



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **92401664.5**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01J 23/20, H01J 25/587**

(22) Date de dépôt : **16.06.92**

(30) Priorité : **21.06.91 FR 9107673**

(43) Date de publication de la demande :
23.12.92 Bulletin 92/52

(84) Etats contractants désignés :
DE FR GB NL

(71) Demandeur : **THOMSON TUBES
ELECTRONIQUES
38, rue Vauthier
F-92100 Boulogne-Billancourt (FR)**

(72) Inventeur : **Epsztein, Bernard
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)**
Inventeur : **Belna, Michel
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)**

(74) Mandataire : **Guérin, Michel et al
THOMSON-CSF SCPI B.P. 329
F-92402 COURBEVOIE CEDEX (FR)**

(54) **Magnétrons strapés à stabilisation de fréquence.**

(57) La présente invention concerne un magnétron strapé comportant une cathode (23) centrale entourée d'une anode en couronne avec des ailettes (21,22) radiales dirigées vers la cathode (23). Les ailettes sont soit paires (22) soit impaires (21). Au moins une paire d'anneaux (3,3') concentriques sont reliés électriquement aux ailettes (3,3'). Les ailettes (21) impaires sont plus épaisses que les ailettes (22) paires. Toutes les ailettes présentent une même section face à la cathode (23). L'anneau (3) de grand diamètre est relié aux ailettes (21) impaires et l'anneau (3') de petit diamètre est relié aux ailettes (22) paires.

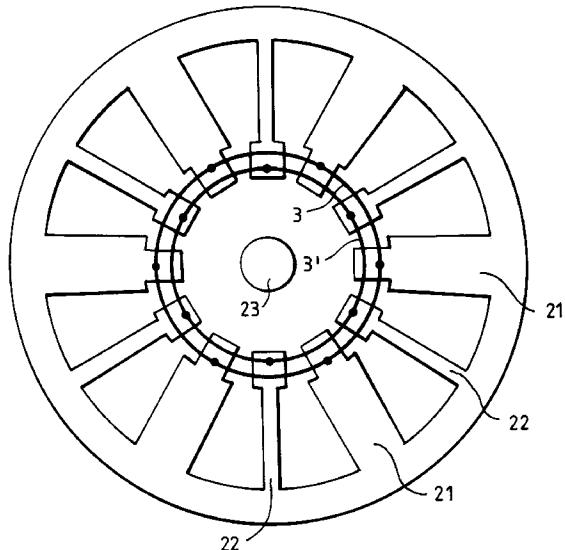


FIG. 5

L'invention concerne des tubes électroniques du type magnétron et plus particulièrement des magnétrons dits "strapés", dont les éléments de l'anode sont reliés entre eux par des anneaux métalliques (les "straps") pour conférer certaines propriétés au spectre de fréquences de fonctionnement de ces magnétrons.

Un magnétron strapé, bien connu de l'art antérieur, comprend une cathode centrale de section circulaire, entourée d'une anode comprenant une multiplicité de cavités résonantes (1) accordées à la fréquence de fonctionnement du magnétron. Ces cavités résonantes sont des espaces évidés à l'intérieur de l'anode peuvent avoir différentes formes, par exemple circulaire ou trapézoïdale ou autres, quand vues en coupe perpendiculaire à l'axe de symétrie (voir figure 1). Les cavités sont séparées par la matière de l'anode, du cuivre par exemple. Dans un exemple de réalisation de géométrie simple (fig 1b), les cavités trapézoïdales sont séparées par des ailettes (21,22).

La forme et les dimensions des cavités déterminent les fréquences résonantes de celles-ci. Un problème déjà rencontré dans l'art antérieur est que de nombreux modes de fonctionnement d'un tel dispositif, ayant une multiplicité de cavités (quasi) identiques, sont possibles à des fréquences très voisines, car ces modes sont pratiquement dégénérés.

Parmi les solutions pour enlever cette dégénérescence, sont connues notamment l'anode en "soleil levant" (fig 1.c), et les straps 3. Les straps sont des paires d'anneaux métalliques 3 qui relient électriquement, respectivement, les ailettes paires 22 entre elles, et les ailettes impaires 21 entre elles.

Les straps 3 peuvent être du même diamètre et disposés de part et d'autre de l'anode tel que montré sur les figures 1a et 1b, ou bien les straps peuvent être de diamètres différents, disposés concentriquement sur un seul côté ou sur les deux côtés du bloc anode (voir figures 2a, 2b).

