

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 87401020.0

51 Int. Cl. 4: **H 01 J 23/04**
H 01 J 25/04, H 01 J 3/02

22 Date de dépôt: 04.05.87

30 Priorité: 30.05.86 FR 8607826

43 Date de publication de la demande:
07.01.88 Bulletin 88/01

84 Etats contractants désignés: DE GB IT

71 Demandeur: **THOMSON-CSF**
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cédex 08 (FR)

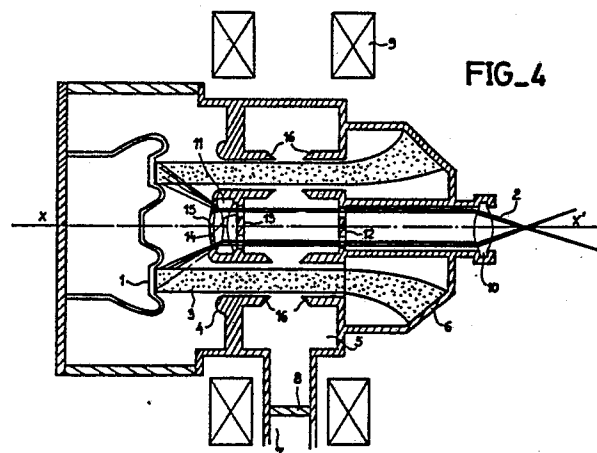
72 Inventeur: **Tran Duc Tien**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

Faillon, Georges
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

74 Mandataire: **Courtellemont, Alain et al**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

54 **Lasertron à faisceaux multiples.**

57 L'invention concerne les lasertrons à faisceaux multiples. Les n (n : nombre entier supérieur à 1), faisceaux d'électrons (3) du lasertron sont obtenus à partir d'un même faisceau laser (2) dont, par occultation, sont extraits n faisceaux lasers secondaires qui sont déviés respectivement vers les n photocathodes (1) du lasertron.



Description

LASERTRON A FAISCEAUX MULTIPLES

La présente invention concerne les lasertrons à faisceaux multiples.

Il est connu, par des articles et par le brevet américain 4.313.072, des tubes électroniques appelés "lasertrons".

Dans ces tubes, une photocathode est éclairée par un faisceau laser dont la longueur d'onde est choisie en fonction du travail de sortie du matériau dont est réalisée la photocathode. Ainsi un faisceau laser pulsé à la fréquence F arrache à la photocathode, à cette même fréquence F, des paquets d'électrons. Ces paquets d'électrons sont ensuite accélérés dans un champ électrique électrostatique et ainsi gagnent en énergie cinétique. Ils traversent ensuite une cavité résonnant à la fréquence F et leur énergie cinétique se transforme en énergie électromagnétique à la fréquence F. On prélève l'énergie de la cavité en la couplant à un circuit d'utilisation externe.

Sur les figures 1 et 2, deux modes de réalisation de lasertrons selon l'art antérieur ont été représentés de façon schématique et vus en coupe longitudinale.

Sur ces figures, les références 1, 2 et 3 désignent respectivement la photocathode, le faisceau laser et le faisceau d'électrons.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, la photocathode 1 est éclairée obliquement par le faisceau laser 2 et le faisceau d'électrons 3 se propage selon l'axe longitudinal XX' du tube.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, le faisceau laser 2 et le faisceau d'électrons 3 se propagent selon l'axe longitudinal XX' du tube, mais en sens inverse.

Le faisceau laser 2 est donc normal à la surface émissive de la photocathode.

Le faisceau d'électrons 3 est accéléré par le champ électrique électrostatique créé par une anode 4, puis pénètre dans une cavité 5 résonnant à la fréquence F. Un collecteur 6 reçoit ensuite le faisceau d'électrons. On prélève l'énergie électromagnétique à la fréquence F sur la cavité 5 en la couplant à un circuit d'utilisation externe, par un guide d'onde 7, associé à une fenêtre 8, comme sur la figure 1 ou par une boucle 9, comme sur la figure 2.

