

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

**0 149 571  
B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45)

Date de publication du fascicule du brevet:  
**09.03.88**

(51)

Int. Cl.<sup>4</sup>: **G 21 K 1/10**

(21)

Numéro de dépôt: **85400027.0**

(22)

Date de dépôt: **08.01.85**

(54)

**Accélérateur multi-régimes.**

(30)

Priorité: **17.01.84 FR 8400662**

(43)

Date de publication de la demande:  
**24.07.85 Bulletin 85/30**

(45)

Mention de la délivrance du brevet:  
**09.03.88 Bulletin 88/10**

(84)

Etats contractants désignés:  
**DE FR GB NL SE**

(56)

Documents cités:  
**EP - A - 0 021 441  
FR - A - 1 593 516  
FR - A - 2 243 672  
US - A - 4 095 114**

(73)

Titulaire: **C.G.R. MeV, 551, route de la Minière,  
F-78530 Buc (FR)**

(72)

Inventeur: **Azam, Guy, THOMSON-CSF SCPI 173, bld  
Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**  
Inventeur: **Dugardin, François, THOMSON-CSF  
SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**  
Inventeur: **Milcamps, Jacques, THOMSON-CSF  
SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

(74)

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

**EP 0 149 571 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

L'invention concerne un accélérateur multi-régimes de conception simple, utilisable notamment en radiothérapie pour des traitements mettant en jeu des énergies faibles ou moyennes.

En radiothérapie, on distingue entre autres deux types de matériels: les générateurs de rayons utilisant des sources radioactives, comme par exemple le cobalt, et les accélérateurs de particules (notamment les électrons). Ces derniers offrent une grande souplesse d'utilisation et permettent d'atteindre des énergies élevées, jusqu'à 40 MeV-électrons et 25 MeV-photons. Cependant, ces appareils sont coûteux. En particulier, les systèmes de réglage et de variation de la puissance du faisceau (pour obtenir les différents régimes de fonctionnement) agissant sur les paramètres d'accélération, notamment la puissance HF, sont pour beaucoup dans le prix de revient de l'installation.

Par ailleurs, le générateur au cobalt possède des qualités propres qui font qu'il est encore très apprécié des médecins bien que la manipulation des sources radio-actives nécessite un certain nombre de précautions. Le rayonnement du cobalt est un rayonnement photon, très pénétrant, malgré une énergie faible (1,3 MeV-photons) puisque 50% de la dose maximale se trouve encore disponible à 12 cm de profondeur dans les tissus. En revanche la «dose à la peau» est relativement élevée ce qui a pour conséquence, dans certains cas, une irradiation trop importante en surface avec risques de brûlure.

Or, actuellement il est possible de réaliser des structures accélératrices capables de fournir l'énergie en électrons nécessaire (environ 4 MeV) à l'obtention des 1,3 MeV-photons du cobalt, ceci pour un prix de revient relativement faible.

L'un des buts de l'invention consiste donc à mettre au point un ensemble de radiothérapie à faisceau de photons produit à partir d'un accélérateur mais dont les caractéristiques soient assez proches de celles du cobalt avec cependant des possibilités supplémentaires et notamment celle de pouvoir disposer de plusieurs types de faisceaux. Par exemple, on pourra chercher à obtenir un faisceau possédant les mêmes caractéristiques que le rayonnement du cobalt et aussi d'autres faisceaux présentant des caractéristiques voisines, notamment des caractéristiques améliorées pour ce qui concerne le problème de la «dose à la peau».

Un autre but de l'invention est de réaliser un système de prix de revient faible, du même ordre de grandeur qu'un générateur au cobalt.

Selon le principe général de l'invention, la puissance de l'accélérateur reste constante (ce qui permet de faire l'économie des systèmes de réglage de l'onde haute fréquence) tandis que les variations de régime et de caractéristique du faisceau sont obtenues seulement par commutation de cibles, et/ou filtres à la sortie de l'accélérateur.

Plus précisément, l'invention concerne donc un accélérateur multi-régimes du type à faisceau de

particules et comportant une cible bombardée par ledit faisceau de particules pour engendrer un faisceau de photons, caractérisé en ce que la puissance HF d'alimentation dudit accélérateur est fixée une fois pour toutes à un niveau prédéterminé et en ce qu'il comporte plusieurs cibles et/ou filtres commutables à la sortie dudit accélérateur, permettant un nombre prédéterminé de combinaisons cible-filtre auxquelles correspondent autant de faisceaux de photons de caractéristiques différentes choisies.

