

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 90400431.4

Int. Cl.⁵: **H01J 25/04**

Date de dépôt: 16.02.90

Priorité: 21.02.89 FR 8902236

Date de publication de la demande:
29.08.90 Bulletin 90/35

Etats contractants désignés:
DE FR GB IT

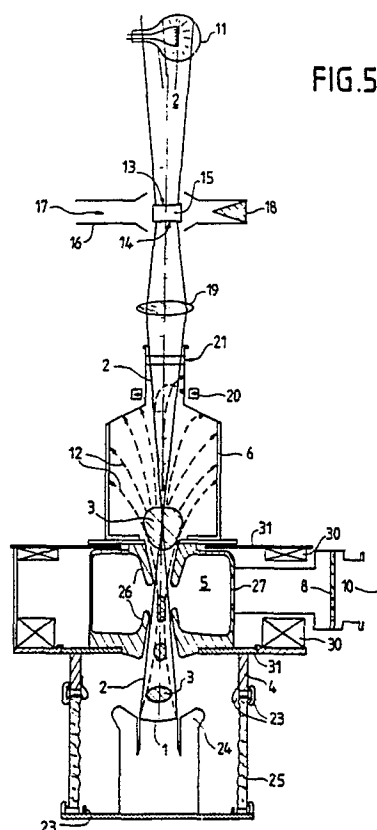
Demandeur: **THOMSON TUBES**
ELECTRONIQUES
38, rue Vauthier
F-92100 Boulogne-Billancourt(FR)

Inventeur: **Faillon, Georges**
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)
Inventeur: **Dubrovin, Alexis**
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)

Mandataire: **Guérin, Michel et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67(FR)

Canon à électrons à faisceau électronique modulé par un dispositif optique.

Le dispositif selon l'invention comprend une photocathode (1) illuminée par une source d'éclairage (11) modulée à une haute fréquence F par un dispositif optique (15) commandé à la fréquence F, ce modulateur optique (15) étant interposé entre la source d'éclairage et la photocathode. Selon une caractéristique de l'invention, le modulateur optique (15) est commandé par un champ électromagnétique ambiant à haute fréquence F, dans lequel baigne le modulateur. Le dispositif de canon à électrons selon une autre caractéristique de l'invention peut être associé à une ligne hyperfréquence pour réaliser des tubes hyperfréquence oscillateurs ou amplificateurs. Selon une autre caractéristique, le dispositif selon l'invention fournit un faisceau électronique pulsé pour injection dans un accélérateur de particules.



CANON A ELECTRONS A FAISCEAU ELECTRONIQUE MODULE PAR UN DISPOSITIF OPTIQUE

La présente invention concerne les canons à électrons qui peuvent être utilisés pour fournir un faisceau à électrons modulé dans des tubes électroniques oscillateurs ou amplificateurs, ou dans les injecteurs des accélérateurs de particules ou similaire.

On connaît dans l'art antérieur par des articles et par le brevet américain 4 313 072, des tubes électroniques appelés "lasertrons", qui utilisent un canon à électrons à faisceau électronique modulé par impulsions d'un laser éclairant la photocathode. La présente invention apporte des améliorations à cette technique en s'affranchissant du laser.

Dans les lasertrons de l'art antérieur, 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, on a représenté, de façon schématique et vus en coupe longitudinale, deux modes de réalisation de lasertrons selon l'art antérieur.

Sur ces figures, on désigne par la référence 1, la photocathode, par la référence 2, le faisceau laser et par la référence 3, 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 d'un canon à électrons ainsi modulé

est qu'il permet de faire des tubes très compacts.

Dans les lasertrons, on arrache à la photocathode des paquets d'électrons à la fréquence F des électrons sont donc naturellement groupés dès le départ, alors que dans des tubes tels que les klystrons, il faut utiliser plusieurs cavités pour former les électrons d'un faisceau initialement continu en paquets. Les paquets d'électrons peuvent aussi être injectés dans un accélérateur de particules qui fonctionne à la fréquence F .

Le problème qui se pose avec les canons à électrons pulsés de cette manière est qu'ils 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 du lasertron. 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.

D'autre part, la fréquence maximum de modulation d'un canon à électrons, modulé par les impulsions d'illumination laser, est limitée par la technologie des lasers pulsés.

Les modes de réalisation de canons à électrons qui sont représentés sur les figures 1 et 2 présentent les inconvénients suivants, relatifs à l'utilisation d'éclairage par faisceau laser :

- le rendement photoélectrique de la cathode n'est pas optimal aux longueurs d'onde couramment fournies par des lasers.
- la fréquence F de modulation est limitée par l'état de l'art de la modulation des impulsions lasers.
- pour pallier les inconvénients ci-dessus, dans l'art antérieur, des équipements annexes sont ajoutés au système pour fournir une longueur d'onde mieux adaptée, et pour contrôler au mieux la modulation de laser.
- l'encombrement, le poids, la complexité et le coût du système d'éclairage par faisceau laser pulsé sont contraignants pour des applications pratiques.