Ces magnétrons fonctionnent normalement en mode $\frac{1}{2}$, ce qui veut dire que les phases d'oscillations dans deux cavités voisines diffèrent de $\frac{\pi}{2}$ radians, autrement dit les ailettes paires 22 sont à la même tension à un moment donné, et les ailettes impaires 21 sont elles aussi à une autre tension qui est la même pour toutes ces ailettes impaires.

L'adjonction des straps a donc pour effet de modifier la capacité du magnétron par la charge capacitive que représente la capacité entre les straps. (Le schéma électrique équivalent est donné sur la figure 3). Ceci a pour effet d'écartier les modes indésirés du mode principal dans le spectre de fréquences possibles de fonctionnement, et ainsi, d'enlever la dégénérescence.

Pour de nombreuses applications, en particulier celles où un magnétron est piloté en fréquence ou bien celles où un système de récepteur incorporant le

magnétron est à fréquence fixe, il est souhaitable que la dérive de fréquence du magnétron due à l'échauffement de ses éléments notamment pendant la période transitoire de mise en route soit aussi réduite que possible, voire annulée. Cette exigence devient absolument impérative pour certains systèmes, tels les autodirecteurs d'engins, par exemple.

Or, l'échauffement des différents éléments constitutifs d'un magnétron engendre des dilatations thermiques différentielles qui modifient la fréquence naturelle de résonance des cavités.

On peut exprimer la fréquence dans le mode $\frac{1}{2}$ en termes des capacités et des inductances selfiques des cavités et des straps (voir figure 3) :

$$\omega_{\frac{1}{2}} = 2\pi f = [L(C + \gamma)]^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

L = l'inductance selfique et C = capacité de la cavité sans straps, γ et λ sont, respectivement, la capacité et l'inductance selfique par cellule des straps seuls. Cette équation reflète qu'en mode $\frac{1}{2}$, on peut négliger l'influence de l'inductance selfique 2 qui est connectée à des points équipotentiels. Cette formule montre qu'il est possible d'agir sur la fréquence du mode $\frac{1}{2}$ en agissant sur la capacité γ , la capacité inter-straps par cellule. Une variation $\Delta\gamma$ de cette capacité γ donnera une variation relative de la fréquence angulaire $\omega_{\frac{1}{2}}$ suivant la relation :

$$\frac{\Delta\omega}{\omega_{\frac{1}{2}}} = \frac{-\Delta\gamma}{2(C + \gamma)} \quad (2)$$

Pendant la période transitoire de mise en route du magnétron, l'échauffement des éléments internes et leur dilatation réduisent les écarts entre ces pièces et augmentent donc la capacité C, diminuant la fréquence (dans le cas d'un échauffement suffisamment homogène).

Un but de l'invention est de remédier à ce problème, en minimisant ou en annulant la dérive de fréquence due à la dilatation thermique des éléments internes à un magnétron. Un autre but de l'invention est de proposer un système simple à réaliser et peu coûteux pour annuler cette dérive en fréquence.

A ces fins l'invention propose un magnétron comportant une cathode centrale entourée d'une anode en couronne avec des ailettes radiales dirigées vers la cathode. Ces ailettes sont de rang pair ou impair. Au moins une paire d'anneaux concentriques sont reliés électriquement aux ailettes, un anneau de plus grand diamètre est relié aux ailettes impaires, un anneau de plus petit diamètre relié aux ailettes paires.

Pour réduire la dérive en fréquence du magnétron, les ailettes impaires sont plus épaisses que les ailettes paires. Toutes les ailettes présentent une même section face à la cathode.

On peut prévoir une languette de souplesse pour assurer le contact électrique entre une ailette et un anneau. Cette languette peut être en cuivre.

Les anneaux peuvent être dans des matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents, l'anneau de plus grand diamètre étant dans un

matériau ayant le plus grand coefficient de dilatation thermique.

Les ailettes de type différent peuvent être dans des matériaux ayant des résistances thermiques différents ou dans des matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention et de ses principales réalisations ressortiront de la description détaillée qui suit, avec ses figures annexées, dont :

- la figure 1, déjà mentionnée, montre schématiquement et en perspective, trois anodes de magnétron connues de l'art antérieur ;
- la figure 2a, montre schématiquement et en plan perpendiculaire à l'axe un autre exemple de l'anode strapée connue de l'art antérieur ;
- la figure 2b, montre schématiquement et en perspective un détail de la figure 2a ;
- la figure 3, montre un schéma électrique équivalent à la structure de la figure 2 ;
- la figure 4, montre schématiquement et en perspective un détail d'un magnétron strapé ;
- la figure 5, montre un détail d'un exemple, en coupe perpendiculaire à l'axe du magnétron, d'une anode d'un magnétron strapé selon l'invention.