Dans le brevet français N° 1 593 516 est décrit un appareil de radiothérapie dans lequel on prévoit la possibilité de plusieurs cibles. Mais ce document ne suggère en rien un appareil simplifié avec une alimentation en puissance HF de l'accélérateur qui soit fixée une fois pour toutes.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre de plusieurs modes de réalisation d'un accélérateur multi-régimes conforme à son principe, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la figure 1 est un graphe représentant une courbe de pénétration caractéristique du rayonnement du cobalt mais obtenue par d'autres moyens conformes à l'invention, ainsi qu'une courbe voisine de celle du cobalt améliorant les conditions de traitement dans certains cas et obtenue également par les moyens de l'invention;

- la figure 2 illustre un premier mode de réalisation d'un accélérateur conforme à l'invention;

- la figure 3 illustre un second mode de réalisation d'un accélérateur conforme à l'invention;

- la figure 4 illustre un troisième mode de réalisation d'un accélérateur conforme à l'invention;

- la figure 5 illustre un quatrième mode de réalisation d'un accélérateur conforme à l'invention;

- les figures 6 et 7 sont des vues de détails, respectivement de dessus et en élévation d'un support conforme à l'invention;

- la figure 8 est une vue de détail illustrant un autre type de support.

Sur le graphe de la figure 1, la courbe A est caractéristique du cobalt. On a porté en abscisse la profondeur de tissu à traiter (en centimètres) et en ordonnée la dose de rayonnement, normalisée à 100 par rapport au rayonnement maximum. Les caractéristiques principales de ce rayonnement de type cobalt apparaissent clairement:

- dose maximum à 5 mm;
- dose à la peau 85%;
- profondeur atteinte avec 50% de la dose maximum: 12 cm.

De telles caractéristiques demeurent intéressantes car elles correspondent à certaines situations pathologiques où une tumeur se trouve essentiellement localisée en profondeur tout en présentant des ramifications dans les tissus superficiels.

Dans d'autres cas, cependant, où la tumeur est par exemple mieux localisée en profondeur, le praticien sera plutôt amené à choisir une courbe de type B, très semblable à la courbe du cobalt

mais présentant une dose à la peau réduite environ de moitié.

L'invention lui réserve cette possibilité, au moyen d'un accélérateur de particules (des électrons selon l'exemple) simplifié par le fait que la puissance HF d'alimentation y est fixée une fois pour toutes à un niveau prédéterminé (suppression de tous les systèmes électroniques classiques de réglage de puissance, agissant généralement sur le modulateur) et d'un jeu de cibles et/ou filtres commutables à la sortie dudit accélérateur pour choisir une caractéristique du faisceau conforme à une courbe de type A ou B, au moyen de simples sélecteurs mécaniques portant les cibles et/ou filtres.

On pourra ainsi prévoir une combinaison cible-filtre restituant la courbe de rayonnement A et une ou plusieurs autres combinaisons restituant une ou plusieurs courbes de type B, plus ou moins «découlées en profondeur» et présentant toutes l'intérêt d'une dose à la peau relativement faible.

Sur la figure 2, on a représenté la partie extrême d'un accélérateur d'électrons 11 de moyenne puissance (4,5 MeV-électrons environ). Cet accélérateur est de conception tout à fait classique c'est pourquoi il n'a pas été décrit en détail. Il peut par exemple être constitué d'un modulateur pilotant un magnétron, lequel est couplé par guide d'onde à un empilage de cavités 13 formant une structure accélératrice linéaire. Cet accélérateur comporte un axe principal 14 qui représente aussi la trajectoire des électrons accélérés. A sa sortie de l'accélérateur, la faisceau d'électrons bombarde une cible, ce qui engendre un faisceau de photons. Ce dernier est délimité au moyen d'un collimateur 15.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'accélérateur comporte un support mobile 16 renfermant plusieurs cibles 17, 18 ayant chacune un axe principal de symétrie 19. La trajectoire du support 16 passe en regard de la sortie de l'accélérateur et des moyens de positionnement, schématisés selon l'exemple par deux butées 20 entre lesquelles le support 16 peut se déplacer, sont prévus pour aligner n'importe quel axe 19 avec l'axe principal 14 de l'accélérateur. Dans ce système, les caractéristiques du faisceau de photons conformes à une courbe A ou B sont entièrement déterminées par le choix du matériau constituant la cible et les caractéristiques dimensionnelles de celle-ci. Selon le mode de réalisation représenté à la figure 3, où les éléments de structure analogues portent les mêmes références numériques, on a prévu une cible unique 22 disposée à la sortie de l'accélérateur 11 et centrée sur son axe principal 14. En outre un support mobile 23 renferme plusieurs filtres 24, 25 ayant chacun un axe principal de symétrie 26.

