

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt: **81401482.5**

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 01 J 25/02, H 01 S 1/00,**  
**H 01 S 3/09**

⑳ Date de dépôt: **24.09.81**

③① Priorité: **26.09.80 FR 8020714**

⑦① Demandeur: **THOMSON-CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **07.04.82**  
**Bulletin 82/14**

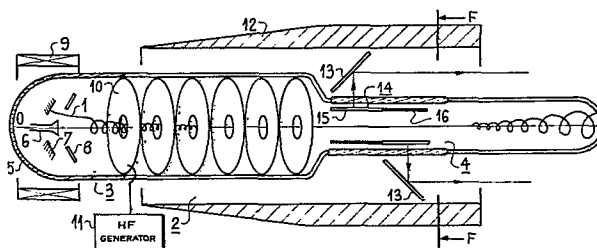
⑦② Inventeur: **Mourier, Georges, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑥④ Etats contractants désignés: **DE GB IT**

⑦④ Mandataire: **Benichou, Robert et al. "THOMSON-CSF" - SCPI 173 bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑤④ **Accélérateur d'électrons et générateur d'ondes millimétriques et infra-millimétriques comportant un tel accélérateur.**

⑤⑦ Une enceinte à vide (5) contient un canon à électrons qui produit un faisceau d'électrons (1) qui se propage selon l'axe Oz avec une vitesse selon l'axe Oz ( $V_z$ ) sensiblement inférieure à celle de la lumière et avec une vitesse transversale non nulle. Ce faisceau traverse un guide à iris (10), alimenté par un générateur haute fréquence longitudinal, selon l'axe Oz. Une bobine (12) entoure l'enceinte (5) au niveau du guide à iris et produit un champ magnétique croissant selon l'axe Oz.



**EP 0 049 198 A1**

ACCELERATEUR D'ELECTRONS ET GENERATEUR D'ONDES  
MILLIMETRIQUES ET INFRA-MILLIMETRIQUES COMPORTANT  
UN TEL ACCELERATEUR.

La présente invention concerne un accélérateur d'électrons qui peut être utilisé dans un générateur d'ondes millimétriques et infra-millimétriques. Elle concerne également les générateurs comportant de tels accélérateurs.

5 Des générateurs d'ondes infra-millimétriques tels que les lasers à électrons libres sont connus, notamment par l'article de L.R. Elias et al, paru en 1976, dans la revue "Physical review letters", volume 36, pages 717 et suivantes.

10 Dans ces lasers à électrons libres, un faisceau d'électrons qui se déplace selon une direction Oz avec une vitesse  $V_z$  voisine de celle c de la lumière est périodiquement accéléré dans la direction transversale à Oz.

15 Ces accélérations transversales périodiques sont généralement obtenues en établissant soit un champ magnétique en hélice, de pas P et d'axe Oz, soit deux champs transversaux à l'axe Oz, de sens opposés et répartis périodiquement dans l'espace avec une même période P.

20 Le problème qui se pose avec ces lasers est que deux exigences contradictoires commandent la valeur de la période P des accélérations transversales :

- d'une part, la fréquence  $\nu$  du rayonnement émis selon l'axe Oz par les électrons, périodiquement accélérés dans une direction transversale à Oz, est inversement proportionnelle à la période P puisqu'elle s'écrit :

25

$$\nu = \frac{V_z}{P} \cdot \frac{1}{1 - \frac{V_z^2}{c^2}}$$

On a donc intérêt pour augmenter la fréquence à choisir P aussi faible que possible ;

- d'autre part, la puissance rayonnée par les électrons est proportionnelle au carré des accélérations transversales. Pour avoir des accélérations importantes, il faut disposer de champs magnétiques de grande intensité. Pour créer ces champs magnétiques, la période P doit être importante afin qu'il soit matériellement possible de loger les conducteurs qui créent ces champs magnétiques. On a donc intérêt pour augmenter la puissance rayonnée à choisir P aussi élevée que possible.

Ces lasers ne permettent d'obtenir simultanément des fréquences de quelques dizaines de gigahertz et un champ magnétique alterné de quelques teslas d'amplitude qu'à condition d'augmenter considérablement leur longueur, ce qui est un inconvénient. De plus, leur rendement est peu élevé et la puissance rayonnée reste faible.