En théorie, le lasertron pourrait développer de très hautes puissances d'énergie HF avec un excellent rendement (quelques centaines de megawatts de puissance crête avec un rendement de l'ordre de 70 %, soit deux fois ou une fois et demi celui obtenu avec un klystron pulsé). Néanmoins, à l'état actuel de l'art, il subsiste des problèmes techniques dans les réalisations qui existent.

La technologie du canon excité par laser repose essentiellement sur la cathode et le laser. Les

progrès des photocathodes (AsGa... cathodes à émission de champ) sont encourageants, bien qu'encore insuffisants. Plusieurs dizaines d'Ampères sont obtenus facilement en laboratoire ; mais l'objectif est de l'ordre du kA pendant 50 à 100 picosecondes. Quant au laser, extérieur au tube lui-même, il faut résoudre plusieurs difficultés de base avant de se prononcer. L'invention qui est l'objet du présent brevet propose de remplacer le laser par une autre source beaucoup plus simple.

Les lasers, qui sont des lasers YAG par exemple, ont des rendements faibles et leur mise en oeuvre est critique. L'excitation de la photocathode nécessite des longueurs d'onde très courtes, dans l'ultraviolet (UV) par exemple pour avoir un bon rendement de conversion de photons en électrons. Comme généralement la longueur d'onde des lasers est plus grande qu'il ne le faudrait, on adjoint au système un multiplicateur de fréquence de lumière. Ce multiplicateur fonctionne correctement mais il complique encore l'ensemble du système, qui devient encore plus critique. En outre le rendement diminue encore.

Mais, fait encore plus gênant, la modulation des lasers au rythme de l'hyperfréquence est extrêmement difficile. Le problème rencontré à ce jour est l'impossibilité dans laquelle se trouvent les fabricants de laser de fournir les signaux nécessaires au fonctionnement correct du lasertron et représentés en figure 3. Dans chaque macroimpulsion de largeur ϵ la fréquence de la microimpulsion correspond à celle du laser, ou du multiplicateur de fréquence ; la fréquence $1/T$ de ces microimpulsions est l'hyperfréquence, quelques GHz, que le tube "lasertron" va devoir amplifier. Les meilleurs prototypes sont limités à quelques dizaines de microimpulsions à 250 MHz environ et d'intensité variable (figure 4).

L'invention a précisément pour but de remédier aux inconvénients et surpasser les limites en performances imposées par l'utilisation d'un laser pulsé pour stimuler la photocathode d'un canon à électrons. Ces buts sont atteints, comme on le verra plus loin en détail, en remplaçant le laser par une autre source de lumière et un dispositif de modulation de cette lumière interposé entre cette source lumineuse et la photocathode.

Ainsi la source lumineuse, selon l'invention, qui pourrait être une lampe à gaz, par exemple, peut être choisie en fonction de la longueur d'onde émise de telle façon à optimiser le rendement photoélectrique de la cathode sans recourir à un dispositif multiplicateur de fréquence de lumière, nécessaire selon l'art antérieur.

En outre, la fréquence F de modulation du canon à électrons selon l'invention n'est pas limitée par les caractéristiques de la source lumineuse comme dans l'art antérieur. Au contraire, la fré-

quence maximum de modulation dépend du temps nécessaire pour effectuer une commutation du dispositif de modulation interposé entre la source lumineuse et la photocathode selon l'invention, ce qui permet de moduler à des fréquences beaucoup plus élevées qu'auparavant (un ordre de grandeur de plus en fréquence est facilement obtenue en laboratoire).

Par ailleurs, l'encombrement, le poids, la complexité, et le coût du système de canon à électrons selon l'invention sont considérablement réduits par la suppression du laser, du multiplicateur de fréquence, et de l'électronique de contrôle afférente, en faveur d'une source lumineuse plus courante et moins critique, modulée par un dispositif très simple de mise en oeuvre.

Pour atteindre ces buts, la présente invention propose un canon à électrons destiné à émettre un faisceau modulé en hyperfréquence à une fréquence F, comportant comme source d'électrons une photocathode et une source d'éclairage de la photocathode caractérisé en ce qu'un modulateur optique est interposé entre la source d'éclairage et la photocathode, ce modulateur optique étant commandé à la fréquence F pour moduler l'éclairage arrivant de la source à la cathode à cette haute fréquence F.