Comme précédemment, la trajectoire du support 23 passe en regard de la cible et à proximité de celle-ci tandis que des moyens de positionnement (butée 20a selon l'exemple) sont prévus pour aligner l'axe 26 de n'importe quel filtre avec l'axe principal 14 de l'accélérateur. Le rôle des filtres 24, 25 est double. D'une part, il permet de

modéliser les composantes spectrales du faisceau de photons, en les atténuant différemment. Il a donc une fonction de filtrage en énergie qui détermine, la nature de la cible étant fixée à priori, une courbe de type A ou B. Par ailleurs, il a une fonction d'égénéralisation, due à sa forme, permettant une atténuation directionnelle du faisceau afin d'obtenir une répartition uniforme de la dose au niveau du patient. On sait en effet que dans un accélérateur, l'intensité du faisceau va en décroissant au fur à mesure qu'on s'éloigne de l'axe 14. Par conséquent, de façon connue, les filtres 24 et 25 auront une forme pyramidale de préférence sensiblement conique. Dans l'exemple de la figure 3, le support 23 est essentiellement en plomb. Il comporte des alvéoles 28 abritant les filtres de forme conique.

Le mode de réalisation représenté à la figure 4 où les éléments de structure analogues portent les mêmes références numériques, comporte un support 30 renfermant plusieurs cibles 32, 33 et plusieurs filtres 34, 35. Le support 30 est assujéti à se déplacer en regard de la sortie de l'accélérateur 11. Il est essentiellement en plomb et comporte deux étages. L'étage supérieur (le plus près de l'accélérateur) est percé de trous 36 abritant les cibles 32 et 33, tandis que l'étage inférieur comporte comme dans le cas de la figure 3 des alvéoles 28 abritant les filtres 34 et 35. Les trous et alvéoles sont tels que l'axe principal de symétrie de la cible 32 soit confondu avec l'axe principal de symétrie du filtre 34 et que l'axe principal de symétrie de la cible 33 soit confondu avec l'axe principal de symétrie du filtre 35. Par ailleurs, comme précédemment, des moyens de positionnement (butées 20b) sont prévus pour immobiliser le support 30 dans des positions telles que n'importe lequel des axes communs aux cibles et filtres puisse être aligné avec l'axe principal 14 de l'accélérateur.

Le mode de réalisation de la figure 5 ne se distingue du précédent que par le fait qu'il comporte deux supports 40, 41 indépendants. Le support 40 renferme plusieurs cibles 32a, 33a ayant chacune un axe principal de symétrie tandis que le support 41 renferme plusieurs filtres 34a, 35a ayant chacun un axe principal de symétrie. Les moyens de positionnement (butées 20c) avec lesquels coopèrent les supports 40 et 41 permettent d'aligner l'axe de symétrie de n'importe quel filtre et l'axe de symétrie de n'importe quelle cible avec l'axe principal 14 de l'accélérateur. Par rapport au mode de réalisation de la figure 4, on double le nombre de combinaisons cible-filtre avec le même nombre de cibles et de filtres.

Selon les caractéristiques de faisceau désirées, le filtre pourra être réalisé dans des matériaux différents, notamment le tungstène, le plomb, la cuivre, le titane, l'acier inoxydable ou le graphite. Dans les exemples qui viennent d'être décrits, les supports sont des tiroirs à déplacement rectiligne. Comme indiqué précédemment, ils sont essentiellement en plomb mais ils comporteront avantageusement des glissières en acier (non représentées). Dans le cas simple représenté, la mécanique

de manœuvre pourra être manuelle. Si on désire disposer de plus de deux cibles et/ou filtres, on pourra adopter des solutions motorisées avec télécommande et asservissement de positionnement, tous ces systèmes de manœuvre étant à la portée de l'homme du métier. Le contrôle de positionnement pourra aussi s'effectuer au moyen de micro-contacteurs et d'une logique à micro-processeur surveillant les états de ces contacteurs.

