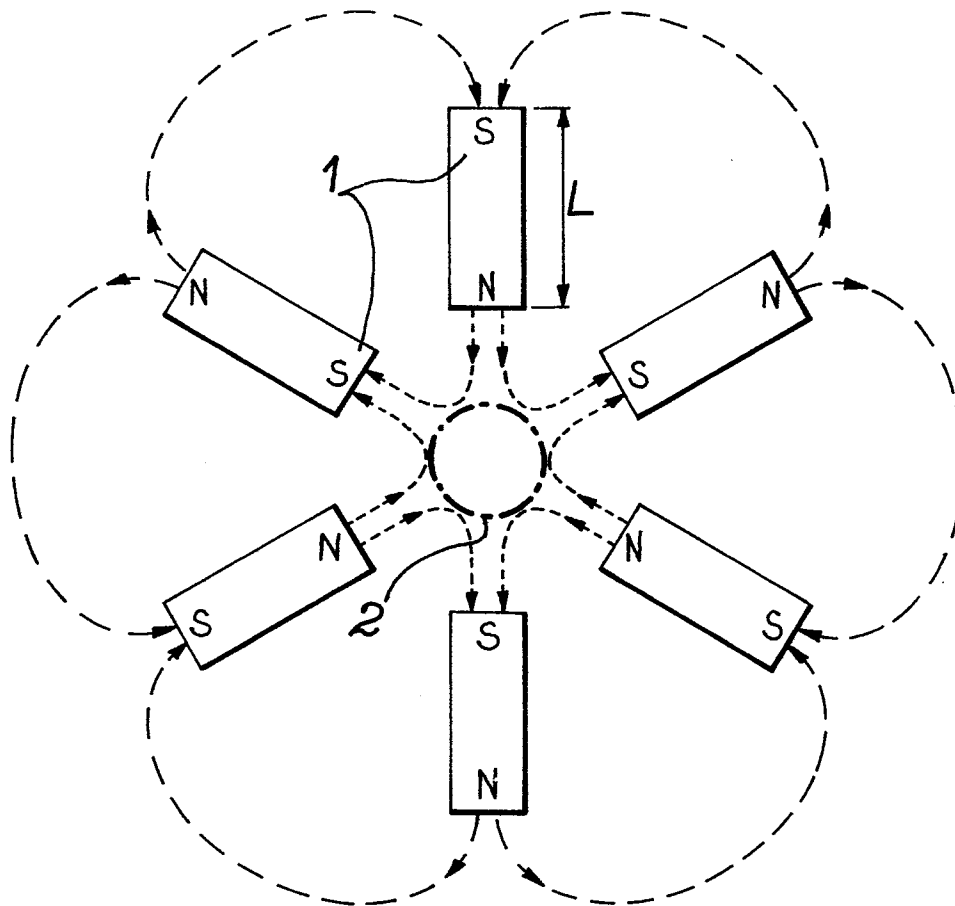


FIG. 1

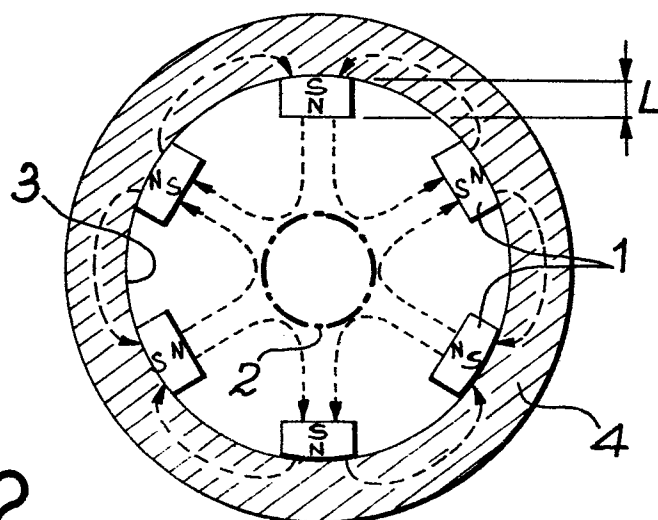


FIG. 2

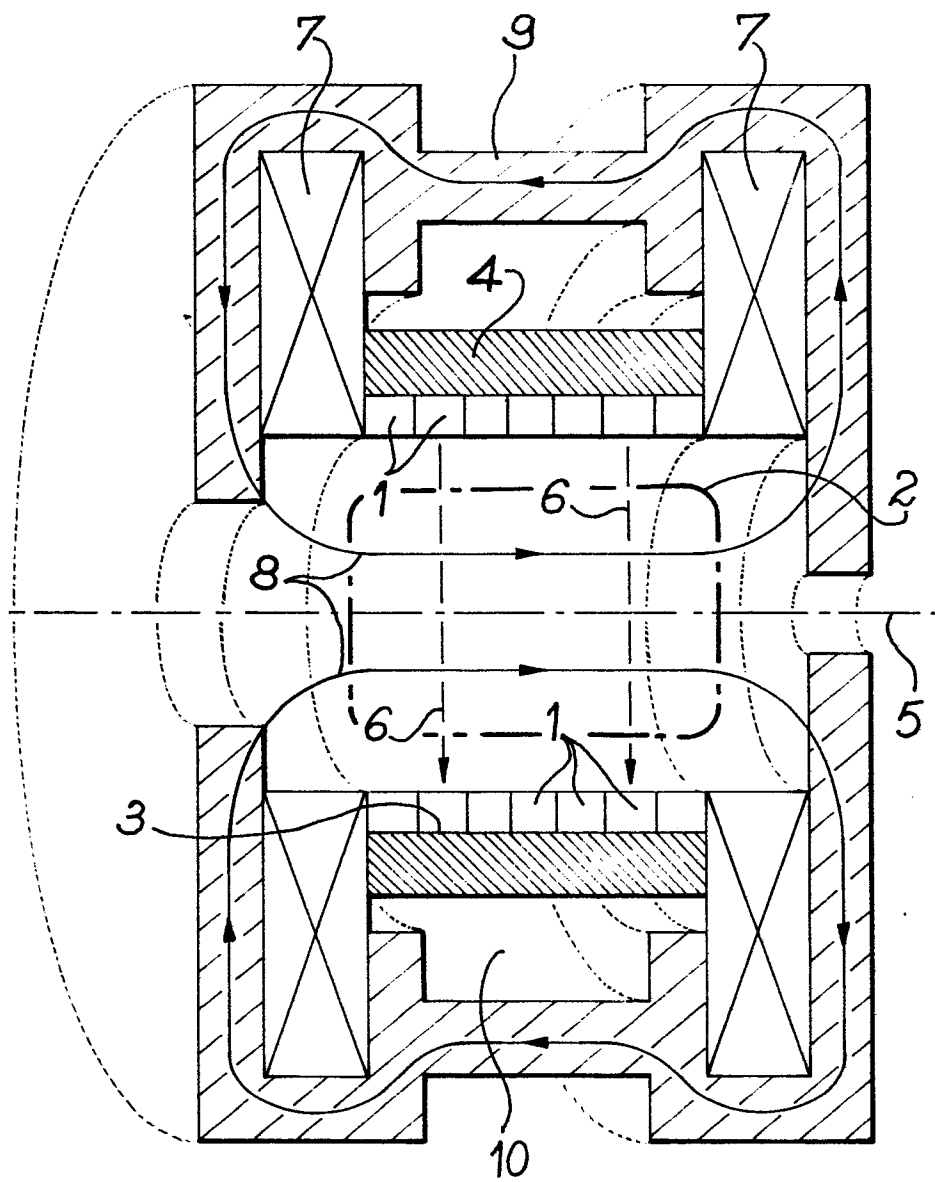


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0138642

Numéro de la demande

EP 84 40 1688

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)
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" * Page 1001, colonne 2, lignes 17-24; figure 9 *	1,3	H 01 J 27/18
A	--- IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, vol. PS-6, no. 4, décembre 1978, pages 535-538, IEEE, New York, USA; J.T. CROW et al.: "High performance, low energy ion source" * Page 535, colonne 2, lignes 1-8; figure 1A *	1,3	
A	--- NUCLEAR INSTRUMENTS AND METHODS, vol. 92, no. 2, 15 mars 1971, pages 215-220, North-Holland Publishing Co., Amsterdam, NL; A. ISOYA et al.: "A beam injection system for the terminal ion source of the electrostatic generator" * Figure 6 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) H 01 J H 05 H
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11-12-1984	Examineur GALANTI M.
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			



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0138642

Numéro de la demande

EP 84 40 1688

Page 2

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)												
A	HELVETIA PHYSICA ACTA, vol.47, no. 4, 1974, pages 473-477, Bale, CH; P.J. HIRT et al.: "Etude d'une boîte à plasma avec un confinement magnétique multipolaire" * Page 474, lignes 10-13 * -----	2													
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)												
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications															
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11-12-1984	Examineur GALANTI M.												
<table border="0"><tr><td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td><td>T : théorie ou principe à la base de l'invention</td></tr><tr><td>X : particulièrement pertinent à lui seul</td><td>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date</td></tr><tr><td>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</td><td>D : cité dans la demande</td></tr><tr><td>A : arrière-plan technologique</td><td>L : cité pour d'autres raisons</td></tr><tr><td>O : divulgation non-écrite</td><td></td></tr><tr><td>P : document intercalaire</td><td>& : membre de la même famille, document correspondant</td></tr></table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention	X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande	A : arrière-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons	O : divulgation non-écrite		P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention														
X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date														
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande														
A : arrière-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons														
O : divulgation non-écrite															
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant														