

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 186 558
B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet:
10.05.89

(51) Int. Cl.: **H01J 33/00, G21K 5/04**

(21) Numéro de dépôt: **85402371.0**

(22) Date de dépôt: **02.12.85**

(54) Dispositif d'irradiation de matière par un faisceau électronique.

(30) Priorité: **14.12.84 FR 8419153**

(73) Titulaire: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,**
31/33, rue de la Fédération, F-75015 Paris(FR)

(43) Date de publication de la demande:
02.07.86 Bulletin 86/27

(72) Inventeur: **Roche, Michel, 12, rue de Saulx-Tavannes,**
F-21000 Dijon(FR)

(45) Mention de la délivrance du brevet:
10.05.89 Bulletin 89/19

(74) Mandataire: **Mongrédien, André et al, c/o**
BREVATOME 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris(FR)

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(56) Documents cités:
FR-A- 2 106 968
FR-A- 2 140 840
FR-A- 2 428 913
US-A- 3 514 664
US-A- 3 901 807

EP 0 186 558 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

La présente invention concerne un dispositif d'irradiation de matière par un faisceau électronique.

Elle s'applique à l'irradiation de gaz, de liquides ou de solides. Les gaz sont irradiés pour des utilisations chimiques ou pour la stérilisation. Les liquides sont eux aussi irradiés pour des utilisations chimiques ou alimentaires (stérilisation des jus de fruits, du lait, de l'eau, etc.). Les solides sont irradiés pour des utilisations chimiques (polymérisation), médicales (stérilisation), alimentaires (irradiation de graines, fruits, pommes de terre, légumes, etc.), génétiques (irradiation de semences, insectes, etc.).

On connaît divers dispositifs d'irradiation de matière par un faisceau électronique. Parmi ces dispositifs, l'un d'eux (FR-A 2 428 913) fournit un faisceau électronique dans un plan passant par une fenêtre de sortie fermée par une membrane métallique mince. Elle appartient à une enceinte dans laquelle on a réalisé le vide et dans laquelle est situé un canon à électrons émettant un faisceau très aplati et très allongé; cette fenêtre peut présenter une longueur de 2 mètres pour une largeur de quelques centimètres. Le déplacement des électrons doit être perpendiculaire à la surface de la fenêtre, afin de la traverser dans les meilleures conditions.

Il est possible de produire un faisceau électronique plan à partir d'un faisceau électronique ponctuel qui est animé, grâce à un système de balayage, d'un mouvement linéaire alternatif devant la fenêtre. Un dispositif de ce type a pour principal inconvénient de nécessiter l'utilisation d'un système de balayage et de limiter l'utilisation des électrons dans une zone linéaire voisine de la fenêtre.

Plus récemment, ont été conçus des accélérateurs d'électrons permettant d'accélérer directement les électrons d'un faisceau laminaire en utilisant, soit des canons à électrons dans lesquels la source d'électrons est constituée par un filament très allongé, soit des dispositifs à plasma dans lesquels les électrons sont obtenus par émission secondaire à partir d'ions issus d'une anode filiforme.

Ces différents dispositifs qui permettent d'obtenir un faisceau plan d'électrons, présentent de nombreux inconvénients: dans le dispositif à balayage, il est nécessaire, pour limiter l'incidence des électrons aux extrémités de la fenêtre, de construire des dispositifs présentant un encombrement prohibitif. Dans les dispositifs qui utilisent des canons à électrons ayant un filament très allongé, il est difficile de remplacer ces filaments émissifs, lorsqu'ils sont détériorés. Dans le dispositif à plasma, il est difficile d'obtenir un faisceau uniforme et, par conséquent, une irradiation uniforme. Ces dispositifs sont d'autre part complexes et coûteux.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et notamment de réaliser un dispositif d'irradiation de matière par un faisceau électronique, dans lequel il est possible d'utiliser un filament émissif de faible dimension, qui est facile à changer, le faisceau étant plan et se propageant tout autour d'un axe, sur 360°, facilitant ainsi l'utilisation du dispositif pour des applications industrielles. Ce dispositif qui est très simple est aussi peu coûteux.