Les figures 6 et 7 illustrent un autre type de support mobile à barillet tournant 50. L'axe de rotation 51 de ce support est décalé de l'axe 14 de l'accélérateur de façon que les cibles et/ou filtres puissent être positionnés en alignement avec cet axe 14. Selon l'exemple, le support 50 est à deux étages, l'un portant les cibles 52 et l'autre les filtres 53.

La figure 8 illustre un autre type de support mobile possible en forme générale de croisillon 55. Ce support est assujéti à se déplacer dans un système à double glissières (non représenté) définissant deux directions de déplacement rectilignes et perpendiculaires. Le croisillon peut ainsi porter jusqu'à 5 cibles et/ou filtres.

La détermination des dimensions des cibles et filtres ainsi que le choix des matériaux utilisés seront déterminés le plus souvent expérimentalement. A titre d'exemple, en se reportant à la figure 1, et en considérant un faisceau incident d'électrons d'environ 4 Mev, la courbe A ou «courbe cobalt» pourra être obtenue en utilisant une cible plate en tungstène, de 2 mm d'épaisseur et un filtre cône de 12 mm de hauteur et de 25 mm de diamètre de base. La courbe B pourra être obtenue en utilisant une cible comprenant une couche de tungstène de 1 mm et une couche de cuivre de 1 mm ainsi qu'un filtre cône en acier inoxydable de 16 mm de hauteur et de 25 mm de diamètre de base.

## Revendications

1. Accélérateur multi-régimes du type à faisceau de particules et comportant une cible bombardée par ledit faisceau de particules pour engendrer un faisceau de photons, caractérisé en ce que la puissance HF d'alimentation dudit accélérateur (11) est fixée une fois pour toutes à un niveau prédéterminé et en ce qu'il comporte plusieurs cibles (17, 18, 22, 32, 33) et/ou filtres (24, 25, 34, 35) commutables à la sortie dudit accélérateur, permettant un nombre prédéterminé de combinaisons cible-filtre auxquelles correspondent autant de faisceaux de photons de caractéristiques différentes choisies.

2. Accélérateur multi-régimes selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un support mobile (16) renfermant plusieurs cibles ayant chacune un axe principal de symétrie, la trajectoire dudit support passant en regard de la sortie dudit accélérateur et des moyens de positionnement (20) étant prévus pour aligner n'importe quel axe de cible avec l'axe principal (14) de l'accélérateur.

3. Accélérateur multi-régimes selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une ci-

ble unique (22) fixe, disposée à la sortie dudit accélérateur et centrée sur son axe principal (14), un support mobile renfermant plusieurs filtres ayant chacun un axe principal de symétrie, la trajectoire dudit support passant en regard de ladite cible et à proximité de celle-ci et des moyens de positionnement prévus pour aligner l'axe de n'importe quel filtre avec l'axe principal de l'accélérateur.

4. Accélérateur multi-régimes selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un support mobile (30) renfermant plusieurs cibles et plusieurs filtres fixés respectivement deux à deux en vis-à-vis de façon qu'un axe principal de symétrie de chaque cible soit confondu avec un axe principal de symétrie du filtre correspondant, des moyens de positionnement (20b) étant prévus pour aligner n'importe lequel de ces axes avec l'axe principal (14) de l'accélérateur.

5. Accélérateur multi-régimes selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un support mobile (40) renfermant plusieurs cibles ayant chacune un axe principal de symétrie et un support mobile (41) renfermant plusieurs filtres ayant chacun un axe principal de symétrie, des moyens de positionnement (20c) étant prévus pour aligner l'axe de symétrie de n'importe quel filtre et l'axe de symétrie de n'importe quelle cible avec l'axe principal (14) de l'accélérateur.

6. Accélérateur selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'un support précité comporte des alvéoles (28) et/ou trous (36) abritant chacun un filtre et/ou une cible.