Les mêmes repères désignent les mêmes éléments sur les différentes figures.

Sur les figures 1, on voit trois anodes de magnétrons connues de l'art antérieur qui incorporent des moyens pour écarter des fréquences parasites de la fréquence de fonctionnement désirée

Sur la figure 1a, on voit une anode dont les cavités 1 ont la forme de trous circulaires parallèles à l'axe du magnétron, couplés par des fentes radiales 4 séparées par des parois épaisses 11,12 ayant une forme particulière entre ces trous circulaires et ces fentes radiales. Deux straps 3, des anneaux circulaires métalliques, sont disposés de part et d'autre de l'anode (vers le haut et vers le bas sur la figure), et centrés sur l'axe. Le strap 3 en haut de l'anode dans la figure 1a est connecté électriquement aux parois paires 12, et le strap d'en bas est connecté électriquement aux parois impaires 11. La capacité entre ces deux anneaux introduit le terme gamma dans les équations 1 et 2 ci-dessus.

Sur la figure 1b, on voit une anode dont les cavités 1 ont une forme trapézoïdale, séparées par des ailettes radiales (21, 22). Deux straps 3, des anneaux circulaires métalliques, sont disposés de part et d'autre de l'anode (vers le haut et vers le bas), et centrés sur l'axe. Le strap 3 en haut de l'anode dans la figure 1b est connecté électriquement aux ailettes paires 22, et le strap d'en bas est connecté électriquement aux ailettes impaires 21. La capacité entre ces deux anneaux introduit le terme gamma dans les équations 1 et 2 ci-dessus.

Un autre exemple d'une anode connue de l'art

antérieur est montré sur la figure 1c, l'anode dite "en soleil levant". Dans cette réalisation, les cavités (111,112) ont la forme des fentes radiales, couplées par l'ouverture sur un côté vers a cathode centrale (non montrée), Dans cette construction, les fréquences parasites sont écartées de la fréquence de fonctionnement par la longueur différente dans le sens radial des fentes paires 112, plus longues que les fentes impaires 111. Cette configuration n'utilise pas des straps, et donc ne nous concerne pas dans le cadre de la présente invention.

Sur la figure 2a, l'on voit schématiquement et en plan, d'un point sur l'axe du magnétron, l'anode d'un magnétron très semblable à celle de la figure 1b, avec une paire de straps 3 de chaque côté de l'anode. Ayant respectivement des diamètres différents, les deux straps visibles sur la figure sont disposés concentriquement, l'un faisant contact électrique avec les ailettes paires 22, et l'autre faisant contact électrique avec les ailettes impaires 21. Ces points de contact sont indiqués sur le dessin par des petits cercles. Cet exemple nous sera utile par la suite pour expliquer notre invention dans une réalisation particulièrement simple qui est montrée sur la figure 4.

Sur la figure 2b, on voit schématiquement et en perspective un détail de la figure 2a, qui représente une ailette paire 22. On voit deux paires de straps 3 de part et d'autre (supérieur et inférieur) de l'ailette 22, avec sur la partie supérieure, un contact électrique entre l'ailette 22 et le strap de diamètre plus grand de la paire supérieure, et sur la partie inférieure, un contact électrique entre l'ailette 22 et le strap de diamètre moins grand de la paire inférieure.

Sur la figure 3, on montre le schéma électrique équivalent pour la structure de la figure 2. L'inductance selfique L et la capacité C sont des valeurs par cavité. L et C placés en parallèle représentent donc une cavité, constituant la cellule de base du schéma équivalent qui sera répétée autant de fois qu'il y a des cavités dans le magnétron. Entre les extrémités de chaque paire de cellules (représentant deux cavités), il existe des connections qui représentent les deux straps, connectés aux ailettes paires et impaires respectivement (les ailettes ne figurent pas sur le schéma équivalent). Chacune de ces connections aura une inductance selfique de $2*\lambda$ (par cellule), mais dans le mode $\frac{1}{2}$, λ est sensiblement nulle comme nous l'avons décrit plus haut. Entre les deux straps de chaque paire, nous avons également la capacité de gamma par cellule.