L'invention a pour objet un dispositif d'irradiation de matière par un faisceau électronique comprenant un canon à électrons et des moyens de guidage pour placer la matière sur le parcours du faisceau, caractérisé en ce que le canon à électrons comprend, dans une enceinte étanche ayant une forme présentant une symétrie de révolution par rapport à un axe, un filament émissif d'électrons situé dans l'axe de l'enceinte et, coaxialement, une électrode de Wehnelt entourant le filament présentant une symétrie de révolution par rapport audit axe et comprenant une première fente circulaire de concentration des électrons au voisinage du plan perpendiculaire à l'axe et passant par la première fente qui est située en regard du filament, au moins une électrode d'accélération des électrons entourant l'électrode de Wehnelt, présentant une symétrie de révolution par rapport audit axe et comprenant une deuxième fente circulaire située en regard de la première fente, l'enceinte comprenant une fenêtre circulaire fermée de façon étanche et transparente aux électrons, cette fenêtre étant située en regard des deux fentes, les moyens de guidage plaçant la matière à irradier autour de la fenêtre.

Selon une autre caractéristique, l'électrode Wehnelt comprend deux troncs de cône présentant chacun une grande base et une petite base circulaires perpendiculaires à l'axe, les petites bases respectives des deux troncs de cône étant situées en regard l'une de l'autre et étant espacées pour constituer ladite première fente, les troncs de cône comprenant des logements situés en regard et au voisinage de la première fente et contenant ledit filament.

Selon une autre caractéristique, ladite fenêtre est fermée par une feuille métallique présentant une section en forme de gouttière, pénétrant vers l'intérieur de l'enceinte.

Selon une autre caractéristique, la première fente est entourée sur le pourtour des petites bases de chacun des deux cônes, pour une grille circulaire.

Selon une autre caractéristique, les moyens de guidage comprennent une gaine creuse annulaire à deux parois concentriques entourant ladite fenêtre, la matière à irradier circulant dans cette gaine.

Selon une autre caractéristique, l'une des parois de la gaine est constituée partiellement par la surface externe de l'enceinte étanche et par la feuille fermant la fenêtre.

Selon une autre caractéristique, les moyens de guidage comprennent une trémie entourant le canon et dans laquelle circule la matière à irradier.

Selon une autre caractéristique, les moyens de guidage comprennent un ensemble de déplacement de la matière à irradier pour l'amener à circuler en regard de ladite fenêtre.

Selon une autre caractéristique, la matière à irradier se présentant sous la forme d'une bande enroulée pour former un rouleau ayant la largeur du ruban, les moyens de guidage comprennent des moyens pour dérouler ce ruban en le faisant circuler dans la direction de sa longueur et pour qu'il forme un fourreau autour de la fenêtre, en le repliant dans la direction de sa largeur.

Les caractéristiques et avantages de l'invention

ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la figure 1 représente schématiquement et en coupe longitudinale, un dispositif d'irradiation conforme à l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement un premier mode de réalisation des moyens de guidage de la matière à irradier,
- la figure 3 représente schématiquement un deuxième mode de réalisation de ces moyens de guidage,
- la figure 4 représente schématiquement un troisième mode de réalisation des moyens de guidage de la matière à irradier,
- la figure 5 représente schématiquement un quatrième mode de réalisation des moyens de guidage.

La figure 1 représente schématiquement et en coupe longitudinale, un dispositif d'irradiation conforme l'invention. Ce dispositif comprend un canon à électrons situé dans une enceinte étanche 1, et des moyens de guidage pour placer la matière à irradier sur le parcours du faisceau électronique. Ces moyens de guidage ne sont pas représentés sur cette figure et seront décrits plus loin en détail. L'enceinte 1 présente une symétrie de révolution par rapport à un axe X'X. Dans la suite de la description, on entend par symétrie de révolution, la surface obtenue par rotation d'une courbe ou d'une droite autour d'un axe.