7. Accélérateur selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un support précité est essentiellement en plomb.

8. Accélération selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que le ou chaque support mobile précité est en forme de tiroir à déplacement rectiligne.

9. Accélérateur selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que le ou chaque support mobile précité est en forme de barillet tournant (50).

10. Accélération selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que le ou chaque support mobile précité est en forme générale de croisillon (55) à double glissières ayant deux directions de déplacement rectilignes perpendiculaires.

11. Accélérateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les filtres sont réalisés en un matériau choisi dans le groupe comprenant le tungstène, le plomb, le cuivre, le titane, l'acier inoxydable et le graphite.

12. Accélérateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un filtre a une forme pyramidale ou cône, connue en soi.

## Patentansprüche

1. Mehrbereichs-Beschleuniger vom Typ mit einem Teilchenbündel und einem durch dieses beschlossenen Target zur Erzeugung eines Photonenbündels, dadurch gekennzeichnet, dass die HF-Versorgungsleistung dieses Beschleunigers (11) auf eine vorbestimmte Grösse für alle Zeit

fest eingestellt ist und dass er mehrere Targets (17, 18, 22, 32, 33) und/oder Filter (24, 25, 34, 35) aufweist, die am Ausgang dieses Beschleunigers umschaltbar sind, wodurch eine vorbestimmte Anzahl von Target-Filter-Kombinationen ermöglicht wird, denen ebenso viele Photonenbündel mit den verschiedenen gewünschten Kenndaten entsprechen.

2. Mehrbereichs-Beschleuniger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er einen beweglichen Träger (16) umfasst, der mehrere Targets aufweist, welche jeweils eine Symmetrie-Hauptachse aufweisen, wobei die Bewegungsbahn dieses Trägers gegenüber dem Ausgang des Beschleunigers vorbeiführt und Positioniermittel (20) vorgesehen sind, um jegliche Targetachse mit der Hauptachse (14) des Beschleunigers in Ausrichtung zu bringen.

3. Mehrbereichs-Beschleuniger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er ein einziges festes Target (22) umfasst, welches am Ausgang dieses Beschleunigers angeordnet und auf seine Hauptachse (14) zentriert ist, wobei ein beweglicher Träger mehrere Filter umfasst, die jeweils eine Symmetrie-Hauptachse aufweisen, wobei die Bewegungsbahn dieses Trägers gegenüber dem Ziel und in der Nähe desselben vorbeiführt und wobei Positioniermittel vorgesehen sind, um die Achse eines jeden Filters mit der Hauptachse des Beschleunigers in Ausrichtung zu bringen.

4. Mehrbereichs-Beschleuniger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er einen beweglichen Träger (30) umfasst, der mehrere Ziele und mehrere Filter aufweist, welche jeweils zu zweit einander gegenüberliegend fest angeordnet sind, so dass eine Symmetrie-Hauptachse jedes Ziels mit einer Symmetrie-Hauptachse des entsprechenden Filters übereinstimmt, wobei Positioniermittel (20b) vorgesehen sind, um jegliche dieser Achsen mit der Hauptachse (14) des Beschleunigers in Ausrichtung zu bringen.

5. Mehrbereichs-Beschleuniger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er einen beweglichen Träger (40) umfasst, der mehrere Ziele enthält, welche jeweils eine Symmetrie-Hauptachse aufweisen, und einen beweglichen Träger (41) umfasst, der mehrere Filter aufweist, welche jeweils eine Symmetrie-Hauptachse aufweisen, wobei Positioniermittel (20c) vorgesehen sind, um die Symmetrieachse eines jeden Filters und die Symmetrieachse eines jeden Ziels mit der Hauptachse (14) des Beschleunigers in Ausrichtung zu bringen.

6. Beschleuniger nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass einer der vorgenannten Träger Zellen (28) und/oder Löcher (36) umfasst, die jeweils ein Filter und/oder ein Ziel aufnehmen.

7. Beschleuniger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass einer der vorgenannten Träger im wesentlichen aus Blei besteht.

8. Beschleuniger nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder der vorgenannten beweglichen Träger in

Form eines Schiebers mit geradliniger Bewegung ausgebildet ist.

9. Beschleuniger nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder der vorgenannten beweglichen Träger die Form einer drehbaren Trommel (50) aufweist.