Sur la figure 4, on voit en coupe et en perspective un détail d'une anode de magnétron strapé. Il s'agit d'une anode ayant sensiblement la même forme que l'anode de la figure 2, à une différence près : sur l'ailette montrée dans le détail de la figure 4, le strap intérieur (de diamètre plus faible que le strap extérieur) est d'un métal de faible coefficient de dilatation thermique, tel le molybdène, le tungstène, le titane, ou si-

milaire, alors que le strap externe est d'un métal de fort coefficient de dilatation thermique comme le cuivre par exemple. L'ailette représentée sur la figure 4 est une ailette "impaire" car le strap interne fait contact électrique avec cette ailette, alors que le strap externe ne fait pas contact électrique avec l'ailette. Pour pallier aux contraintes mécaniques dues à la dilatation différentielle entre le strap interne et l'ailette d'anode, ce strap est joint à l'ailette par l'intermédiaire d'une languette 33 de souplesse, une espèce de socle en métal suffisamment ductile pour se déformer sous ces contraintes sans se casser, du cuivre par exemple. quelques dimensions sont portées sur la figure 4 pour permettre le calcul de la capacité théorique entre les deux straps : la distance radiale moyenne entre l'axe du tube et le diamètre des straps (r_s), la distance entre les deux straps (e), et la hauteur des straps (a), hormis la languette de souplesse. Lors de l'échauffement de l'ensemble, la dilatation du strap externe est plus forte que celle du strap interne dans cet exemple de réalisation selon l'invention, donc les straps s'écartent (la distance e augmente), et la capacité entre les straps diminue. Par un choix judicieux des dimensions, cette réduction de capacité peut annuler l'augmentation de capacité due à l'échauffement du reste du magnétron. Si l'importance de la capacité d'annulation requise le mérite, deux paires de straps peuvent être utilisées, de part et d'autre de l'anode comme montré sur la figure 2b.

Sur la figure 5, on voit en coupe transversale, une réalisation d'anode de magnétron strapé selon les principes de l'invention. Dans cet exemple, il y a une paire de straps (3,3') seulement, de la même matière, disposés concentriquement sur le même côté de l'anode. On pourrait aussi mettre deux paires de straps comme sur la figure 2 b. Le strap extérieur, de plus grand diamètre, porte la référence 3 et le strap intérieur, de plus petit diamètre porte la référence 3'. Selon l'invention, les ailettes (21,22) sont profilées de façon à présenter une surface égale vers la cathode 23 au centre du magnétron, mais une résistance thermique différente à cause de leurs largeurs différentes : les ailettes paires 22 sont amincies pour augmenter leur résistance thermique, tandis que les ailettes impaires 21 sont épaissees pour réduire leur résistance thermique. Puisque les ailettes paires 22 et impaires 21 présentent la même surface face à la cathode 23 elles seront chauffées de la même manière, mais la chaleur sera évacuée plus rapidement des ailettes 21 épaissees impaires que des autres ailettes amincies paires. La dilatation thermique sera alors plus grande pour les ailettes 22 amincies paires que pour les ailettes 21 épaissees impaires. Lors de l'échauffement du magnétron, le strap intérieur 3' suivra la dilatation des ailettes 22 amincies. L'écartement entre les straps 3, 3' va augmenter. Les dimensions des straps (3,3') seront calculées comme dans le cas précédent pour donner une variation de capa-

cité inter-straps lors de l'échauffement pour annuler la dérive en fréquence due à la dilatation thermique des autres parties du magnétron.

Dans cet exemple d'une réalisation selon une caractéristique de l'invention, les languettes de souplesse et les straps en métaux différents ne sont pas nécessaires pour obtenir l'effet recherché. Toutefois, il est possible de faire une réalisation selon l'invention qui présente une combinaison des caractéristiques de la réalisation de la figure 4 et celles de la figure 5.

Le strap 3 extérieur est réalisé dans un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique du matériau réalisant le strap 3' intérieur.

Suivant les mêmes principes, les ailettes peuvent être réalisées de matériaux métalliques différents, ayant soit des coefficients de dilatation thermique différents, soit des coefficients de dilatation thermique semblables, mais avec des coefficients de résistance thermique différents. Les ailettes 22 paires seront réalisées dans le matériau ayant le coefficient de dilatation thermique le plus grand ou dans le matériau ayant la résistance thermique la plus grande.