Le canon à électrons comprend, dans l'enceinte étanche 1, un filament émissif 2 relié par des connecteurs enfichables 3, 4, et par des fils conducteurs 5, 6, à une haute tension négative $-V'$. Ce filament émissif a la forme d'une bobine dont l'axe correspond à l'axe X'X de l'enceinte. Le canon comprend aussi, coaxialement, une électrode de Wehnelt en deux parties 7, 8, qui entourent le filament 2, et qui présente une symétrie de révolution par rapport à l'axe X'X. Cette électrode de Wehnelt comporte une première fente 9 circulaire, qui permet de concentrer les électrons au voisinage d'un plan P perpendiculaire à l'axe X'X et passant par la fente 9. Cette fente est située en regard du filament 2; la concentration des électrons est produite par le champ électrique apparaissant dans la fente lorsque l'électrode de Wehnelt 7 est alimentée par une haute tension négative $-V$; la valeur absolue de la tension $-V$ est légèrement supérieure à la valeur absolue de la tension $-V'$ alimentant le filament. Le dispositif comprend aussi une électrode 10 d'accélération des électrons; cette électrode entoure l'électrode de Wehnelt 7, 8 et elle présente aussi une symétrie de révolution par rapport à l'axe X'X de l'enceinte. Le potentiel de cette électrode peut être égal à celui de l'enceinte; dans la pratique, ce potentiel est celui d'une masse électrique de référence. L'électrode d'accélération 10 présente une deuxième fente circulaire 11, située en regard de la première fente 9. Le faisceau d'électrons émis par le filament, au voisinage du plan P, est représenté en 12. Les deux parties 7, 8 de l'électrode de Wehnelt sont reliées, par exemple par une tige filetée conductrice

13, solidaire de la partie 8 du Wehnelt.

Enfin, l'enceinte 1 est munie d'une fenêtre circulaire 14, fermée de façon étanche par une feuille métallique présentant une section en forme de gouttière, pénétrant vers l'intérieur de l'enceinte. Cette fenêtre est située en regard des fentes 9, 11; elle est transparente aux électrons. Les moyens de guidage, qui ne sont pas représentés sur cette figure, placent la matière à irradier autour de la fenêtre.

Les deux parties 7, 8 de l'électrode de Wehnelt forment deux troncs de cône qui présentent chacun une grande base et une petite base. Les grandes bases de ces troncs de cône sont respectivement référencées 16, 7, tandis que les petites bases sont respectivement référencées 18, 19 sur la figure. Les petites bases 18, 19 des deux troncs de cône sont situées en regard l'une de l'autre et elles sont espacées de manière à constituer la première fente 9. Ces deux troncs de cône comprennent respectivement des logements 20, 21 qui sont situés en regard l'un de l'autre, au voisinage de la première fente 9. Ces logements contiennent le filament émissif 2. Dans un mode de réalisation du dispositif, la première fente 9 peut être entourée sur le pourtour des petites bases 18, 19 de chacun des deux cônes, par une grille circulaire 22.

Les deux parties 7, 8 du Wehnelt sont reliées par la tige filetée 13 et par une tige 23, à la source de tension $-V$, à travers des éléments tels que 24, 25, d'un isolateur. Les fils de connexion 5, 6 du filament traversent un alésage 26 de la tige 23 puis l'élément 25 de l'isolateur, pour être reliés à la source de tension $-V'$. Il est bien évident que le vide régnant à l'intérieur de l'enceinte 1, les traversées des conducteurs 5, 6 et 27 sont étanches. De manière connue dans l'état de la technique, les éléments 24 de l'isolateur sont séparés par des rondelles conductrices 28, reliées par des résistances 29 permettant de rendre équipotentiels les différents éléments de l'isolateur. L'enceinte étanche 1 peut être fermée par un couvercle étanche 30. Ce couvercle amovible permet d'accéder à l'intérieur de l'enceinte, de manière par exemple, à remplacer le filament 2 en cas de destruction de celui-ci.

Les figures 2 à 5 représentent différents modes de réalisation qui permettent de placer la matière à irradier sur le parcours du faisceau électronique produit dans un plan P, passant par la fenêtre 14. Sur ces figures, on a désigné par la référence C le canon à électrons. L'enceinte contenant les divers éléments du canon est représentée par la référence 1, et la fenêtre par la référence 14.