10. Beschleuniger nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jeder der beweglichen vorgenannten Träger die allgemeine Form eines Kreuzelements (55) mit doppelter Schiebebahn aufweist, mit zwei geradlinigen und aufeinander senkrechten Bewegungsrichtungen.

11. Beschleuniger nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Filter aus einem Material gebildet sind, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, die Wolfram, Blei, Kupfer, Titan, rostfreien Stahl und Graphit umfasst.

12. Beschleuniger nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Filter in an sich bekannter Weise pyramiden- oder kegelförmig ist.

## Claims

1. Multi-range accelerator of particle beam-type comprising a target bombarded by said particle beam to generate a photon beam, characterized in that the HF supply power of said accelerator (11) is fixed for all times at a predetermined level and in that it comprises a plurality of targets (17, 18, 22, 32, 33) and/or filters (23, 25, 34, 35) which are switchable at the output of said accelerator, permitting a predetermined number of target-filter combinations whereto as many photon beams of different selected characteristics correspond.

2. Multi-range accelerator according to claim 1, characterized in that it comprises a moveable carrier (16) enclosing a plurality of targets each having a main symmetry axis, the trajectory of said carrier passing in front of the outlet of said accelerator, and positioning means (20) being provided to align any target axis with the main axis (14) of the accelerator.

3. Multi-range accelerator according to claim 1, characterized in that it comprises a single fixed target (22) located at the outlet of said accelerator and centered on its main axis (14), a moveable carrier enclosing a plurality of filters each having a main symmetry axis the trajectory of said carrier passing in front of said target and in the neighbourhood thereof, and positioning means provided for aligning the axis of any filter with the main axis of the accelerator.

4. Multi-range accelerator according to claim 1, characterized in that it comprises a moveable carrier (30) enclosing a plurality of targets and a plurality of filters which are respectively fixed in pairs in facing relationship so that a main symmetry axis of each target is coincident with a main symmetry axis of the corresponding filter, and positioning means (20b) being provided for aligning any of these axes with the main axis (14) of the accelerator.

5. Multi-range accelerator according to claim 1, characterized in that it comprises a moveable carrier (40) enclosing a plurality of targets each having a main symmetry axis, and a moveable carrier (41) enclosing a plurality of filters each having a main symmetry axis, positioning means (20c) being provided for aligning the symmetry axis of any filter and the symmetry axis of any target with the main axis (14) of the accelerator.

6. Accelerator according to any of claims 2 to 5, characterized in that one above-mentioned carrier comprises cells (28) and/or holes (36) each accommodating a filter and/or target.