Dans toutes les formes et réalisations selon l'invention où ses principes, les méthodes d'assemblage employées sont sensiblement les mêmes que celles utilisées de manière classique dans les magnétrons strapés connus de l'art antérieur : principalement par brasages et ou soudures entre les différentes pièces métalliques. Les exemples de réalisations selon l'invention donnés ci-dessus ne requièrent pas un nombre de pièces plus élevé que les réalisations de l'art antérieur, ni des procédés, ni des méthodes sensiblement plus compliquées que ceux de l'art antérieur. L'invention permet donc d'obtenir des résultats sensiblement meilleurs en termes de performances hyperfréquence lors de l'échauffement du magnétron par rapport à celles de l'art antérieur, et ceci pratiquement sans sur-coûts, ni de matière première, ni de procédé industriel.

Revendications

- 45 1. Magnétron comportant une cathode (23) centrale entourée d'une anode en couronne avec des ailettes (21,22) radiales dirigées vers la cathode ces ailettes étant paires ou impaires, au moins une paire d'anneaux (3,3') concentriques reliés électriquement aux ailettes (21,22), un anneau (3) de plus grand diamètre étant relié aux ailettes (21) impaires, un anneau (3') de plus petit diamètre étant relié aux ailettes (22) paires, caractérisé en ce que, en vue de réduire la dérive en fréquence du magnétron avec la température, les ailettes (21) impaires sont plus épaisses que les ailettes (22) paires, toutes les ailettes (21,22) présentant une même section face à la cathode (23).

2. Magnétron selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une languette (33) de souplesse est prévue pour assurer la liaison électrique entre un anneau (3) et une ailette (21). 5
3. Magnétron selon la revendication 2 caractérisé en ce que la languette (33) est en cuivre.
4. Magnétron selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'anneau (3) de plus grand diamètre est réalisé dans un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique du matériau réalisant l'anneau (3') de plus petit diamètre. 10
5. Magnétron selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les ailettes (22) paires sont réalisées dans un matériau ayant une résistance thermique supérieure à la résistance thermique du matériau réalisant les ailettes (21) impaires. 15 20
6. Magnétron selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les ailettes (22) paires sont réalisées dans un matériau ayant un coefficient de dilatation thermique supérieur au coefficient de dilatation thermique du matériau réalisant des ailettes (21) impaires. 25
7. Magnétron selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le matériau à coefficient de dilatation thermique le plus grand est choisi parmi le tungstène, le molybdène, le titane. 30
8. Magnétron selon l'une des revendications 4 à 7 caractérisé en ce que le matériau à coefficient de dilatation thermique le plus petit est du cuivre. 35