Dans le premier mode de réalisation des moyens de guidage, représenté sur la figure 2, ces moyens comprennent une gaine annulaire creuse 31 à deux parois concentriques 31a, 32b. La matière à irradier circule entre ces deux parois, comme indiqué par les flèches sur la figure. Cette matière peut être un liquide ou un gaz, ou même un solide en poudre. La paroi interne 31 de la gaine peut être constituée au moins partiellement par la surface externe de l'enceinte étanche 1, et par la feuille métallique qui ferme la fenêtre 14. Dans ces conditions, les matières à irradier reçoivent directement le faisceau électronique émis dans le plan P.

Dans le deuxième mode de réalisation représenté sur la figure 3, le canon à électrons C est placé dans une trémie 33 dont la partie supérieure présente par exemple une forme évasée, favorisant la réception des matières à irradier. Ces matières sont en contact direct avec la feuille métallique qui ferme la fenêtre 14 de l'enceinte 1.

Dans ces deux modes de réalisation des moyens de guidage, la pression à l'extérieur de l'enceinte est généralement voisine de la pression atmosphérique. Si l'on désigne par A la pression atmosphérique, par ρ le rayon de courbure de la fenêtre et par P la pression de la matière circulant au voisinage de la fenêtre, il est possible d'écrire $P=A/\rho$, avec $A=\sigma \cdot \epsilon$. Dans cette dernière relation, σ désigne la limite de rupture du métal constituant la fenêtre et ϵ l'épaisseur de la feuille métallique fermant la fenêtre.

Si la pression P de la matière à irradier est de l'ordre de quelques bars, et si la fenêtre est formée d'une feuille de titane d'épaisseur 20 microns, le rayon de courbure ρ de cette fenêtre ne dépasse pas quelques centimètres.

La figure 4 représente un troisième mode de réalisation des moyens de guidage de la matière à irradier. Dans ce mode de réalisation, ces moyens de guidage sont constitués par un ensemble 34 qui permet de déplacer la matière irradier, de manière à l'amener à circuler en regard de la fenêtre 14. Dans le cas où des objets 35 sont à irradier, ces moyens de guidage sont constitués par exemple par un tapis roulant ou une chaîne.

Enfin, la figure 5 représente un quatrième mode de réalisation des moyens de guidage de la matière à irradier. Dans ce mode de réalisation, la matière à irradier se présente sous la forme d'une bande 36, enroulée pour former un rouleau 37 ayant la largeur du ruban. Les moyens de guidage comprennent ici un moteur 37 entraînant un axe 38 sur lequel vient s'enrouler le ruban 36 après son irradiation par le canon à électrons C. Le ruban circule dans le sens de la longueur, comme indiqué par les flèches; les moyens de guidage comprennent des guides 39, 40, 41, 42 qui permettent au ruban de former un fourreau autour de la fenêtre 14 et de l'enceinte 1, en le repliant autour de cette enceinte, dans la direction de la largeur du ruban. Le ruban est ainsi déroulé autour de l'axe 42 et enroulé autour de l'axe 38. La pièce 43 sert au maintien du dispositif.

Revendications

1. Dispositif d'irradiation de matière par un faisceau électronique comprenant un canon à électrons et des moyens de guidage pour placer la matière sur le parcours du faisceau, caractérisé en ce que le canon à électrons comprend, dans une enceinte étanche (1) ayant une forme présentant une symétrie de révolution par rapport à un axe (X'X), un filament (2) émissif d'électrons situé dans l'axe de l'enceinte (1) et, coaxialement, une électrode de Wehnelt (7, 8) entourant le filament (2), présentant une symétrie de révolution par rapport audit axe (X'X) et comprenant une première fente circulaire (9) de concentration des électrons au voisinage d'un plan