L'intérêt des lasertrons est qu'il s'agit de tubes très compacts. Dans les lasertrons, on arrache à la photocathode des paquets d'électrons à la fréquence F. Alors que dans des tubes tels que les klystrons, il faut utiliser plusieurs cavités pour répartir les électrons d'un faisceau initialement continu en paquets.

Le problème qui se pose avec les lasertrons est qu'il sont limités en fréquence, et en puissance.

Ainsi par exemple, pour produire de grandes puissances, il faut extraire un courant important, ce qui nécessite une cathode de grande surface et entraîne le passage d'un faisceau important dans la cavité. Il faut alors que les dimensions de la cavité soient suffisantes pour permettre le passage de ce

faisceau, ce qui limite la fréquence de fonctionnement. De plus, l'utilisation d'une cavité de grandes dimensions produit un mauvais couplage entre le faisceau et la cavité, ce qui entraîne un mauvais rendement.

Les modes de réalisation de lasertrons qui sont représentés sur les figures 1 et 2 présentent les inconvénients suivants :

- dans le mode de réalisation de la figure 1, la photocathode est éclairée obliquement. Il en résulte d'une part, un mauvais rendement lumineux de la photocathode et d'autre part, un dispositif d'éclairage par faisceau laser qu'il faut rendre aussi peu encombrant que possible pour le loger à proximité de pièces à haute tension ;

- dans le mode de réalisation de la figure 2, le faisceau laser et le faisceau d'électrons empruntent le même chemin. En conséquence, la surface de la photocathode qui reçoit le faisceau laser est limitée par le diamètre D du tube de glissement de la cavité 5 qui permet le passage de ces faisceaux. Par ailleurs, le dispositif d'éclairage par faisceau laser est soumis au bombardement du faisceau d'électrons.

La présente invention propose une nouvelle structure de lasertrons qui permet d'éviter les inconvénients des lasertrons connus.

La présente invention concerne un lasertron, caractérisé en ce qu'il comporte : n (n : nombre entier supérieur à 1) photocathodes, recevant en fonctionnant un faisceau laser, pulsé à une fréquence F, et émettant n faisceaux d'électrons ; m (m : nombre entier supérieur à 0) cavités résonnantes qui résonnent à la fréquence F ; n tubes de glissement permettant le passage des n faisceaux d'électrons ; un collecteur ; et des moyens directeurs situés à proximité des photocathodes, assurant, en fonctionnement, un éclairage en biais des photocathodes par le faisceau laser.

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 ;

- les figures 1 et 2, des vues en coupe longitudinale de deux modes de réalisation de lasertrons selon l'art antérieur ;

- les figures 3 et 4, des vues en coupe longitudinale de deux modes de réalisation de lasertrons 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.

Les figures 1 et 2 ont été décrites dans l'introduction à la description.

L'invention propose une nouvelle structure de lasertrons, appelés lasertrons à faisceaux multiples. Deux modes de réalisation de ces lasertrons sont représentés vus en coupe longitudinale sur les figures 3 et 4.

Les klystrons à faisceaux multiples sont connus

de l'art antérieur par des articles, ainsi que par le brevet français n°992.853. Ces klystrons ont été également décrits dans les demandes de brevets français n° 86 03949 et 86 03950, déposées le 19 mars 1986, au nom de la Demanderesse et non encore publiées. Un grand avantage de ces klystrons est qu'ils sont particulièrement adaptés à un fonctionnement à très grande puissance. En effet, on démontre que pour une même puissance de haute fréquence, la tension d'accélération appliquée entre l'anode et une cathode du klystron est beaucoup plus faible dans un klystron à faisceaux multiples que dans les klystrons à un seul faisceau. Or quel que soit le type de klystron, la nécessité de moduler la vitesse du faisceau d'électrons impose à cette tension d'accélération une même limite supérieure à partir de laquelle le faisceau n'est plus modulable. En conséquence, on peut obtenir avec un klystron à faisceaux multiples une puissance de haute fréquence beaucoup plus élevée que celle qu'il est possible d'obtenir avec un klystron à un seul faisceau.

Les klystrons à faisceaux multiples fonctionnent généralement sur le mode TM_{01} .