La présente invention concerne un accélérateur d'électrons et un générateur d'ondes millimétriques et infra-millimétriques comportant cet accélérateur qui sont de conception différente de ce qui est connu dans l'art antérieur.

Le générateur selon la présente invention permet d'obtenir simultanément une fréquence et une puissance rayonnée élevées, tout en conservant des dimensions semblables à celles des tubes électroniques standards.

Ainsi avec un tube de 1 à 2m selon Oz, on peut atteindre des fréquences de 300GHz environ avec un faisceau de 2 à 3 MeV.

Le rendement de ce générateur est élevé, de l'ordre de 50%, et avec un courant de 10mA environ dans le circuit de polarisation cathode-anode, on obtient une puissance rayonnée de 7,5KW.

De plus, un autre avantage de ce générateur est qu'il n'exige pas de tension continue trop élevée (200KV environ entre l'anode et la cathode) et que la valeur de cette tension continue peut varier dans une grande plage.

La présente invention concerne un accélérateur d'électrons qui comporte, dans une enceinte à vide, un canon à électrons qui produit un faisceau d'électrons se propageant suivant un axe Oz avec une vitesse selon l'axe Oz sensiblement inférieure à celle de la lumière

et avec une vitesse transversale non nulle. Cette enceinte à vide comporte également une ligne à retard, alimentée par un générateur haute fréquence, qui permet l'établissement d'un champ électrique haute fréquence longitudinal selon l'axe Oz. Enfin, une bobine entoure l'enceinte au niveau de la ligne à retard et produit un champ magnétique croissant lentement selon l'axe Oz.

La présente invention concerne également un générateur d'ondes millimétriques et infra-millimétriques qui comporte un accélérateur d'électrons selon l'invention.

Dans ce générateur, le faisceau d'électrons pénètre dans une cavité résonnante accordée à la fréquence  $F_M$  correspondant à une pulsation  $\omega_M$  légèrement supérieure à  $\frac{e}{m_0} \cdot B \cdot \left(\frac{W}{W_0}\right)$ .

La bobine qui entoure l'enceinte à vide au niveau de la cavité résonnante crée un champ magnétique uniforme selon l'axe Oz.

L'accélérateur d'électrons selon la présente invention peut être utilisé comme on va le voir dans la description suivante dans les générateurs d'ondes millimétriques et infra-millimétriques.

Il peut aussi être utilisé dans d'autres dispositifs que ces générateurs.

En ce qui concerne le générateur selon l'invention, il a les mêmes applications que les générateurs de l'art antérieur pour ondes millimétriques et infra-millimétriques, à savoir l'émission radar, la mesure dans les installations de plasma, la séparation isotopique...

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les figures annexées qui représentent :

- La figure 1, la répartition des champs magnétiques et une trajectoire électronique dans les lasers à électrons libres selon l'art antérieur ;

- Les figures 2 et 3, la trajectoire suivie par un électron en deux points du générateur selon l'invention ;

- Les figures 4 et 5, une vue longitudinale suivant l'axe Oz et une vue transversale selon le plan F de la figure 4 d'un mode de

réalisation du générateur selon l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments, mais, pour des raisons de clarté, les cotes et proportions des divers éléments ne sont pas respectées.

5 La figure 1, représente la répartition des champs magnétiques et une trajectoire électronique dans les lasers à électrons libres selon l'art antérieur dont il a été précédemment question.

10 On rappelle que dans ces lasers un faisceau d'électrons 1 qui se déplace selon une direction Oz avec une vitesse  $V_z$  voisine de celle de la lumière est périodiquement accéléré dans la direction transversale à Oz.

15 Pour cela, on peut établir, sur une certaine longueur L, deux champs  $B_1$  et  $B_2$ , transversaux à l'axe Oz et de sens opposés. Ces champs  $B_1$  et  $B_2$  sont répartis périodiquement sur la longueur L avec une même période P.

A cause des champs  $B_1$  et  $B_2$  le faisceau d'électrons 1 monte et descend comme cela est représenté sur la figure et subit donc des accélérations transversales. Les électrons rayonnent une puissance qui est proportionnelle au carré des accélérations transversales.

20 La figure 4, représente une vue longitudinale, suivant l'axe Oz d'un mode de réalisation du générateur selon l'invention.