Ainsi, au lieu d'utiliser un laser pulsé avec les inconvénients évoqués ci-dessus, on utilise une source lumineuse beaucoup plus simple, qui n'a pas besoin d'être une source de lumière cohérente, monochromatique, parallèle, ni pulsée, car modulée par la suite par un modulateur optique établissant la fréquence désirée par les impulsions lumineuses ; en faisant varier le taux de modulation optique, l'amplitude de la variation de l'éclairage de la photocathode est contrôlable -contrairement à l'éclairage par laser - donnant la possibilité d'utiliser le canon à électrons ainsi modulé dans un tube amplificateur dont les signaux peuvent être codés indifféremment en modulation d'amplitude (AM) ou en modulation de fréquence (FM).

Pour obtenir les courants de cathode de 10A ou plus, mentionnés précédemment, les puissances d'excitation lumineuses sont relativement modestes. Le rendement photoélectrique théorique d'une cathode AsGaCs est de l'ordre de 60 mA/Watt lumineux, dans une bande spectrale appropriée (UV, par exemple), ce qui correspond à des résultats déjà obtenus en laboratoire (4A pour 187 W).

Or, il existe des sources lumineuses, autres que les lasers, résistantes, d'encombrement réduit et donnant un spectre étroit nécessaire pour un bon rendement photoélectrique : il s'agit notamment des lampes à gaz classiques émettant dans le spectre visible, dans l'infrarouge ou même dans l'UV, dont certaines montent à plusieurs centaines

de Watts.

Cette lampe est suivie d'un modulateur optique, par exemple électrooptique.

Le modulateur peut être composé de plusieurs éléments de modulation optique, par exemple des cristaux à polarisation variable commandés par un champ électromagnétique associés à des polarisateurs et à des filtres, sensibles à un signal HF et à temps de réponse extrêmement bref.

Selon une caractéristique particulièrement importante de l'invention, le modulateur optique permet la modulation de faisceaux lumineux à partir d'un signal HF. Ce signal HF sous la forme de champ électromagnétique environnant le modulateur commande ce dernier directement.

Ces modulateurs sont par exemple les cellules de Pockels dont l'élément principal est un cristal à polarisation variable, sensible au champ électrique et dont le temps de réponse est extrêmement court. Avec de telles cellules associées à une plaque dite polariseur et une deuxième jouant le rôle de filtre, on sait couramment faire une modulation 100 % (noir opaque à la totale transparence) à quelques centaines de MHz. Et de nouveaux procédés vérifiés expérimentalement permettent d'obtenir de très bonnes modulations jusque 5 à 10 GHz. En effet, la modulation de la cellule de Pockels peut s'obtenir en plaçant le cristal à polarisation variable dans un résonateur ou un circuit électromagnétique hyperfréquence, en un endroit où le champ électrique est important. Si la bande passante de ce circuit modulateur est grande, rien n'empêche le tube à vide de présenter cette même bande passante. L'encombrement du système est faible, 5cm au cube à 5 GHz, par exemple.

Selon une autre caractéristique le modulateur optique est par exemple une cellule de Kerr contenant un liquide isolant qui présente une birefringence variable en présence d'un champ électrique variable.

L'utilisation d'une cellule de Cotton-Mouton risque de poser des problèmes de temps de réponse.

De cette manière, la modulation du canon à électrons selon l'invention est commandée très simplement et permet d'utiliser le canon dans un tube oscillateur en effectuant la commande de la modulation avec une partie du signal prélevé à la sortie HF du tube, ou dans un tube amplificateur en effectuant la commande de la modulation avec le signal HF à amplifier.

Le canon à électrons selon l'invention est utilisable pour des tubes hyperfréquences oscillateurs ou amplificateurs, ainsi comme injecteur pour des accélérateurs de particules. Les tubes hyperfréquences peuvent être de type klystrode, klystron, tube à ondes progressives ou lasertron, par exemple.

Le tube à vice "lasertron" proprement dit reste

toujours le même, dans toutes ses versions, notamment celles décrites dans les brevets US 4 313 072 et français 86 07826 (faisceaux multiples).

Seulement, l'utilisation de la présente invention permet de s'affranchir du laser et les inconvénients correspondants. Le canon à électrons excité selon l'invention par une lampe non cohérente, modulée par un système électrooptique tel une cellule de Pockels à haute fréquence (Ghz) peut être utilisé pour fournir un faisceau électronique modulé pour des tubes électroniques, les accélérateurs de particules ou toute application qui requiert un faisceau électronique de courant important, pulsé à haute fréquence.

En outre, la fréquence et l'amplitude de la modulation sont simultanément contrôlables, ainsi que la forme de l'impulsion des microimpulsions. En conséquence, le lasertron utilisant le système proposé est un véritable amplificateur dont la linéarité peut être excellente pour peu que les microimpulsions soient semblables à celles d'un tube à grille fonctionnant en classe C.

