

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: 81400541.9

⑤ Int. Cl.³: **H 01 J 23/027**

⑱ Date de dépôt: 03.04.81

⑳ Priorité: 15.04.80 FR 8008392

⑦ Demandeur: **THOMSON-CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

㉑ Date de publication de la demande: 21.10.81
Bulletin 81/42

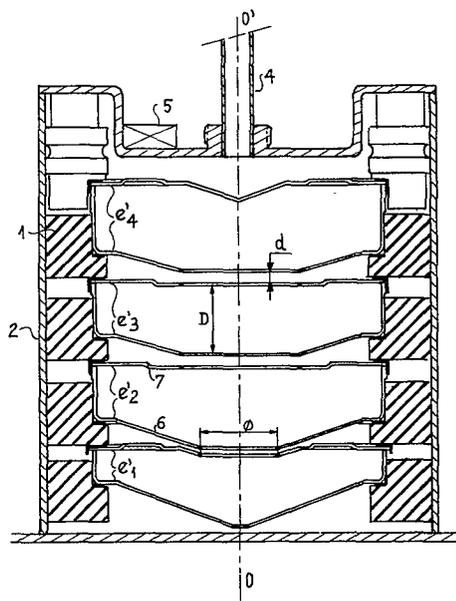
⑧ Inventeur: **Gosset, Philippe, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

㉒ Etats contractants désignés: **DE GB IT**

⑨ Mandataire: **Benichou, Robert et al, "THOMSON-CSF" - SCPI 173 bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑤④ **Collecteur déprimé à plusieurs étages pour tube hyperfréquence, et tube hyperfréquence comportant un tel collecteur.**

⑤⑦ Chaque électrode du collecteur (e'_1, e'_2, e'_3, e'_4) comporte deux parois (6, 7), symétriques de révolution par rapport à l'axe (OO') de propagation du faisceau et superposées le long de cet axe. Le champ de freinage des électrons dû aux potentiels décroissants des électrodes se trouve ainsi localisé dans l'espace de faible volume compris entre les parois en vis-à-vis de deux électrodes voisines. Plusieurs aimants permanents (5), placés hors de l'enceinte à vide (2) au-dessus de la dernière électrode (e'_4), établissent un champ magnétique dissymétrique par rapport à l'axe de propagation (OO').



COLLECTEUR DEPRIME A PLUSIEURS ETAGES POUR TUBE
HYPERFREQUENCE ET TUBE HYPERFREQUENCE COMPORTANT
UN TEL COLLECTEUR

La présente invention concerne un collecteur déprimé à plusieurs étages pour tube hyperfréquence. Elle concerne également les tubes hyperfréquences comportant un tel collecteur.

5 Le fonctionnement des tubes hyperfréquences, tels que les klystrons ou les tubes à onde progressive, est basé sur un échange d'énergie entre un faisceau électronique et une onde électromagnétique hyperfréquence. Le collecteur de ces tubes reçoit donc, à la fraction d'énergie transmise à l'onde hyperfréquence près, toute l'énergie du faisceau électronique et la dissipe sous forme de
10 chaleur. Il faut essayer de diminuer cette énergie dissipée, d'une part, pour réduire les difficultés associées à l'évacuation de la chaleur, et d'autre part, pour augmenter le rendement des tubes.

Une solution connue pour diminuer l'énergie consiste à utiliser un collecteur déprimé à plusieurs étages. Ce collecteur comporte
15 plusieurs électrodes placées sur le trajet du faisceau électronique du tube. On utilise actuellement diverses configurations géométriques pour les électrodes ; on distingue essentiellement les électrodes symétriques de révolution par rapport à l'axe de propagation du faisceau d'électrons issu du tube et les électrodes dissymétriques.
20 Ces électrodes sont portées à des tensions décroissantes et de valeurs inférieures à celles de la ligne à retard dans le cas d'une tube à onde progressive, ou à celle des cavités, dans le cas d'un klystron ; la dernière électrode peut être portée au potentiel de la cathode du tube.