Ce générateur 2 comporte deux parties :

- une première partie 3 dans laquelle s'effectue l'accélération du faisceau d'électrons 1 ;
- 25 - une deuxième partie 4 dans laquelle s'effectue le prélèvement des ondes millimétriques et infra-millimétriques.

On va d'abord décrire l'accélérateur d'électrons 3.

30 Cet accélérateur comporte, dans une enceinte à vide 5, un canon à électrons qui produit un faisceau d'électrons avec une vitesse non nulle dans une direction transversale à Oz et avec une vitesse selon l'axe Oz,  $V_z$ , sensiblement inférieure à celle de la lumière,  $V_z = 0,1 \cdot c$  par exemple.

La figure 2, représente la trajectoire hélicoïdale suivie par un électron à la sortie du canon à électrons.

Ce canon à électrons comporte généralement une cathode 7 en forme d'anneau qui produit un faisceau cylindrique creux.

De tels canons à électrons sont connus notamment par la thèse soutenue le 12.07.79 à l'Institut Polytechnique de Grenoble par J.L. ALIROT et intitulée "Injecteur pour tube générateur d'onde haute fréquence du type gyrotron à injection centrale".

L'accélérateur selon l'invention peut également fonctionner sans utiliser un faisceau cylindrique creux mais en utilisant un faisceau mince décentré.

Sur la figure 4, on n'a représenté schématiquement que la cathode 7 de ce canon, et l'anode en deux parties, 6 et 8..

La haute tension continue, appliquée entre la cathode et l'anode est choisie de façon à imprimer au faisceau d'électrons la vitesse longitudinale  $V_z$ .

Une bobine de focalisation 9 entoure l'enceinte à vide au niveau du canon à électrons. A ce niveau, l'enceinte à vide est constituée d'un matériau isolant, verre ou céramique, car elle reçoit la haute tension continue.

Cette bobine 9 crée un champ magnétique de sens inverse à celui qui est créé dans le reste de l'accélérateur. Cela est nécessaire pour que le faisceau d'électrons ait dans le reste de l'accélérateur une trajectoire en spirale centrée sur l'axe.

Après le canon à électrons, l'enceinte à vide 5 comporte une ligne à retard 10 disposée selon l'axe Oz et alimentée par un générateur haute fréquence 11.

Cette ligne à retard doit permettre l'établissement d'un champ électrique haute fréquence longitudinal, selon l'axe Oz. Cette ligne à retard est généralement constituée par un guide à iris, comme cela est représenté sur la figure 4. D'autres types de ligne à retard pourraient être utilisés tels qu'une ligne à retard en hélice par exemple.

La fréquence délivrée par ce générateur 11 est indépendante de celle délivrée par le générateur selon l'invention ; la fréquence délivrée par le générateur 11 est généralement beaucoup plus basse

que celle délivrée par le générateur selon l'invention, et comprise entre 1 GHz et 10 GHz. -

Dès qu'il pénètre dans le guide à iris 10, le faisceau d'électrons 1 est soumis à un champ magnétique qui croît selon l'axe Oz et qui est produit par une bobine 12.

Dès qu'il pénètre dans le guide à iris 10, chaque électron décrit une trajectoire en spirale qui se rapproche de plus en plus de l'axe Oz.

Sur la figure 3, on a représenté en trait fin les lignes de force du champ magnétique croissant selon l'axe ; ces lignes de force se rapprochent de plus en plus de l'axe Oz.

Sur la figure 3, on a aussi représenté en trait fort la trajectoire en spirale d'un électron qui s'enroule sur un tube de champ magnétique et se rapproche de l'axe Oz.

Le champ magnétique croissant permet d'augmenter la vitesse de rotation des électrons autour de l'axe Oz. L'énergie longitudinale fournie par le générateur H.F. 11 est transformée en énergie transversale, et les électrons reçoivent donc des accélérations transversales importantes.

Les électrons peuvent ainsi atteindre par exemple, une énergie égale à  $4 W_0$ , où  $W_0 = 511 \text{ KeV}$  est l'énergie des électrons au repos.

La croissance du champ magnétique créé par la bobine 12 selon l'axe Oz se fait lentement. A titre d'exemple, chaque électron décrit environ une dizaine d'orbites dans le guide à iris 10.