Bien entendu, ce dispositif peut être utilisé non seulement à la place du lasertron pour les fréquences hautes, mais aussi et encore plus facilement à la place de la klystrode pour les fréquences basses. Et ainsi disparaîtraient certains éléments critiques de la klystrode : à savoir sa grille mécaniquement fragile et dont la durée de vie dépend de l'évolution de son émission secondaire, et sa cavité d'entrée coaxiale très volumineuse, à faible bande passante. Mais comme la klystrode, ce sera un amplificateur linéaire en bande C et ce point reste inchangé.

En effet, comme dans le cas des tubes micro-pulsés, le tube électronique muni du dispositif selon l'invention ne fonctionne pas en classe A : le faisceau non modulé ne peut exister, la cathode restant froide. Ceci explique que les rendements peuvent être importants.

Enfin, cette invention peut être utilisée, soit pour un amplificateur, le signal d'entrée étant le signal qui module les cristaux et qui est alors le signal à amplifier ; soit pour un oscillateur où le signal d'entrée est prélevé sur le signal hyperfréquence de sortie. Cette possibilité est totalement absente du lasertron classique où -même en supposant que le laser fonctionne correctement- il n'y a aucun signal hyperfréquence dans le système d'entrée.

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 représente :

- 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 formes d'excitations

lumineuses idéales (figure 3) et actuellement réalisable (figure 4) avec laser pulsé ;

- la figure 5, une vue en coupe longitudinale d'un exemple d'un mode de réalisation de lasertron utilisant le canon à électrons modulé par un système optique et la lumière non cohérente selon l'invention.

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

La figure 3 montre la forme idéale des impulsions lumineuses pour obtenir le meilleur fonctionnement d'un canon à électrons pulsés à fort courant et à haute fréquence. Une série d'impulsions de forme régulière et uniforme, de durée t à mi hauteur (mesuré à la moitié de l'intensité maximum), espacées dans le temps par un délai régulier $T = 1/F$, où F est la haute fréquence de modulation, est fournie pendant une période ϵ .

Pour les applications pratiques, on demande ϵ supérieure ou égale à 10^{-6} sec, avec une fréquence de répétition ou une cadence allant de 1 KHz jusqu'à continu.

T représente la période du signal HF recherché : $T = 333 \times 10^{-12}$ sec pour $F = 3$ GHz, par exemple.

Evidemment, il faut t inférieur à $T/2$ pour pouvoir distinguer les impulsions. Le rendement du lasertron ou autre amplificateur ou oscillateur HF augmente lorsque t diminue, donc on cherche à minimiser t .

Finalement, le nombre d'électrons libérés de la cathode lors de chaque impulsion lumineuse varie comme l'intégrale de l'intensité de l'impulsion, donc le rendement photoélectrique est maximum pour des impulsions de forme carrée ou presque.

La figure 4 montre la forme des impulsions obtenues à l'état de l'art, utilisant le signal en sortie d'un laser pulsé, fonctionnant à 250 MHz maximum.

La comparaison de la figure 4 avec la figure 3 montre combien l'état de l'art est encore loin des performances théoriques espérées pour le lasertron.

La figure 5 montre une vue de coupe longitudinale d'un système lasertron dans lequel le laser a été remplacé par une lampe non cohérente modulée par un modulateur optique, selon l'invention.

Sur cette figure, le canon à électrons modulé selon l'invention comprend une photocathode 1, une source de lumière non cohérente 11 qui émet des rayons lumineux 2 qui sont modulés par un modulateur optique qui peut être composé de plusieurs éléments de modulation optique, par exemple un élément actif de modulation de polarisation 15 placé entre un polariseur 13 et un filtre 14, les rayons lumineux étant ensuite focalisés sur la photocathode par des moyens optiques 19 qui peuvent être constitués par une lentille, par exemple.

Dans un exemple de réalisation de lasertron HF utilisant un canon à électrons modulé selon l'invention tel que montré sur la figure 5, l'élément actif de modulation optique 15 peut être une cellule de Pockels, par exemple. Pour obtenir la modulation de lumière à haute fréquence HF de l'ordre de plusieurs GHz, une cellule de Pockels peut être positionnée dans un guide d'onde 16 alimentée en énergie électromagnétique 17 à la fréquence désirée ; c'est le champ électromagnétique environnant qui commande la modulation, et non pas un signal électrique amené par des conducteurs sur des électrodes de la cellule ; éventuellement une charge adaptée 18 dans le guide 16 peut aider à stabiliser la pureté spectrale du signal HF.

La lumière 2 est focalisée par une lentille 19 à travers une fenêtre transparente 21 étanche au vide qui règne à l'intérieur du lasertron, sur la photocathode 16 qui émet des paquets 3 d'électrons à la fréquence de stimulation lumineuse déterminée par le modulateur optique 13 + 14 + 15.