Il est possible d'obtenir des klystrons à faisceaux multiples de grandes puissances, à des fréquences élevées, en dimensionnant les cavités de façon que ces klystrons fonctionnent de façon optimale au mode TM_{02} .

Les lasertrons à faisceaux multiples sont obtenus en apportant aux lasertrons à un seul faisceau des modifications du même type que celles qui sont apportées aux klystrons à un seul faisceau pour obtenir des klystrons à faisceaux multiples.

Ainsi, pour obtenir un lasertron à n faisceaux, on utilise n photocathodes éclairées par un faisceau laser. Chaque photocathode produit un faisceau d'électrons qui traverse au moins une cavité de résonance avec n tubes de glissement, avant d'aboutir sur un collecteur.

Les avantages obtenus du fait du passage aux lasertrons à faisceaux multiples sont semblables à ceux obtenus par le passage des klystrons à un seul faisceau aux klystrons à faisceaux multiples.

Les lasertrons à faisceaux multiples permettent donc d'obtenir des puissances de haute fréquence élevées et lorsqu'ils fonctionnent au mode TM_{02} , des grandes puissances et des fréquences élevées.

La figure 3 montre à titre d'exemple les modifications apportées au lasertron de la figure 1 pour obtenir un lasertron à faisceaux multiples.

Dans le cas d'un lasertron à n faisceaux (n : nombre entier supérieur à 1), n photocathodes, portant la référence 1, sont utilisées ; elles sont éclairées par le faisceau laser 2.

Ces n photocathodes 1 produisent n faisceaux d'électrons 3 qui sont accélérés par n anodes 4, et qui sont polarisées positivement par rapport aux cathodes.

Les n faisceaux 3 traversent une cavité 5 à n tubes de glissement 16 et y cèdent leur énergie cinétique sous forme d'énergie électromagnétique avant d'être recueillis dans le collecteur 6.

Le lasertron à faisceaux multiples de la figure 3 présente toujours les inconvénients signalés dans l'introduction à la description à propos du lasertron

à un seul faisceau de la figure 1.

La figure 4, est une vue en coupe transversale d'un lasertron à faisceaux multiples de structure entièrement nouvelle et qui ne présente pas les inconvénients des lasertrons des figures 1, 2, et 3.

Ce lasertron comporte n photocathodes 1 qui sont régulièrement réparties autour de l'axe longitudinal XX' du tube.

Un faisceau laser incident 2 arrive sur un système optique 10, qui peut être constitué par une lentille, en quartz, par exemple.

De préférence le faisceau laser incident est annulaire. Ce système optique 10 est centré sur l'axe XX' . Il est placé avant le collecteur, selon le sens de propagation du faisceau laser, comme il apparaît sur la figure 4. Le système optique produit un faisceau laser qui se déplace parallèlement à l'axe longitudinal XX' du tube.

Le lasertron de la figure 4 comporte une seule cavité de résonance 5, dont les parois 12 et 13, perpendiculaires à l'axe XX' , sont percées de n orifices 14. Ces orifices permettent d'obtenir en fonctionnement n faisceaux laser. Un dispositif de refroidissement, non représenté, est disposé sur la paroi 12 de la cavité 5 qui reçoit l'impact du faisceau laser et qui le transforme en n faisceaux lasers. Ainsi une partie de la puissance du laser est recueillie.

Le diamètre des orifices 14 permettant le passage des n faisceaux lasers est choisi, ainsi que l'épaisseur des parois 12 et 13 de la cavité, de manière à limiter la fuite de l'énergie électromagnétique provenant de la cavité.

Après que les n faisceaux lasers aient traversé la cavité, on dispose un autre système optique 11, qui peut être constitué par une lentille ; ce système optique 11 assure la déviation des n faisceaux lasers afin qu'il éclairent les n photocathodes sous un angle aussi peu incliné que possible.

Du côté où il se trouve en vis-à-vis avec les photocathodes, le système optique 11 comporte une plaque 15 assurant sa protection contre des dépôts divers, qui peuvent résulter de l'évaporation de divers constituants des photocathodes.