25 Lorsqu'il arrive au collecteur, le faisceau d'électrons comporte des électrons possédant différentes vitesses. Sous l'influence de la charge d'espace, les électrons les plus lents suivent une trajectoire incurvée et sont captés par la première électrode. Les autres électrons poursuivent leur course ; leur vitesse est diminuée pro-
30 gressivement par le champ de freinage qui existe entre les élec-

trodes et ils sont peu à peu captés par les différentes électrodes du collecteur.

5 Les électrons sont donc collectés au potentiel le plus bas possible car on réalise un tri des électrons en fonction de leur énergie.

10 La présente invention concerne un collecteur déprimé à plusieurs étages pour tube hyperfréquence dont les électrodes sont symétriques de révolution par rapport à l'axe de propagation du faisceau d'électrons. Chaque électrode comporte deux parois, symétriques de révolution par rapport à l'axe de propagation du faisceau et superposées le long de cet axe. Le champ de freinage des électrons dû aux potentiels décroissants des électrodes est ainsi localisé dans l'espace de faible volume compris entre les parois en vis-à-vis de deux électrodes voisines. En outre, un ou plusieurs
15 aimants permanents sont placés hors de l'enceinte à vide qui contient le collecteur, au-dessus de la dernière électrode, de façon à établir un champ magnétique dissymétrique par rapport à l'axe de propagation de faisceau.

20 Le collecteur selon la présente invention permet d'augmenter sensiblement le rendement des tubes dans lesquels il est utilisé.

Ainsi, en tenant compte de l'énergie récupérée par le collecteur déprimé selon l'invention, on a obtenu pour un tube à onde progressive de 19 % de rendement direct (c'est-à-dire de rendement calculé sans tenir compte de l'énergie récupérée par le collecteur déprimé), un rendement dit déprimé supérieur à 54 %, en tenant
25 compte du chauffage et au niveau de 200 watts de puissance utile, entre 11,7 et 12,4 GHz.

30 De plus, le collecteur selon la présente invention permet une répartition de l'énergie à dissiper sur une grande surface des électrodes et permet donc d'éviter l'échauffement ponctuel des électrodes qui se produit dans les collecteurs selon l'art antérieur.

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, une représentation schématique vue en coupe

longitudinale d'un collecteur symétrique selon l'art antérieur ;

- la figure 2, une représentation schématique vue en coupe longitudinale d'un collecteur selon l'invention.

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

La figure 1 concerne une représentation schématique vue en coupe longitudinale d'un collecteur symétrique selon l'art antérieur.

10 Le collecteur représenté sur la figure 1 comporte à titre d'exemple quatre électrodes e_1, e_2, e_3, e_4 .

Ces électrodes sont symétriques de révolution par rapport à l'axe de propagation OO' du faisceau d'électrons produit par le tube qui est associé au collecteur et qui n'est pas représenté sur la figure.

15 Mis à part la dernière électrode e_4 , les autres électrodes, e_1 à e_3 , comportent un orifice de diamètre croissant qui permet le passage du faisceau d'électrons qui va en s'épanouissant d'une électrode à la suivante.

20 La dernière électrode e_4 comporte en son milieu une partie conique 3 destinée de façon connue à réfléchir le faisceau incident dans toutes les directions.

25 Les électrodes e_1, e_2, e_3 sont portées, par des connexions non représentées sur la figure, à des tensions décroissantes V_1, V_2, V_3 et de valeurs inférieures à celle de la ligne à retard dans le cas d'un tube à onde progressive ou à celle des cavités dans le cas d'un klystron. La dernière électrode e_4 peut être portée au potentiel de la cathode du tube : $V_4 = V_K$.

30 Des supports isolants 1 fixent les électrodes tout en les isolant à l'enceinte à vide métallique 2. D'autres modes de réalisation des collecteurs déprimés sont connus, dans lesquels par exemple l'enceinte est isolante et les supports des électrodes sont métalliques.