Les paquets d'électrons sont accélérés dans la direction de l'axe du lasertron par une haute tension appliquée entre la cathode et l'anode 4 et d'autres parties métalliques environnantes 26,31 qui sont en général à la masse. L'isolation haute tension entre ces pièces est assurée par une céramique 25 et des moyens classiques d'anti-corona 23.

Le faisceau d'électrons pulsé en paquets 3 est focalisé au départ de la cathode par une électrode de focalisation 24 et à travers les cavités 5 et zones de glissements 26 par un système de bobines 30 qui génèrent un champ magnétique sensiblement axial confiné entre les pièces polaires 31.

Après avoir traversé les cavités et glissements, les électrons ne sont plus sujets aux champs de focalisation et se repoussent mutuellement, donc ils empruntent des trajectoires divergentes 12 pour arriver sur le collecteur 6 qui dissipe leur énergie cinétique dans un système de refroidissement qui n'est pas montré. Un petit champ magnétique transversal est appliqué par des aimants ou électroaimants 20 pour dévier les trajectoires des électrons pour éviter qu'ils ne tombent sur la fenêtre optique 21.

L'énergie HF générée dans les cavités 5 par le faisceau des paquets 3 d'électrons passe à travers un iris 27 et peut être extraite vers une charge 10 (non montrée) moyennant une fenêtre hyperfréquence 8 étanche au vide mais transparente à la radiation HF.

Le lasertron utilisant une source de lumière non cohérente modulé par un dispositif de modulation optique selon l'invention et tel que montré schématiquement sur la figure 5 présente de nombreux avantages.

La modulation optique présente la possibilité

d'obtenir des fréquences beaucoup plus élevées.

Le rendement photoélectrique est meilleur selon le choix du type d'éclairage. Aussi le rendement de puissance lumineuse d'une lampe à gaz est meilleur que celui d'un laser. Le rendement du système est le produit de ces deux effets.

La modulation optique s'effectuant à partir d'un signal HF, le système peut être utilisé en amplificateur HF. En utilisant un élément actif de modulation de la polarisation, telle une cellule de Pockels, par exemple, commandée par un champ électromagnétique hyperfréquence environnant cet élément actif, le degré de polarisation et donc l'intensité de lumière transmise est contrôlable par l'amplitude du champ électromagnétique hyperfréquence de commande, tandis que la modulation est à la fréquence du même champ électromagnétique hyperfréquence. En prélevant un signal de sortie et réinjectant à l'entrée, de la commande de la modulation optique, on obtient un tube oscillateur HF dont la fréquence dépend des dimensions des cavités résonantes du tube utilisant le canon selon l'invention.

L'invention concerne un canon à électrons hyperfréquence à faisceau électronique modulé par un dispositif optique à lumière non cohérente. L'invention concerne également des tubes électroniques utilisant un canon électrons modulé selon l'invention, notamment des lasertrons, klystrons, klystrons et tubes à ondes progressives.

Revendications

1. Canon à électrons destiné à émettre un faisceau modulé en hyperfréquence à une fréquence F, comportant comme source d'électrons une photocathode (1), et une source d'éclairage (11) de la photocathode, caractérisé en ce que ladite source d'éclairage (11) est une source de lumière non-cohérente, et en ce qu'un modulateur optique (15) est interposé entre la source d'éclairage (11) et la photocathode, ce modulateur optique étant commandé à la fréquence F pour moduler l'éclairage arrivant de la source (11) à la cathode (1) à la fréquence F.

2. Canon à électrons destiné à émettre un faisceau modulé en hyperfréquence à une fréquence F, comportant comme source d'électrons une photocathode (1), et une source d'éclairage (11) de la photocathode, caractérisé en ce qu'un modulateur optique (15) est interposé entre la source d'éclairage (11) et la photocathode, ce modulateur optique étant commandé à la fréquence F par un champ électro-magnétique ambiant dans lequel baigne le modulateur, pour moduler l'éclairage arrivant de la source (11) à la photocathode (1) à la fréquence F.

3. Canon à électrons selon la revendication 1, caractérisé en ce que le modulateur optique est commandé par un champ électromagnétique ambiant à haute fréquence dans lequel baigne le modulateur.

4. Canon à électrons selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que le modulateur optique est une cellule de Pockels.

5. Canon à électrons selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le modulateur optique est une cellule de Kerr.

6. Canon à électrons selon une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que la source d'éclairage est une lampe à gaz.

7. Tube amplificateur hyperfréquence comportant un circuit d'extraction de l'énergie cinétique des électrons transformant cette énergie en énergie électromagnétique hyperfréquence, caractérisé en ce qu'il comporte un canon à électrons selon une des revendications 1 à 6.

8. Tube oscillateur hyperfréquence caractérisé en ce qu'il comporte un canon à électrons selon les revendications 1 à 6 et en ce que le champ électromagnétique de sortie est prélevé et utilisé pour commander le modulateur optique.