Les n photocathodes, étant éclairées par n faisceaux lasers, émettent chacune un faisceau d'électrons 3, focalisé par des anodes 4, et qui traversent la cavité 5 par n tubes de glissement 16 avant de tomber sur le collecteur 6. Dans la cavité 5, la puissance électromagnétique est prélevée par un guide d'onde 7, à travers une fenêtre diélectrique 8. Des bobines 9 assurent la focalisation des n faisceaux d'électrons.

Le lasertron de la figure 4, en plus des avantages inhérents aux lasertrons à faisceaux multiples, présente de nombreux avantages.

Ainsi, contrairement à ce qui se produit dans le mode de réalisation de la figure 2, le système optique qui produit le faisceau laser et qui le focalise ne reçoit pas de faisceau d'électrons qui risque de l'endommager et de le rendre opaque.

Les deux systèmes optiques 10 et 11 sont également protégés des faisceaux d'électrons. La plaque 15 permet de protéger la lentille 11 des produits pouvant venir des photocathodes.

Les faisceaux lasers éclairent les photocathodes

avec une incidence presque normale ce qui améliore le rendement lumineux des photocathodes.

Il est à noter que des lasertrons comportant plusieurs cavités successives, généralement deux, sont connus. L'invention concerne donc les lasertrons à faisceaux multiples, ayant une ou plusieurs cavités successives.

5

10

Revendications

1. Lasertron, caractérisé en ce qu'il comporte : n : (n : nombre entier supérieur à 1) photocathodes (1), recevant en fonctionnement un faisceau laser (2), pulsé à une fréquence F, et émettant n faisceaux d'électrons (3) ; m (m : nombre entier supérieur à 0) cavités résonnantes (5) qui résonnent à la fréquence F ; n tubes de glissement (16) permettant le passage des n faisceaux d'électrons (3) ; un collecteur (6) ; et des moyens directeurs (11, 15) situés à proximité des photocathodes (1), assurant, en fonctionnement, un éclairage en biais des photocathodes (1) par le faisceau laser (2).

15

20

25

2. Lasertron selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un premier (10) et un second (11) système optique, centrés sur l'axe longitudinal (XX') du lasertron, le premier système optique (10), placé avant le collecteur (6), selon le sens de propagation du faisceau laser, recevant en fonctionnement le faisceau laser (2) et produisant un faisceau laser principal (2), parallèle à l'axe longitudinal (XX') du lasertron, en ce que celles des parois (12, 13) des cavités (5) qui sont perpendiculaires à l'axe longitudinal (XX') du lasertron, sont percées de n orifices (14) qui assurent, en fonctionnement, le passage de n faisceaux lasers secondaires (2), parallèles à l'axe (XX'), obtenus à partir du faisceau laser principal, et en ce que le second système optique (1) étant placé avant les photocathodes (1), selon le sens de propagation des faisceaux lasers (2), assure en fonctionnement la déviation des n faisceaux lasers afin qu'ils éclairent respectivement les n photocathodes (1).

30

35

40

45

3. Lasertron selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte, entre le second système optique (11) et les photocathodes (1), une plaque (15) qui assure la protection du second système optique contre des dépôts provenant de l'évaporation de matériaux constitutifs des photocathodes (1).

50

55

4. Lasertron selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les dimensions des m cavités (5) sont telles qu'il fonctionne de façon optimale sur le mode TM_{01} .