Sur la figure 1, on a représenté symboliquement par un trait en pointillés terminé par une flèche quelques trajectoires des électrons après leur entrée dans le collecteur.

Avec le collecteur selon l'art antérieur, on observe que la

trajectoire des électrons dont la vitesse s'annule entre deux électrodes, à cause du champ de freinage qui existe entre ces électrodes, subit une courbure prononcée qui ramène ces électrons toujours vers la même zone légèrement inclinée par rapport à l'horizontale sur l'électrode au plus fort potentiel.

On assiste donc à un échauffement localisé très important des électrodes. On est conduit en particulier à augmenter les dimensions de l'avant-dernière électrode, l'électrode e_3 , par rapport aux autres électrodes ; en effet, on constate que cette électrode reçoit le maximum de chaleur à dissiper lorsqu'on utilise le tube en petits signaux ou sans puissance HF à l'entrée.

La figure 2 concerne une représentation schématique vue en coupe longitudinale d'un collecteur selon l'invention.

Le collecteur selon l'invention diffère surtout du collecteur représenté sur la figure 1 par la forme des électrodes. Les électrodes ne sont plus constituées par une surface unique à laquelle on donne une forme adaptée ; les électrodes sont en forme de boîte, elles sont approximativement constituées par un cylindre ayant pour axe l'axe OO' et terminé par deux parois latérales 6 et 7. Chacune de ces parois est symétrique de révolution par rapport à l'axe OO' de propagation du faisceau. Les deux parois d'une même électrode sont donc superposées le long de l'axe OO' .

Sur la figure 2, on a représenté à titre d'exemple quatre électrodes e'_1 , e'_2 , e'_3 et e'_4 . Les trois premières électrodes ont leurs deux parois latérales percées d'un orifice de diamètre croissant pour permettre le passage du faisceau d'électrons ; alors que la dernière électrode e'_4 n'a que sa première paroi qui est percée.

Comme dans le collecteur selon l'art antérieur, les électrodes sont portées à des tensions décroissantes V'_1 à V'_4 , avec V'_4 égale à V_K .

Il est important que le champ électrique à l'intérieur de chaque électrode en forme de boîte soit faible. Pour cela, le diamètre ϕ de l'orifice percé sur chacune des parois d'une même électrode est choisi aussi faible que possible par rapport à la

distance D séparant les deux parois de cette électrode, tout en restant suffisant pour permettre le passage de la quasi-totalité du faisceau d'électrons.

5 En effet, le champ électrique qui règne à l'intérieur de chaque électrode en forme de boîte s'il est défocalisant (car freinant) pour le faisceau d'électrons issu du tube est par contre focalisant (car accélérateur) pour les électrons réfléchis. On a donc intérêt à ce que ce champ soit le plus faible possible. Ainsi les électrons réfléchis sont soumis à un champ focalisant moins fort que dans le
10 cas du collecteur selon l'art antérieur et se répartissent mieux sur les électrodes. On n'assiste donc pas comme dans les collecteurs selon l'art antérieur à un échauffement localisé des électrodes.

Dans le collecteur selon l'invention, le champ électrique de freinage des électrons issus du tube dû aux potentiels décroissants des électrodes est localisé dans l'espace de faible volume qui est
15 compris entre les parois en vis-à-vis de deux électrodes voisines. La distance d qui sépare les parois en vis-à-vis de deux électrodes voisines est choisie aussi faible que possible tout en restant suffisante pour éviter un claquage entre ces électrodes.

20 Des calculs d'optique électronique confirmés par des résultats expérimentaux ont montré qu'on obtenait avec le collecteur selon l'invention dont les électrodes déterminent des espaces à champ électrique faible, et où le champ de freinage entre électrodes n'est appliqué que sur une courte distance, une amélioration de 4 à 5
25 points pour un rendement déprimé de 50 %.

Cette amélioration est essentiellement due au fait qu'en localisant le champ de freinage on contrôle mieux le faisceau d'électrons et on capte sur chaque électrode davantage d'électrons au bon potentiel.