9. Injecteur pour accélérateur de particules caractérisé en ce qu'il comporte un canon à électrons selon l'une des revendications 1 à 6.

FIG.1

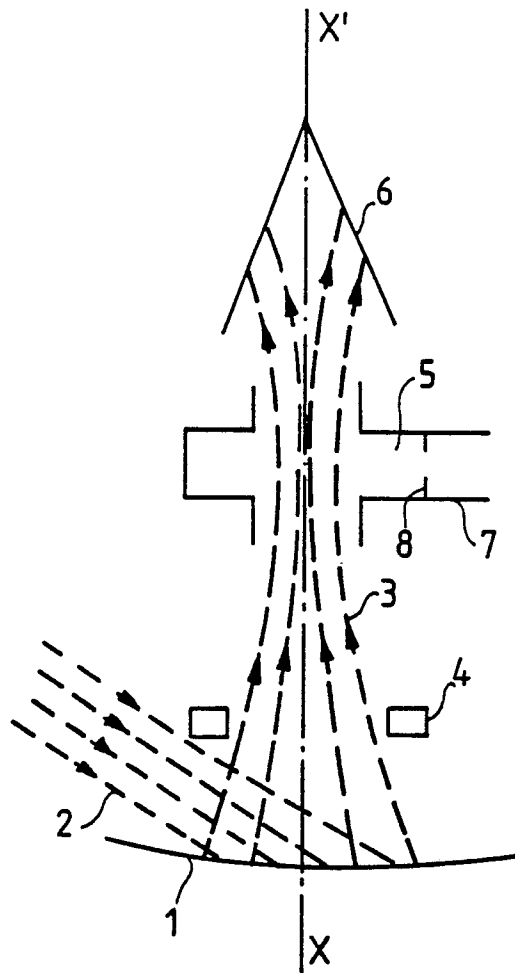


FIG.2

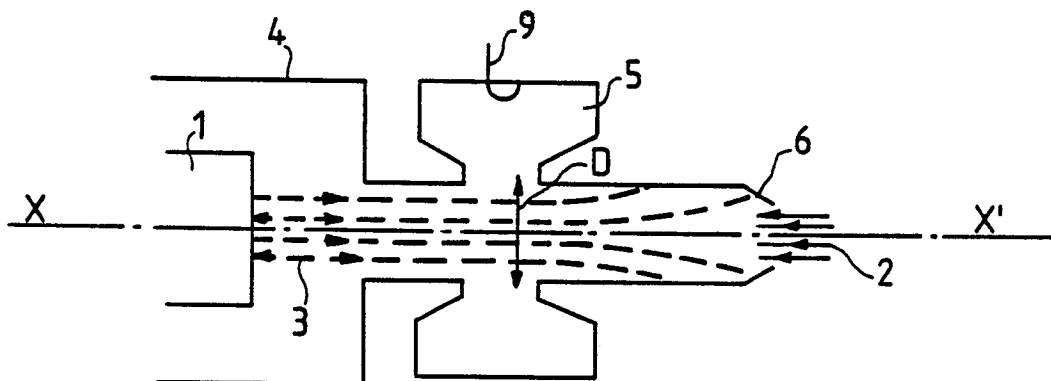


FIG.3

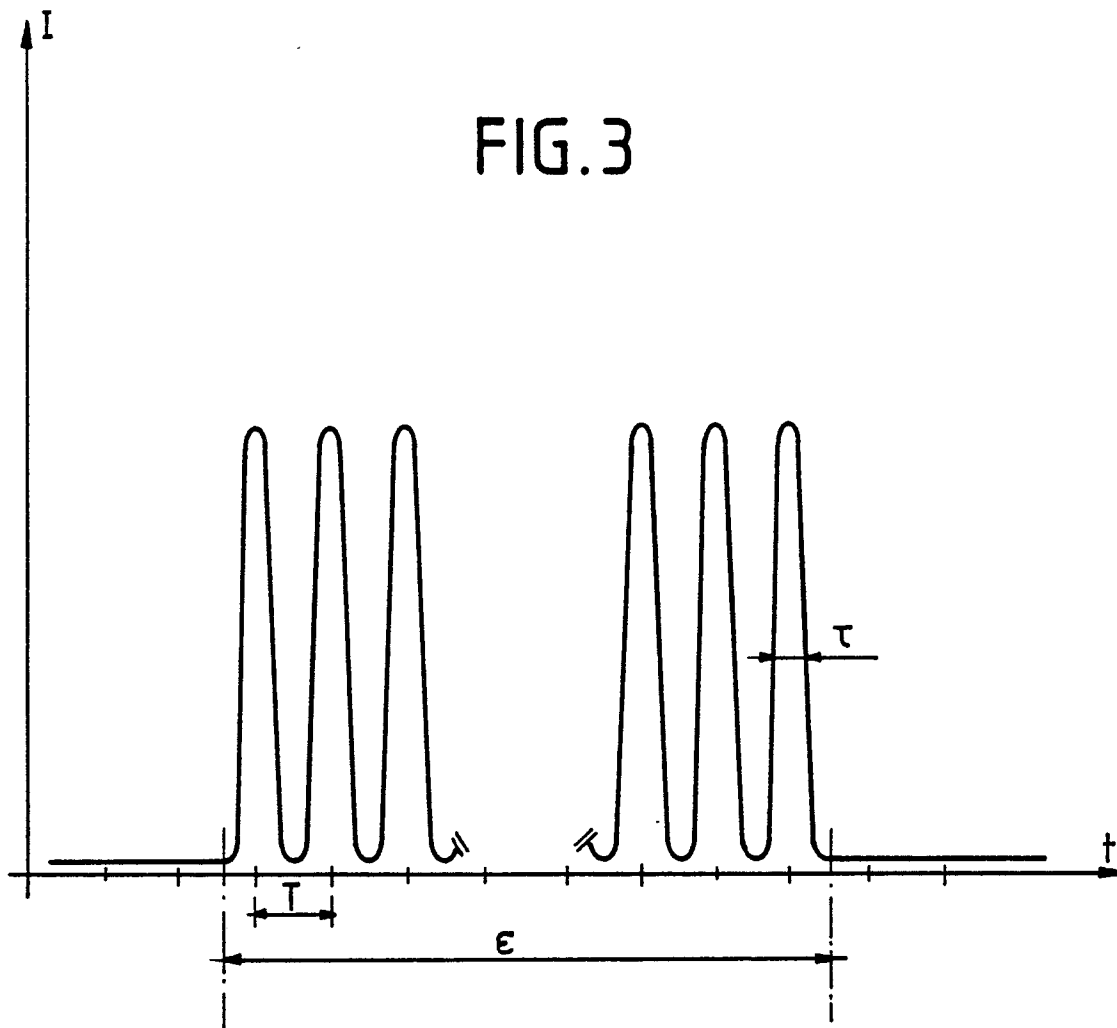


FIG.4

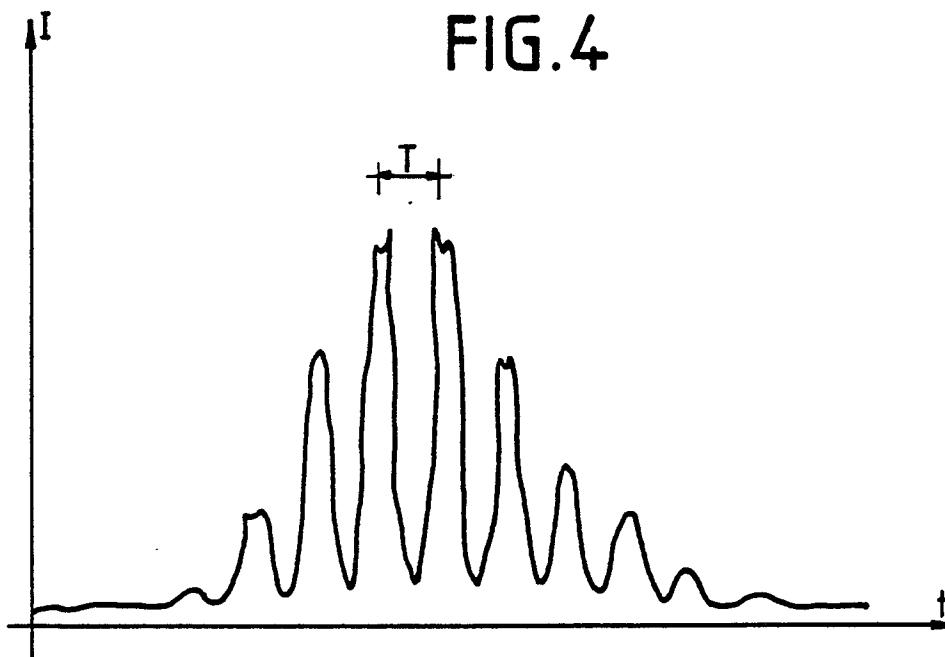
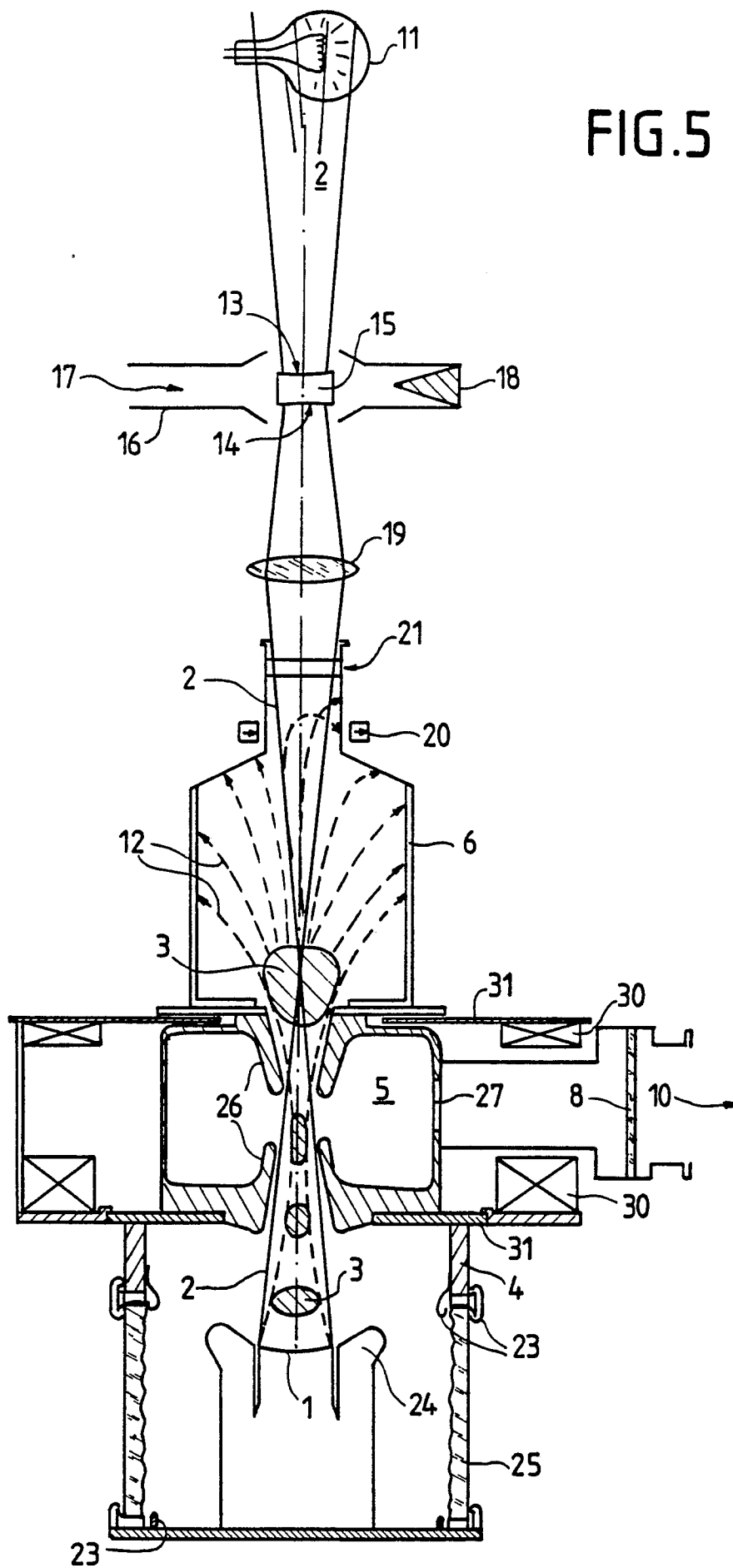


FIG. 5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 0431

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)