7. Accelerator according to claim 6, characterized in that one above-mentioned carrier is essentially of lead.

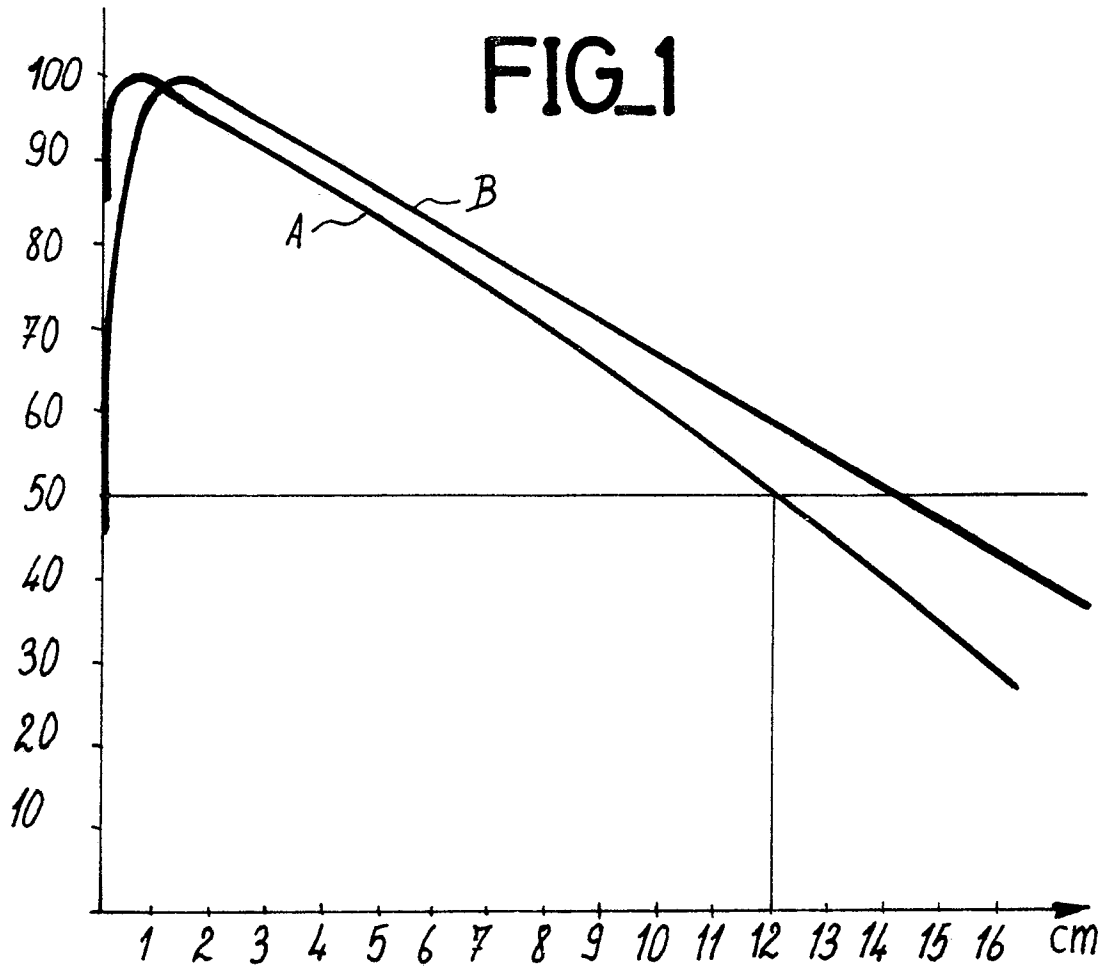
8. Accelerator according to any of claims 2 to 7, characterized in that the or each above-mentioned moveable carrier is formed as a drawer for rectilinear movement.

9. Accelerator according to any of claims 2 to 7, characterized in that the or each above-mentioned moveable carrier is in the form of a rotating barrel (50).

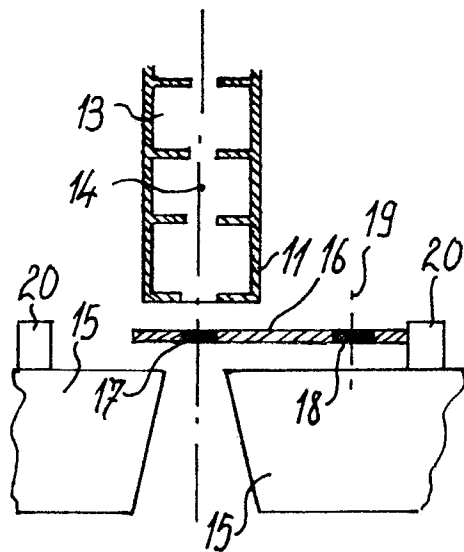
10. Accelerator according to any of claims 2 to 7, characterized in that the or each above-mentioned moveable carrier is in the general form of a cross (55) with two sliders having rectilinear perpendicular moving directions.

11. Accelerator according to any of the preceding claims, characterized in that the filters are embodied of a material selected among the group comprising tungsten, lead, copper, titanium, stainless steel, and graphite.

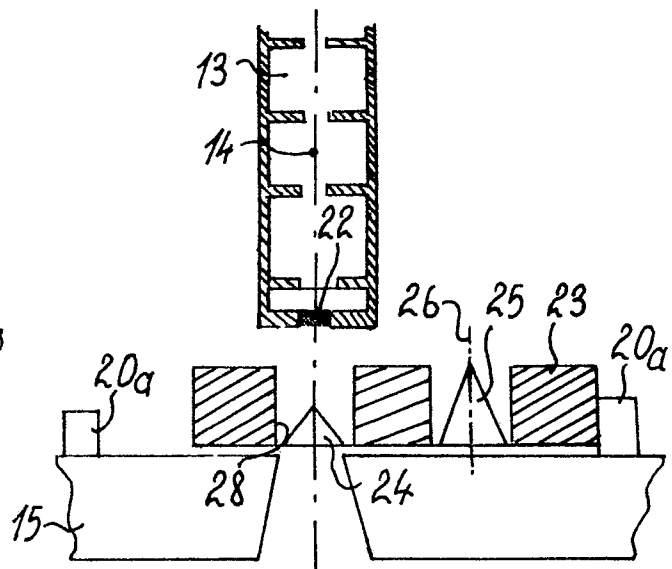
12. Accelerator according to any of the preceding claims, characterized in that at least one filter is of pyramidal or conical shape which is known per se.