Lorsqu'un électron se trouve placé dans un champ magnétique d'intensité B, sa vitesse de rotation dans le plan perpendiculaire au champ électrique s'écrit :

$$\omega_s = \frac{e}{m_0} \cdot B \cdot \frac{W_0}{W}$$

où e est la charge électrique de l'électron,  $m_0$ , la masse de l'électron au repos,  $W_0$  et W, l'énergie de l'électron respectivement au repos et excité.

Placé dans un champ magnétique croissant lentement avec Oz et dans un champ électrique d'amplitude E, selon Oz, qui est produit

par le générateur H.F. 11, chaque électron décrit une spirale. Le mouvement des électrons de O vers z présente une accélération qui s'écrit :

$$-eE - \frac{e \cdot C}{m} \frac{\partial B}{\partial z}$$

5 où C est une constante du mouvement qui s'écrit :

$$C = \frac{e \cdot B \cdot r^2}{2}$$

avec r le rayon de l'orbite décrite par les électrons.

L'énergie transmise aux électrons provient du champ électrique d'amplitude E, selon Oz, qui est produit par le générateur H.F. 11.

La variation d'énergie du faisceau d'électrons de l'entrée à la sortie de l'accélérateur est donnée par l'équation :

$$15 \quad W_2 - W_1 = \int_1^2 E \cdot dz.$$

On constate d'après l'équation précédente que la variation d'énergie du faisceau de l'entrée à la sortie de l'accélérateur ne dépend pas de la variation de la vitesse  $V_z$  des électrons selon l'axe Oz.

20 La vitesse  $V_z$  peut donc être constante sur l'axe Oz. La relation suivante doit être alors vérifiée entre la valeur du champ électrique selon Oz, E, et les variations du champ magnétique selon Oz :

$$25 \quad E \left( 1 - \frac{V_z^2}{c^2} \right) = \frac{C}{m} \cdot \frac{\partial B}{\partial z}$$

Pour obtenir une vitesse  $V_z$  constante, il faut agir sur le champ magnétique croissant créé par la bobine 12.

30 Dans ce qui suit, on donne un exemple numérique correspondant au cas où on veut obtenir une énergie finale de  $4 W_0$ .

A partir de l'égalité  $W = 4 W_0$ , on obtient par la relation :

$$W = \frac{W_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

la vitesse totale des électrons :  $V = 0,9682.c$ .

On choisit, en fixant les caractéristiques du canon à électrons et en particulier de la tension continue entre l'anode et la cathode, de prendre une vitesse longitudinale constante égale à :  $V_z = 0,1 . c$   
 5 et une vitesse transversale égale à :  $0,9631.c$ .

On détermine ensuite les grandeurs suivantes :

- champ magnétique initial : 1436T
- champ magnétique final : 3T
- fréquence cyclotronique :  $(e/2\pi m_0).B = 84 \text{ GHz}$
- 10 - fréquence synchrotronique :  $(e/2\pi m).B = 21 \text{ GHz}$
- rayon d'orbite initial :  $10^{-2} \text{ m}$
- rayon d'orbite final :  $0,219 . 10^{-2} \text{ m}$
- constante du mouvement C :  $1,149.10^{-24}$  (unités S.I.)
- énergie initiale :  $W_1 = 1,314.W_0$ , où  $W_1$  représente l'énergie de  
 15 l'électron à l'entrée de la ligne à retard
- accélération totale en énergie : 1372 keV
- haute tension continue : 160 kV
- longueur de l'accélérateur :  $> 13 . 10^{-2} \text{ m}$ .

Après avoir décrit la première partie 3 du générateur 2 selon  
 20 l'invention dans laquelle s'effectue l'accélération du faisceau d'électrons 1, on va maintenant décrire un mode de réalisation de la deuxième partie 4 de ce générateur dans laquelle s'effectue le prélèvement des ondes millimétriques et infra-millimétriques.

Dans cette deuxième partie, l'enceinte à vide 5 du générateur  
 25 2 présente un diamètre inférieur à celui qu'elle présente au niveau de l'accélérateur 3.

Ainsi, on peut glisser entre cette enceinte et la bobine 12 deux  
 miroirs inclinés 13, métalliques par exemple, qui reçoivent le rayonnement cohérent émis par les électrons et le réfléchissent  
 30 selon une direction parallèle à Oz pour qu'il soit utilisé ensuite.