Y	INTERNATIONAL ELECTRON DEVICES MEETING, Washington, DC, 1-4 décembre 1985, pages 342-345, IEEE, New York, US; M. SHRADER et al.: "Pre-bunched beam devices-efficient sources of UHF and microwave power" * Page 342, paragraphe: "Lasertron"; figure 2 *	1-5,7,9	H 01 J 25/04
A	US-A-3 388 282 (R.B. HANKIN et al.) * Colonne 2, lignes 35-40; figure 1 *	1	
Y	US-A-3 239 670 (N. BLOEMBERGEN) * En entier *	1-3,5,7	
Y	THE MICROWAVE JOURNAL, vol. 7, no. 8, août 1964, pages 51-56, Horizon House, Dedham, US; K.M. JOHNSON: "Microwave light modulation by the pockel effect" * En entier *	1-5,7	
Y	US-A-4 703 228 (W.P. WEST) * Colonne 4, lignes 51-58; colonne 6, lignes 11-54; figures *	1-3,9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 298 817 (C.E.A.) * En entier *	2,3	H 01 J G 02 F
A	IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, vol. NS-32, no. 5, partie 2, octobre 1985, pages 2906-2908, IEEE, New York, US; E.L. GARWIN et al.: "An experimental program to build a multimegawatt lasertron for super linear colliders"		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28-05-1990	Examineur LAUGEL R.M.L.
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			