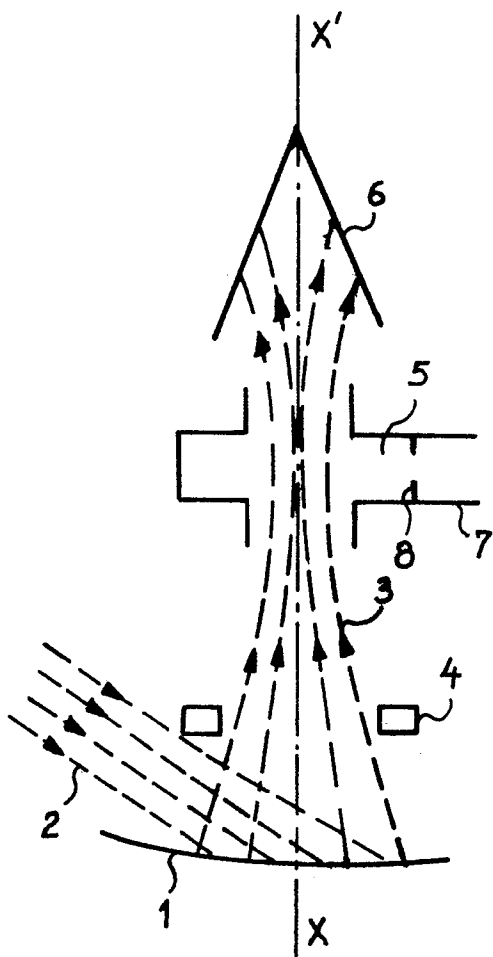
5. Lasertron selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les dimensions des m cavités (5) sont telles qu'il fonctionne de façon optimale sur le mode TM_{02} .