40

45

50

55

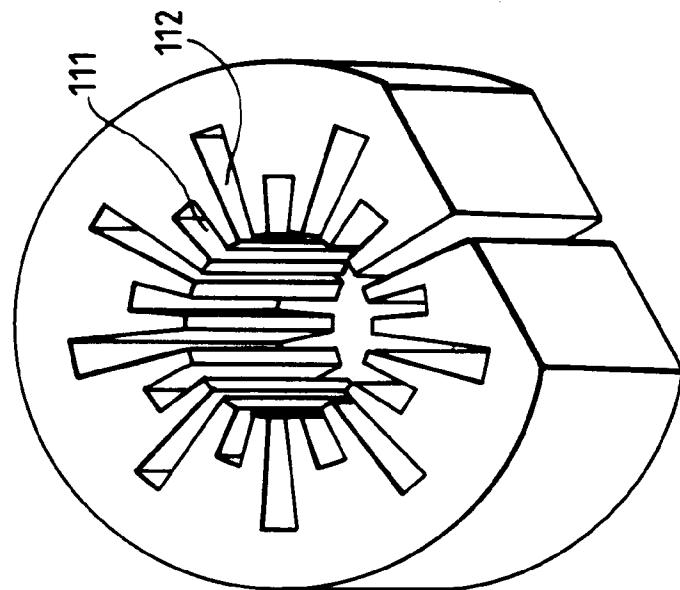


FIG. 1c

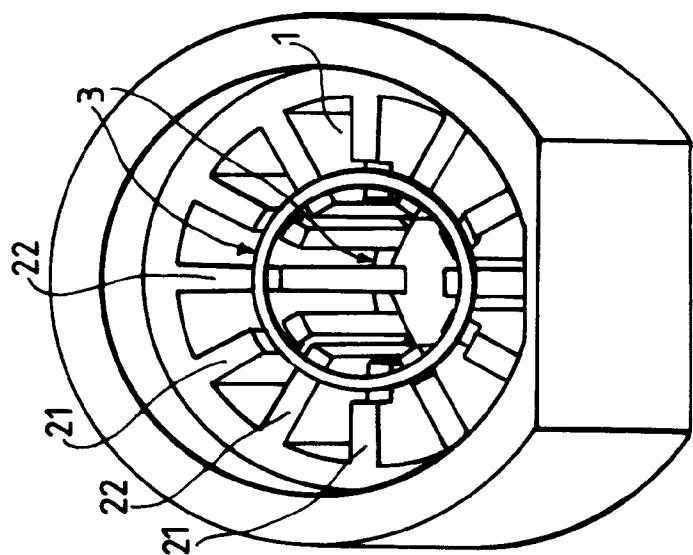


FIG. 1b

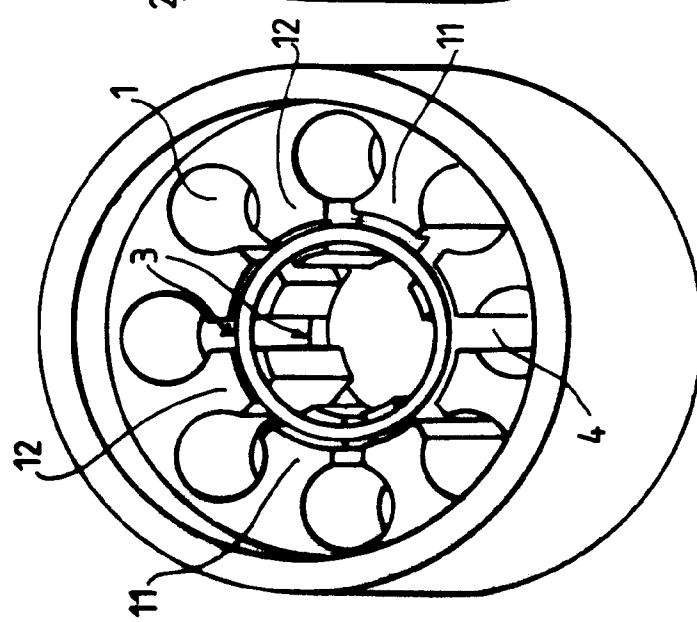


FIG. 1a

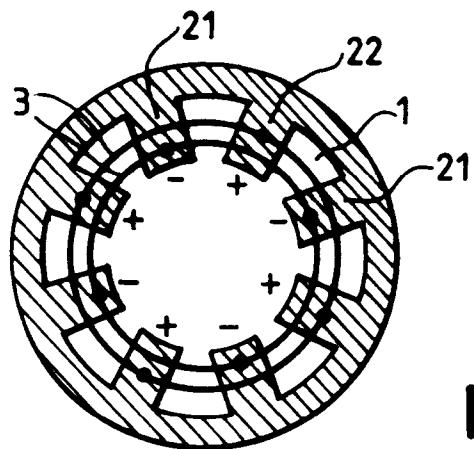


FIG.2a

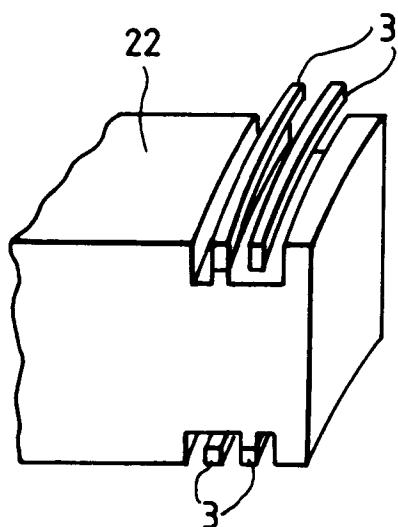


FIG.2b

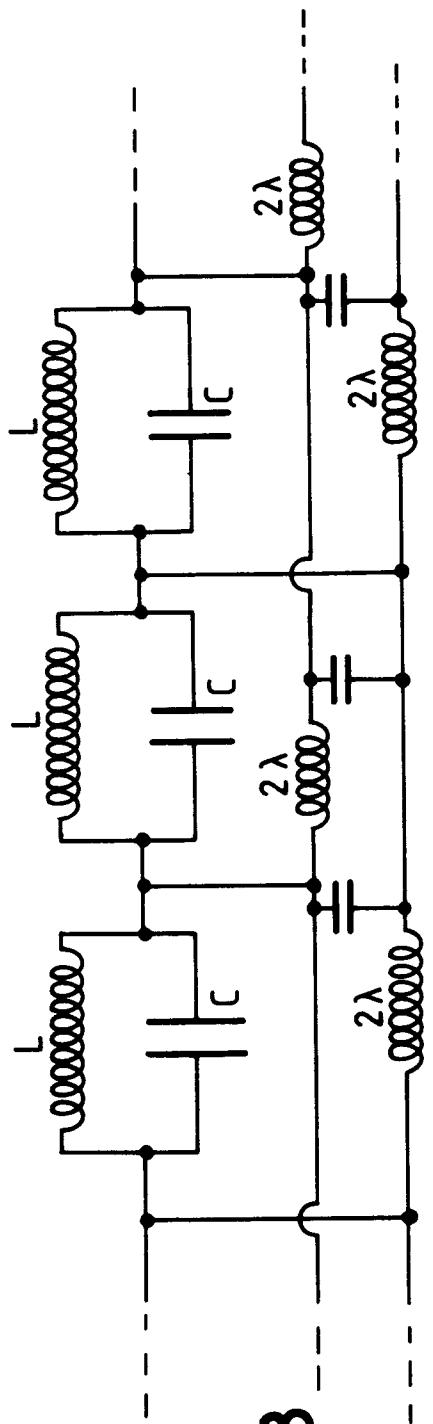


FIG. 3

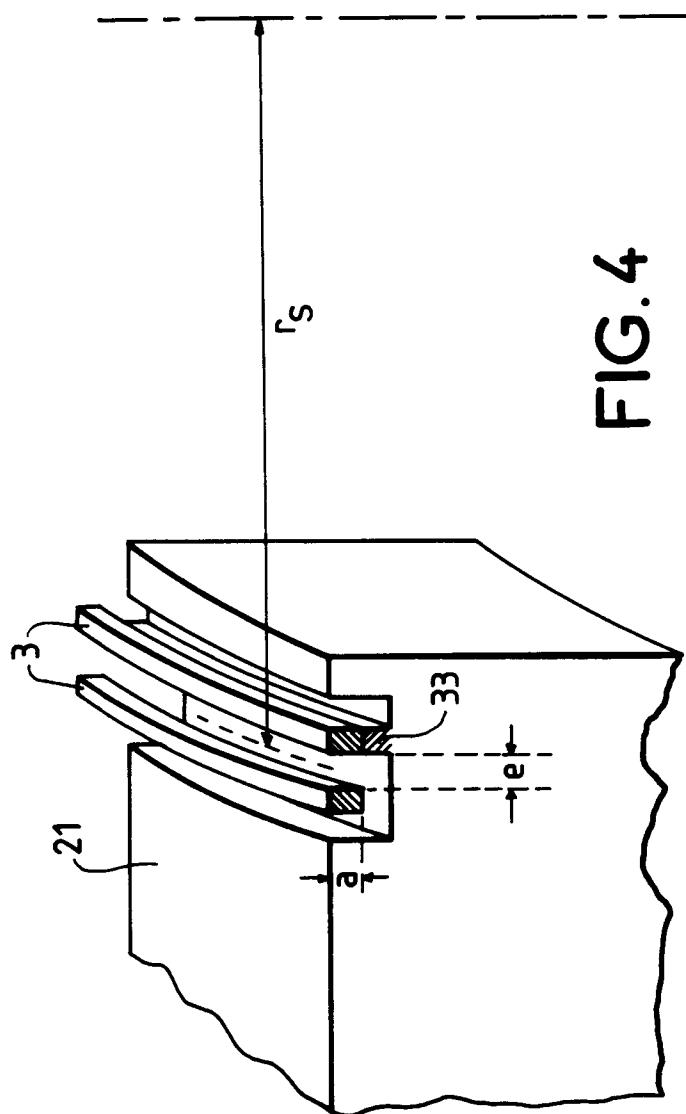


FIG. 4

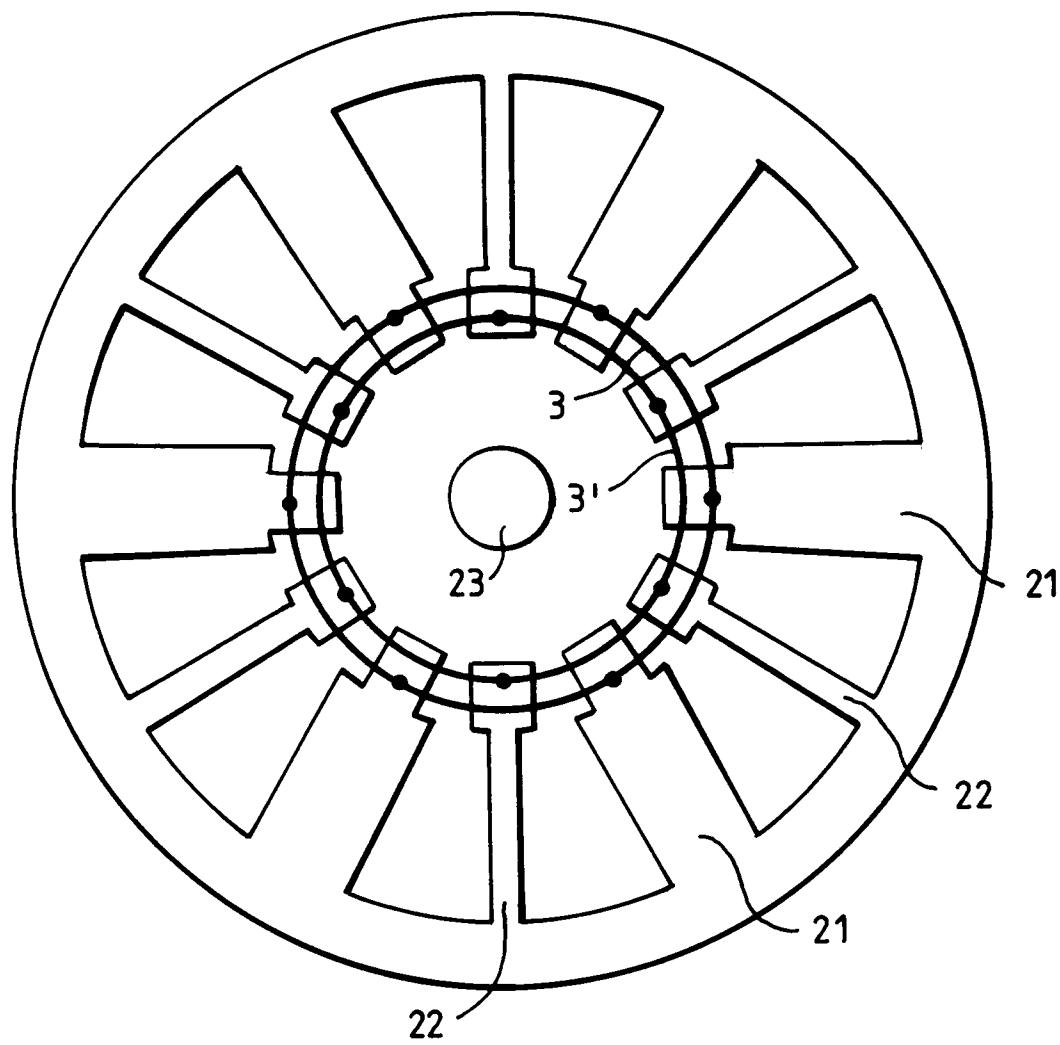


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 92 40 1664
Page 1

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)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 151 (E-906)(4094) 22 Mars 1990 & JP-A-2 010 634 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 16 Janvier 1990 * abrégé * ---	1	H01J23/20 H01J25/587