Sur la figure 5 qui est une vue transversale selon le plan F de

la figure 4 du générateur selon l'invention, on voit la section rectangulaire des miroirs 13.

Au niveau de la deuxième partie 4 du générateur, la bobine 12 crée un champ magnétique uniforme selon l'axe Oz.

5 Afin que le rayonnement émis par les électrons accélérés soit rendu cohérent, le faisceau d'électrons passe, après avoir traversé l'accélérateur, entre deux réflecteurs parallèles 14.

10 Ces deux réflecteurs sont séparés par une distance égale à  $N \cdot \frac{\lambda_M}{2}$ , où N est un nombre entier et  $\lambda_M$  la longueur d'onde du rayonnement cohérent que l'on va obtenir et qui sera précisée par la suite.

15 Chacun des réflecteurs 14 comporte une zone 15 semi-réfléchissante qui laisse passer une fraction du rayonnement et réfléchit le reste et une zone 16 réfléchissante. La zone réfléchissante d'un réflecteur fait face à la zone semi-réfléchissante de l'autre réflecteur, et vice-versa.

20 De ce fait, on recueille le rayonnement à travers l'enceinte à vide 5 qui est en verre à cet endroit-là dans deux directions opposées sur chaque zone qui laisse passer le rayonnement des deux réflecteurs.

Les miroirs 13 permettent de rabattre le rayonnement dans la direction Oz car il n'est pas possible de le laisser se propager perpendiculairement aux réflecteurs à cause de la présence de la bobine 12.

25 En fait, la deuxième partie 4 du générateur dans laquelle s'effectue le prélèvement des ordres millimétriques et infra-millimétriques constitue une cavité résonnante accordée à la fréquence  $F_M$  correspondant à  $\lambda_M$ .

30 Cette cavité peut être ouverte, c'est à dire constituée par exemple de deux réflecteurs parallèles comme c'est le cas sur le mode de réalisation représenté sur la figure 4.

Cette cavité peut aussi être fermée et constituée, par exemple, d'une portion de guide d'onde.

On sait par les travaux de J. SCHWINGER, et notamment par

l'article publié à son nom dans "Physical review", du 15.06.49, volume 75, numéro 12, pages 1912 à 1925, qu'un électron d'énergie  $W$  qui est placé dans un champ magnétique d'intensité  $B$  tourne avec la vitesse angulaire :

5 
$$\omega_S = \frac{e}{m_0} \cdot B \cdot \frac{W_0}{W}$$
 , mais qu'il rayonne au mieux autour des

harmoniques de  $\omega_S$  :  $\omega_m = K \cdot \omega_S$  , avec un maximum pour :

10 
$$K \simeq \frac{W}{W_0}^3$$
 , c'est-à-dire autour d'une pulsation  $\omega_M$  légèrement supérieure à  $\omega_S$  : 
$$\omega_M = \frac{e}{m_0} \cdot B \cdot \left(\frac{W}{W_0}\right)^2$$
 .

En effet, il est connu que le rayonnement synchrotronique stimulé se produit toujours à une fréquence très voisine de la fréquence du résonateur et supérieure à la fréquence de l'harmonique synchrotronique.

15

Dans le cas de l'exemple numérique cité précédemment, la longueur d'onde  $\lambda_M$  et la fréquence  $F_M$  ont sensiblement pour valeur :  $\lambda_M = 222 \mu\text{m}$  et  $F_M = 1344 \text{ GHz}$ .

L'accélérateur selon l'invention étant linéaire permet de faire varier, le long du parcours linéaire d'accélération, des paramètres, tels que par exemple l'épaisseur des vannes, en fonction de  $z$  pour s'adapter à la masse, à la vitesse des particules qui varient suivant l'axe  $z$ .

20

Le long d'un parcours circulaire, les conditions sont nécessairement périodiques.