30 Par ailleurs, selon l'invention, on place un ou plusieurs aimants permanents 5 à l'extérieur de l'enceinte à vide 2 qui contient le collecteur et au-dessus de la dernière électrode e'_4 . Sur la figure 2, on a représenté un aimant 5 à proximité d'un queusot 4. On utilise généralement des aimants en samarium-cobalt. Ces aimants sont

disposés de façon à établir un champ magnétique dissymétrique par rapport à l'axe OO' . Ces aimants provoquent donc la courbure des trajectoires des électrons secondaires et des électrons réfléchis qui circulent dans le dernier étage.

5 Comme le champ électrique à l'intérieur de la dernière électrode est faible, les électrons secondaires et réfléchis ne sont pas focalisés et accélérés vers le tube comme cela se passe dans les collecteurs selon l'art antérieur. En plus, l'existence d'un champ magnétique dissymétrique fait qu'une bonne partie de ces électrons
10 est captée par la dernière électrode e'_4 .

 On a noté que l'introduction d'un champ magnétique dissymétrique permet de doubler le courant recueilli sur la dernière électrode e'_4 ; or l'énergie recueillie sur l'électrode e'_4 au potentiel V_K est particulièrement intéressante pour l'amélioration du rendement car c'est en quelque sorte de l'énergie gratuite.
15

REVENDEICATIONS

1. Collecteur déprimé à plusieurs étages pour tube hyperfréquence, comportant plusieurs électrodes (e'_1, e'_2, e'_3, e'_4) placées sur le trajet du faisceau électronique du tube, qui sont symétriques de révolution par rapport à l'axe (OO') de propagation du faisceau et qui sont portées à des potentiels décroissants, caractérisé en ce que
5 chaque électrode comporte deux parois (6, 7), symétriques de révolution par rapport à l'axe (OO') de propagation du faisceau et superposées le long de cet axe, le champ électrique de freinage des électrons dû aux potentiels décroissants des électrodes étant ainsi
10 localisé dans l'espace de faible volume compris entre les parois en vis-à-vis de deux électrodes voisines, et caractérisé en ce qu'un ou plusieurs aimants permanents (5) sont placés hors de l'enceinte à vide (2) qui contient le collecteur, au-dessus de la dernière électrode (e'_4) de façon à établir un champ magnétique dissymétrique par
15 rapport à l'axe de propagation du faisceau.

2. Collecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque électrode est approximativement constituée par un cylindre ayant pour axe l'axe (OO') de propagation du faisceau d'électrons et terminé par les deux dites parois (6, 7).