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 133 (E-404)(2190) 17 Mai 1986 & JP-A-60 262 332 (TOSHIBA K.K.) 25 Décembre 1985 * abrégé * ---	2	
A	GB-A-666 559 (GOVERNMENT OF THE UNITED STATES) * page 1, ligne 66 - ligne 77 * * page 2, ligne 84 - ligne 93; figures 2,3,5 * * page 2, ligne 130 - page 3, ligne 8 * * page 4, ligne 122 - page 5, ligne 11 * ---	2	
A	GB-A-2 173 636 (THE M-O VALVE COMPANY LIMITED) * abrégé * * page 1, ligne 109 - ligne 116 * ---	3,4,7,8	
A	US-A-3 289 037 (WHITMORE) * le document en entier * ---	5-7	H01J
A	US-A-2 852 720 (CRAPUCHETTES) * colonne 1, ligne 52 - ligne 54 * ---	7	
A	US-A-2 810 094 (DERBY ET AL.) * colonne 1, ligne 52 - ligne 60 * * colonne 2, ligne 7 - ligne 8 * ---	7	
A	EP-A-0 316 092 (EEV LIMITED) * abrégé * ---	7	
		-/-	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	04 SEPTEMBRE 1992	MARTIN Y VICENTE M.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant		



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 92 40 1664
Page 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	<p>WORLD PATENTS INDEX Week 7902, 1979 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 79-A3540B [02] & SU-A-593 267 (PAKULIN) 11 Avril 1978 * abrégé *</p> <p>-----</p>	7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	04 SEPTEMBRE 1992	MARTIN Y VICENTE 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			