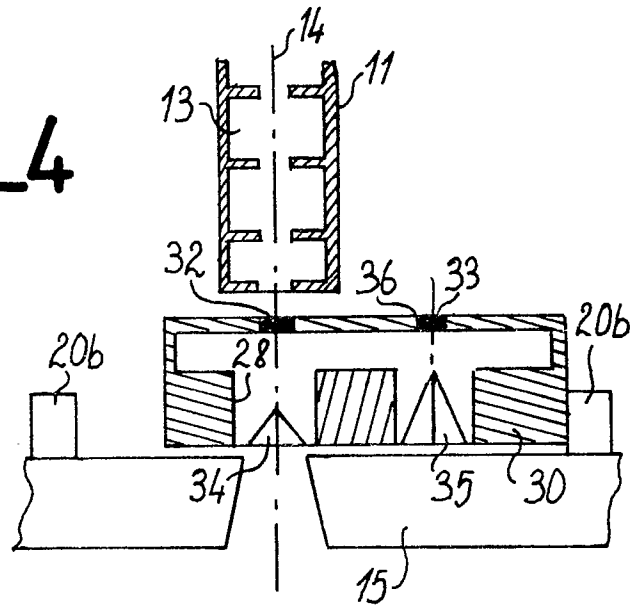
### FIG\_2



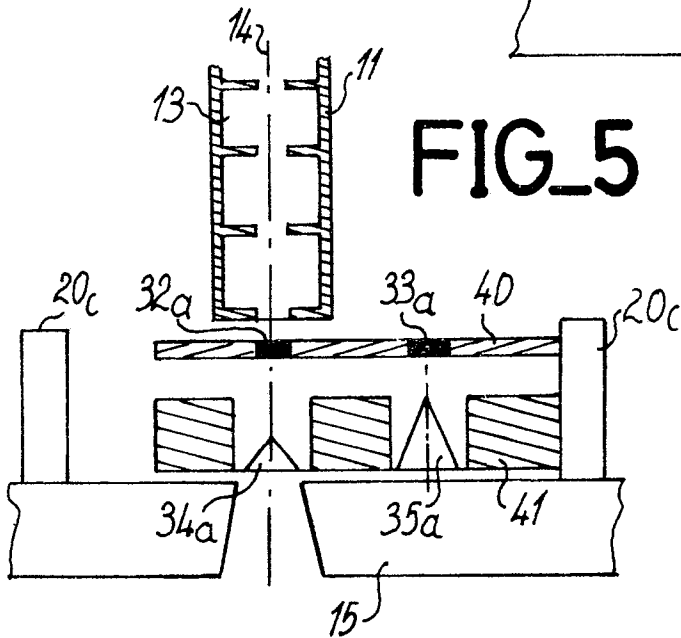
### FIG\_3



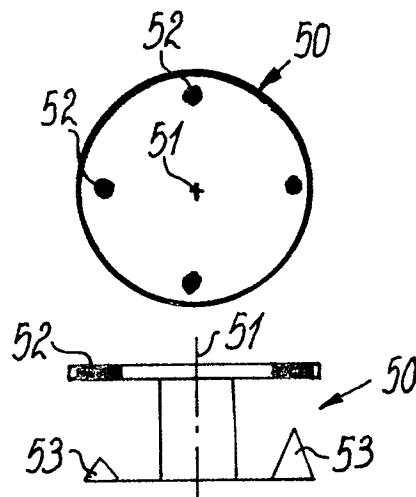
FIG\_4



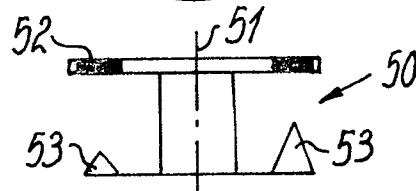
FIG\_5



FIG\_6



FIG\_7



FIG\_8