(P) perpendiculaire à l'axe et passant par la première fente (9) qui est située en regard du filament (2), au moins une électrode (10) d'accélération des électrons entourant l'électrode de Wehnelt (7, 8), présentant une symétrie de révolution par rapport audit axe et comprenant une deuxième fente circulaire (11) située en regard de la première fente (9), l'enceinte (1) comprenant une fenêtre circulaire (14) fermée de façon étanche et transparente aux électrons, cette fenêtre étant située en regard des deux fentes (9, 11), les moyens de guidage plaçant la matière à irradier autour de la fenêtre (14).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode de Wehnelt comprend deux troncs de cône (7, 8) présentant chacun une grande base et une petite base circulaires perpendiculaires à l'axe (X'X), les petites bases respectives (18, 19) des deux troncs de cône étant situées en regard l'une de l'autre et étant espacées pour constituer ladite première fente (9), les troncs de cône (7, 8) comprenant des logements (20, 21) situés en regard et au voisinage de la première fente (9) et contenant ledit filament (2).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite fenêtre (14) est fermée par une feuille métallique (15) présentant une section en forme de gouttière, pénétrant vers l'intérieur de l'enceinte (1).

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la première fente (9) est entourée sur le pourtour des petites bases (18, 19) de chacun des deux cônes (7, 8) par une grille circulaire (22).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de guidage comprennent une gaine creuse annulaire (31) à deux parois concentriques (32a, 32b) entourant ladite fenêtre (14), la matière à irradier circulant dans cette gaine.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que l'une des parois de la gaine est constituée partiellement par la surface externe de l'enceinte (1) étanche et par la feuille (15) fermant la fenêtre.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de guidage comprennent une trémie (33) entourant le canon (C) et dans laquelle circule la matière à irradier.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de guidage comprennent un ensemble de déplacement (34) de la matière à irradier pour l'amener à circuler en regard de ladite fenêtre (14).

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la matière à irradier se présente sous la forme d'une bande (36) enroulée pour former un rouleau ayant la largeur du ruban, les moyens de guidage comprenant des moyens (39, 40, 41, 42) pour dérouler ce ruban en le faisant circuler dans la direction de sa longueur et pour qu'il forme un fourreau autour de la fenêtre (14), en le repliant dans la direction de sa largeur.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestrahlung von Materie mit einem Elektronenstrahl, enthaltend eine Elektronenkanone und Führungseinrichtungen, um die Materie in den Strahlengang zu bringen, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronenkanone in einer dichten Umhüllung (1) von drehsymmetrischer Form in bezug auf eine Achse (X'X) eine Elektronenabgabewendel (2) enthält, die in der Achse der Umhüllung (1) angeordnet ist, und coaxial dazu eine Wehnelt Elektrode (7, 8), die die Wendel (2) umgibt und eine in bezug auf die genannte Achse (X'X) drehsymmetrische Form hat und einen ersten Ringspalt (9) aufweist, um die Elektronen auf die Nachbarschaft einer Ebene (P) zu konzentrieren, die senkrecht zur Achse liegt und durch den ersten Spalt (9) läuft, der der Wendel (2) gegenüberliegt, wobei wenigstens eine Elektrode (10) zur Beschleunigung der Elektronen die Wehnelt Elektrode (7, 8) umgibt und eine drehsymmetrische Form in bezug auf die genannte Achse aufweist und einen zweiten kreisförmigen Spalt (11) aufweist, der gegenüber dem ersten Spalt (9) angeordnet ist, wobei die Umhüllung (1) ein kreisförmiges Fenster (14) aufweist, das dicht verschlossen und für Elektronen transparent ist und gegenüber den zwei Spalten (9, 11) liegt, wobei die Führungseinrichtungen die zu bestrahlende Materie um das genannte Fenster (14) anordnen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wehnelt Elektrode zwei Kegelstumpfe (7, 8) aufweist, die jeweils eine kreisförmige große Basis und eine kreisförmige kleine Basis senkrecht zu der Achse (X'X) aufweisen, wobei die kleinen Basen (18, 19) der zwei Kegelstumpfe einander gegenüberstehen und einen Abstand aufweisen, um den genannten ersten Spalt (9) zu bilden, und daß die Kegelstumpfe (7, 8) Ausnehmungen (20, 21) aufweisen, die dem genannten ersten Spalt (9) benachbart gegenüberstehen und die genannte Wendel (2) enthalten.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Fenster (14) von einer metallischen Folie (15) verschlossen ist, die einen Querschnitt in Form einer Rinne aufweist, die gegen das Innere der Umhüllung (1) vorsteht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Spalt (9) an dem Umfang der kleinen Basen (18, 19) der beiden Kegelstumpfe (7, 8) von einem ringförmigen Gitter (22) umgeben ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungseinrichtungen eine ringförmige hohle Hülse (31) mit zwei konzentrischen Wänden (32a, 32b) aufweisen, die das genannte Fenster (14) umgeben, wobei die zu bestrahlende Materie durch diese Hülse zirkuliert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Wände der genannten Hülse teilweise von der Außenfläche der dichten Umhüllung (1) und von der das Fenster verschließenden Folie (15) gebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungseinrichtungen einen Trichter (33) aufweisen, der die Kano-