25

RE V E N D I C A T I O N S

1. Accélérateur d'électrons, caractérisé en ce qu'il comporte, dans une enceinte à vide (5), un canon à électrons (6,7,8,9), qui produit un faisceau d'électrons (1) se propageant suivant un axe Oz avec une vitesse ( $V_z$ ) selon l'axe Oz sensiblement inférieure à celle (c) de la lumière et avec une vitesse transversale non nulle, et une  
 5 ligne à retard (10), alimentée par un générateur haute fréquence (11), cette ligne à retard permettant l'établissement d'un champ électrique haute fréquence longitudinal, selon l'axe Oz, et en ce qu'une bobine (12) entoure l'enceinte (5) au niveau de la ligne à  
 10 retard et produit un champ magnétique croissant lentement selon l'axe Oz.

2. Accélérateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la ligne à retard (10) est constituée par un guide à iris.

3. Accélérateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la croissance du champ magnétique selon l'axe Oz se fait lentement de façon à ce que chaque électron décrive une  
 15 dizaine d'orbites dans la ligne à retard (10).

4. Accélérateur selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'en agissant sur la bobine (12) qui crée le champ  
 20 magnétique croissant selon Oz, la vitesse ( $V_z$ ) des électrons selon l'axe Oz est rendue constante, la relation suivante devant alors être vérifiée entre la valeur E du champ électrique selon Oz dû au générateur haute fréquence (11) et les variations du champ magnétique selon Oz :

25

$$E \left( 1 - \frac{V_z^2}{c^2} \right) = \frac{C}{m} \cdot \frac{\partial B}{\partial z} ,$$

où C est une constante du mouvement et m la masse d'un électron accéléré.

30 5. Générateur d'ondes millimétriques et infra-millimétriques (2) comportant un accélérateur d'électrons (3) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'après avoir traversé la ligne à

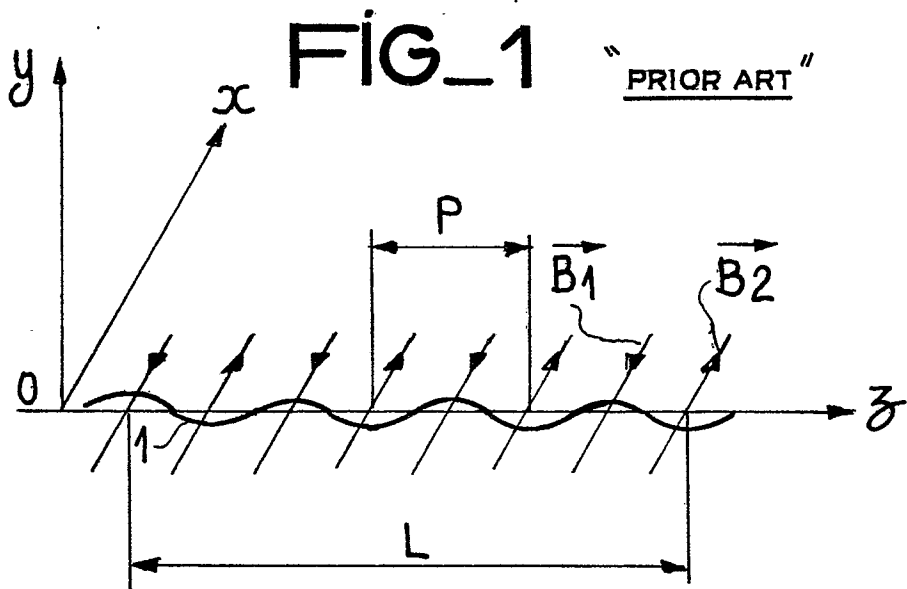
retard (10), le faisceau d'électrons (1) pénètre dans une cavité résonnante accordée à la fréquence  $F_M$  correspondant à une pulsation  $\omega_M$  légèrement supérieure à  $\frac{e}{m_0} \cdot B \cdot \left(\frac{W}{W_0}\right)^2$ ,

5 et caractérisé en ce que la bobine (12) qui entoure l'enceinte (5) au niveau de la cavité résonnante crée un champ magnétique uniforme selon l'axe Oz.