60

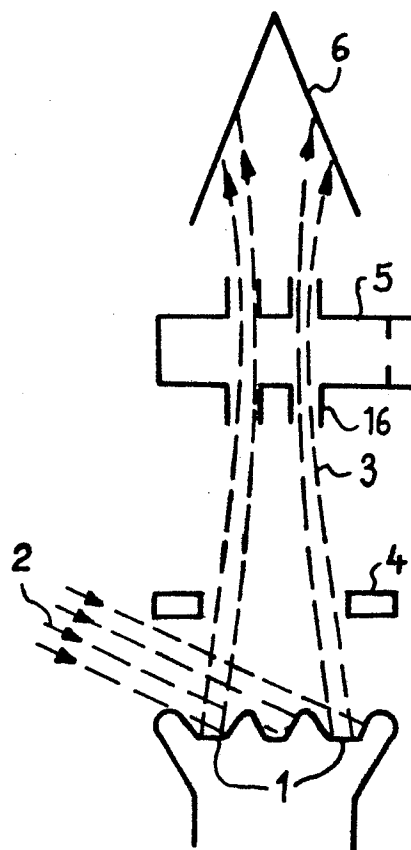
65

0251830

FIG_1



FIG_3



FIG_2

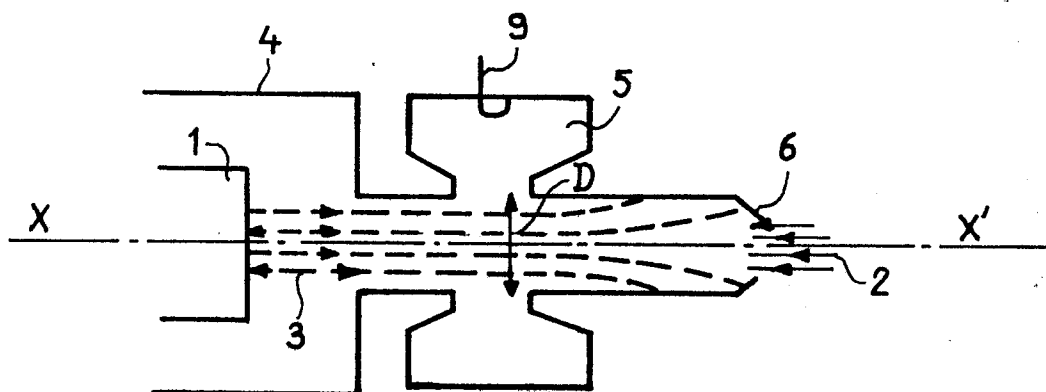
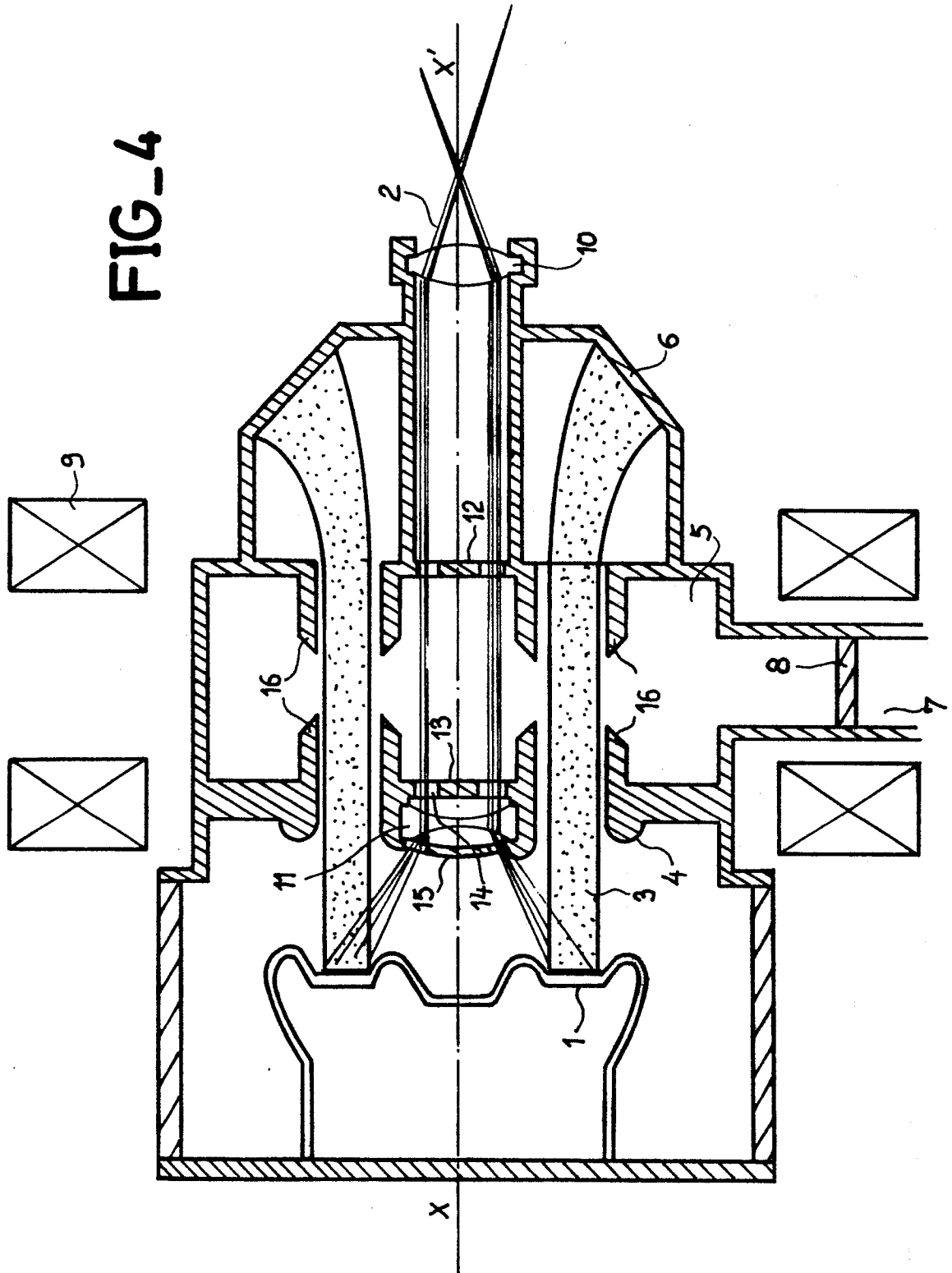


FIG. 4





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 87 40 1020

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	DE-A-3 038 405 (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY) * Figure 1; pages 6-8 * & US-A-4 313 072 (Cat. D,A)	1	H 01 J 23/04 H 01 J 25/04 H 01 J 3/02
A	--- US-A-3 107 313 (HECHTEL) * Figures 1-4; colonne 4, ligne 16 - colonne 5, ligne 37 *	1	
A	--- US-A-3 403 257 (PETROFF) * Figure 5; colonne 4, ligne 54 - colonne 5, ligne 4 *	1,2	

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			H 01 J 23/00 H 01 J 25/00 H 01 J 3/00
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16-09-1987	Examineur SCHAUB G.G.
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	