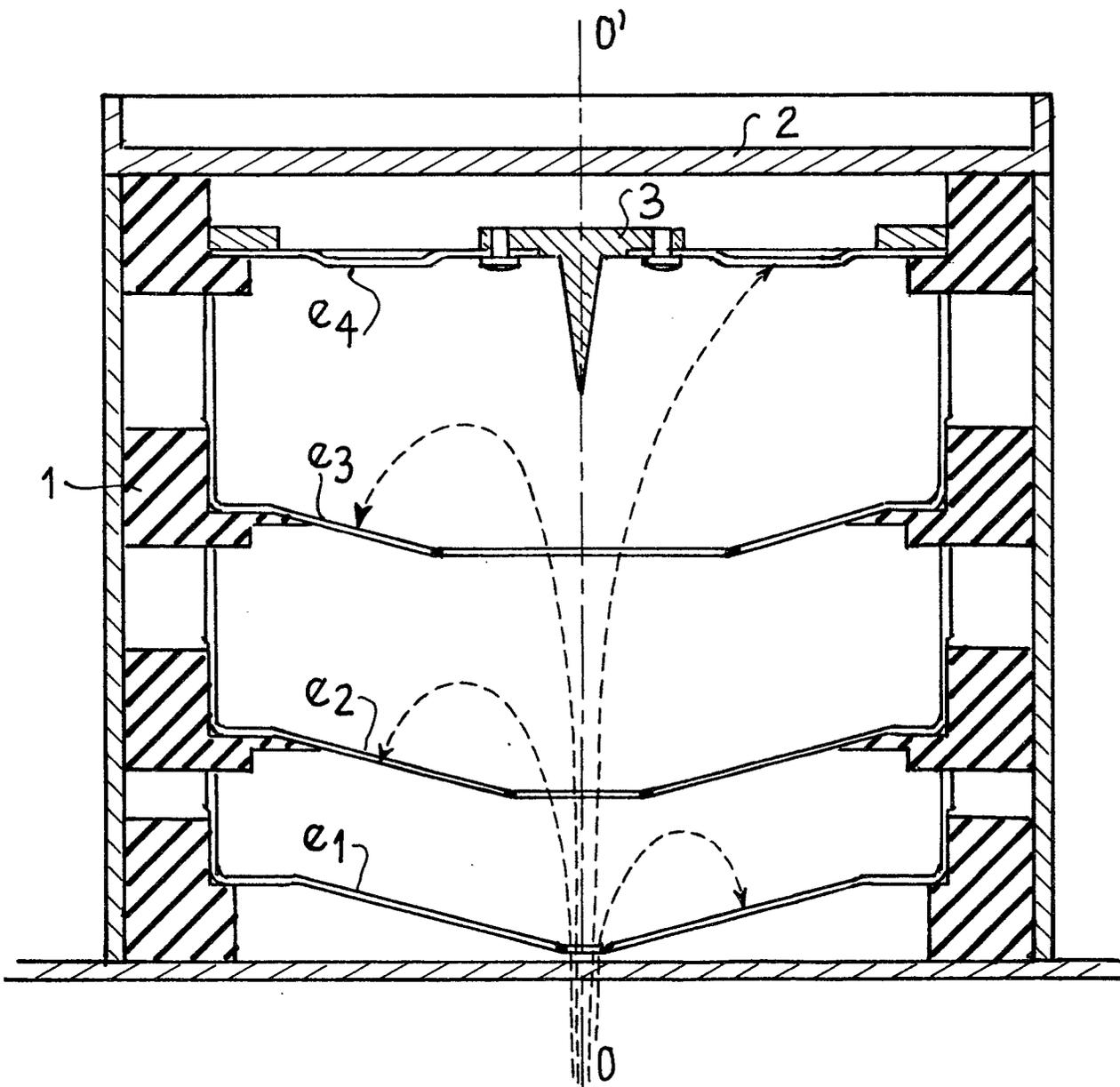
20 3. Collecteur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la distance (d) séparant les parois en vis-à-vis de deux électrodes voisines est choisie aussi faible que possible tout en restant suffisante pour éviter un claquage entre ces deux électrodes voisines.

25 4. Collecteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le diamètre (ϕ) de l'orifice percé sur chacune des parois d'une même électrode est choisi aussi faible que possible par rapport à la distance (D) séparant les deux parois de cette électrode tout en restant suffisant pour permettre le passage de la quasi-totalité du
30 faisceau d'électrons.