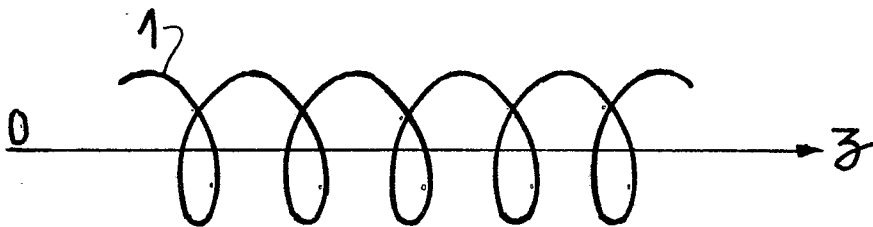
6. Générateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la cavité résonnante est constituée par deux réflecteurs (14) parallèles, entre lesquels passe le faisceau d'électrons, ces réflecteurs étant séparés par une distance égale à  $N \cdot \frac{\lambda_M}{2}$ , où N est un nombre entier et  $\lambda_M$  la longueur d'onde correspondant à la pulsation  $\omega_M$ .

7. Générateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que chacun des réflecteurs (14) comporte une zone semi-réfléchissante (15) et une zone réfléchissante (16), la zone réfléchissante d'un réflecteur faisant face à la zone semi-réfléchissante de l'autre réflecteur, caractérisé en ce que deux miroirs (13) inclinés sont placés entre l'enceinte à vide (5) du générateur et la bobine (12) qui crée le champ magnétique uniforme, au niveau de la zone (15) de chaque réflecteur (14) qui laisse passer le rayonnement, ces deux miroirs (13) rabattant le rayonnement dans la direction Oz.

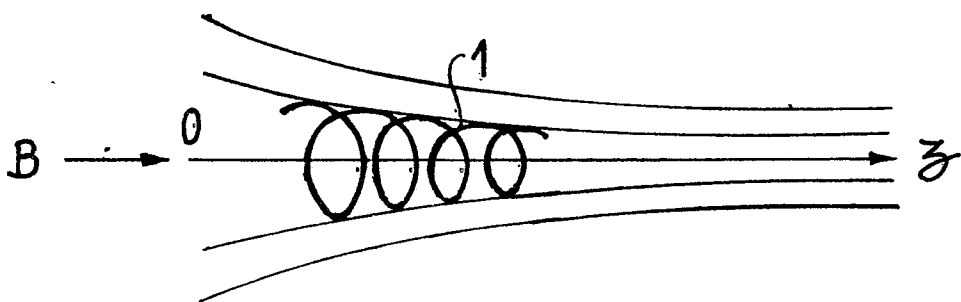
8. Générateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la cavité résonnante est constituée par une portion de guide d'onde.



### FIG\_2



### FIG\_3





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<p><u>US - A - 3 474 283</u> (HENRY D. ARNETT)</p> <p>* Colonne 2, lignes 22-34, 48-59, 70-72; colonne 3, lignes 29,30; revendications 1-5 et figure *</p> <p>--</p>	1,5,8	<p>H 01 J 25/02</p> <p>H 01 S 1/00</p> <p>3/09</p>
	<p><u>US - A - 4 224 576</u> (GRANATSTEIN et al.)</p> <p>* Colonne 1, lignes 56-60; colonne 2, lignes 1-3; revendications 1-3,6; figures 1,2,4 *</p> <p>--</p>	1,5,8	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.<sup>3</sup>)</p> <p>H 01 S 1/00</p> <p>H 01 J 25/00</p> <p>25/02</p> <p>H 01 S 4/00</p> <p>3/09</p>
	<p><u>US - A - 3 341 733</u> (GERARD KANTOROWICZ)</p> <p>* Revendications 1,3; figures 1,5-8 *</p> <p>--</p>	1	
A	<p><u>EP - A - 0 013 242</u> (THOMSON-CSF)</p> <p>* Revendications 1,2,5; figure 3 *</p> <p>--</p>	1,8	
A	<p>APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 30, no. 6, 15 mars 1977, American Institute of Physics, New York, US</p> <p>P.C. EFTHIMION et al.: "Direct measurement of broad spectral electromagnetic wave energy generated by an intense relativistic electron beam", pages 259-261</p> <p>* Figure 1 *</p> <p>----</p>	1	<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X: particulièrement pertinent</p> <p>A: arrière-plan technologique</p> <p>O: divulgation non-écrite</p> <p>P: document intercalaire</p> <p>T: théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>E: demande faisant interférence</p> <p>D: document cité dans la demande</p> <p>L: document cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp;: membre de la même famille, document correspondant</p>
<p>X Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
La Haye	10-12-1981	FARNESE	