5. Tube hyperfréquence, caractérisé en ce qu'il comporte un collecteur selon l'une des revendications 1 à 4.

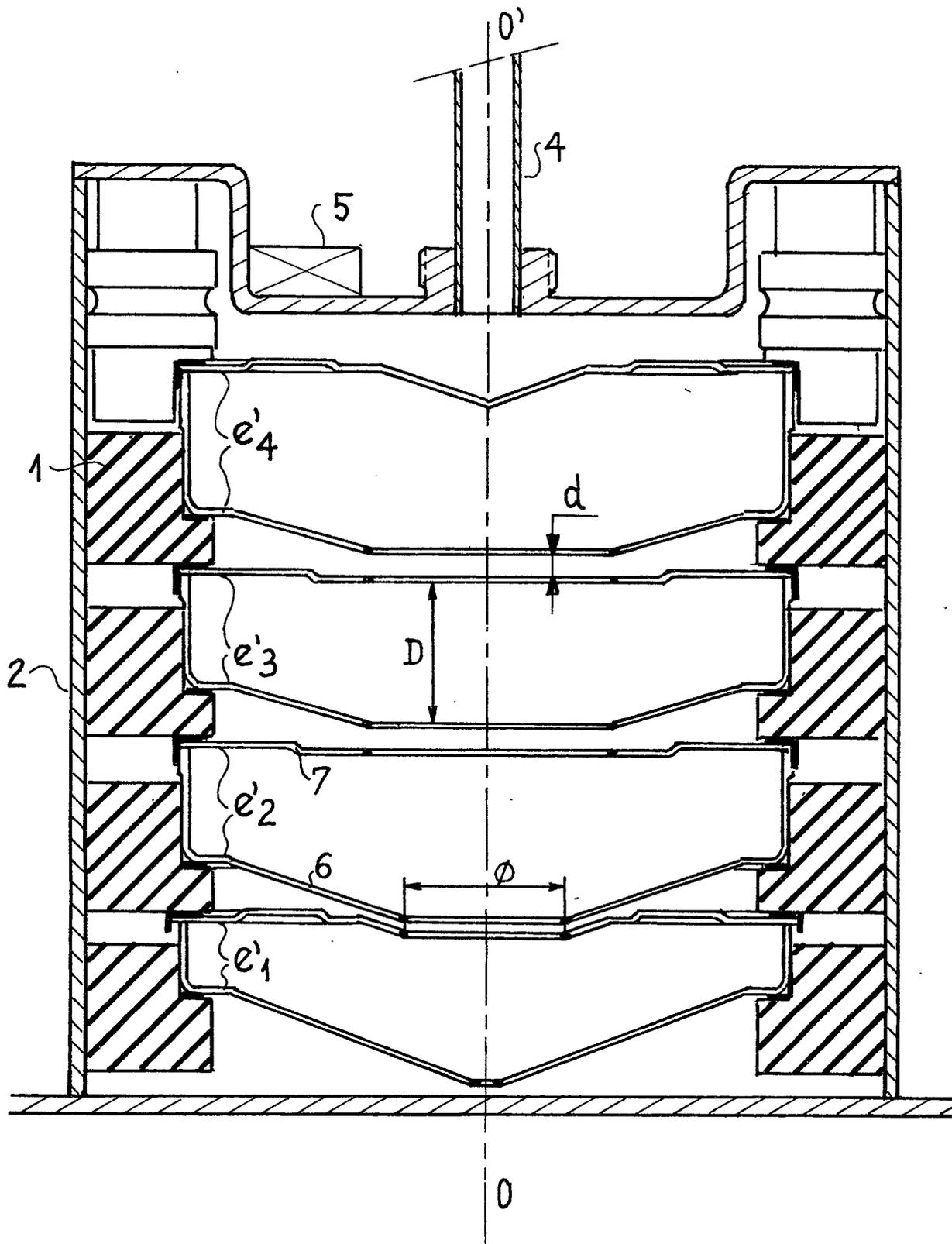
1/2

FIG. 1



2/2

FIG. 2



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	IRE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, volume ED-7, no. 4, octobre 1960, New York, US J.W. HANSEN et al.: "Improvement of Beam-Tube Performance by Collector-Potential Depression and a Novel Design", pages 282-288 * Page 284, colonne de droite, seconde moitié; page 285, colonne de droite, lignes 16-26; les figures 3 et 5 * --	1-5	H 01 J 23/027
	FR - A - 1 187 520 (ENGLISH ELECTRIC) * Figure 2 * --	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³) H 01 J 23/027
	FR - A - 1 096 180 (ELECTRIC AND MUSICAL INDUSTRIES) * Les figures *	1	
	US - A - 2 888 596 (H.G. RUDENBERG) * Figure 1 * ----	1-3	CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
<input checked="" type="checkbox"/> Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			&: membre de la même famille, document correspondant
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur	
La Haye	07-07-1981	LAUGEL	