ne (C) umgibt und in dem die zu bestrahlende Materie zirkuliert.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungseinrichtungen eine Verstelleinrichtung (34) für die zu bestrahlende Materie aufweisen, um sie gegenüber dem genannten Fenster (14) um die Vorrichtung herumzuführen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die zu bestrahlende Materie in Form eines Bandes (36) darstellt, das aufgerollt ist, um einen Wickel zu bilden, der die Breite des Bandes aufweist und daß die Führungseinrichtungen Mittel (39, 40, 41, 42) zum Abrollen dieses Bandes und zum Fortführen in seiner Längsrichtung und zum Ausbilden einer Schlinge um das Fenster (14) durch Umbiegen des Bandes in seiner Breitenrichtung aufweisen.

Claims

1. Apparatus for irradiating material by an electron beam incorporating an electron gun and guidance means for placing the material on the path of the beam, characterized in that the electron gun comprises, in a tight enclosure (1) having a shape with a symmetry of revolution relative to an axis (X'X), an emissive electron filament (2) located in the axis of the enclosure (1) and coaxially a Wehnelt electrode (7, 8) surrounding the filament (2) and having a symmetry of revolution with respect to said axis (X'X) and having a first circular slot (9) for concentrating electrons in the vicinity of the plane (P) perpendicular to the axis and passing through the first slot (9) positioned facing the filament (2), at least one electron accelerating electrode (10) surrounding the Wehnelt electrode (7, 8) and having a symmetry of revolution relative to said axis and having a second circular slot (11) facing the first slot (9), the enclosure (1) having a circular window (14), which is tightly closed and transparent to electrons, said window facing the two slots (9, 11), the guidance means placing the material to be irradiated around the window (14).

2. Apparatus according to claim 1, characterized in that the Wehnelt electrode comprises two truncated cones (7, 8), each having a circular large base and a circular small base perpendicular to the axis (X'X), the respective small bases (18, 19) of the two truncated cones facing one another and being spaced to form the first slot (9), the truncated cones (7, 8) having recesses (20, 21) facing and in the vicinity of the first slot (9) and containing said filament (2).

3. Apparatus according to claim 2, characterized in that the said window (14) is closed by a metal sheet (15) having a trough-like section and penetrating towards the interior of the enclosure (1).

4. Apparatus according to claim 2, characterized in that the first slot (9) is surrounded by a circular grid (22) on the circumference of the small bases (18, 19) of each of the two cones (7, 8).

5. Apparatus according to any one of the claims 1 to 4, characterized in that the guidance means incorporate an annular hollow sheath (31) with two con-

centric walls (32a, 32b) surrounding said window (14), the material to be irradiated circulating in said sheath.

6. Apparatus according to claim 5, characterized in that one of the sheath walls is partly constituted by the outer surface of the tight enclosure (1) and by the sheet (15) closing the window.

7. Apparatus according to any one of the claims 1 to 4, characterized in that the guidance means incorporate a funnel (33) surrounding the gun (C) and in which the material to be irradiated circulates.

8. Apparatus according to one of the claims 1 to 4, characterized in that the guidance means incorporate a system (34) for displacing the material to be irradiated, so as to make it circulate in front of the window (14).

9. Apparatus according to any one of the claims 1 to 4, characterized in that the material to be irradiated is in the form of a belt or tape (36) wound to form a reel having the width of said belt or tape, the guidance means (39, 40, 41, 42) incorporating means for unwinding the tape by making it circulate in the direction of its length and so that it forms a sleeve round the window (14), by folding it in the direction of its width.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

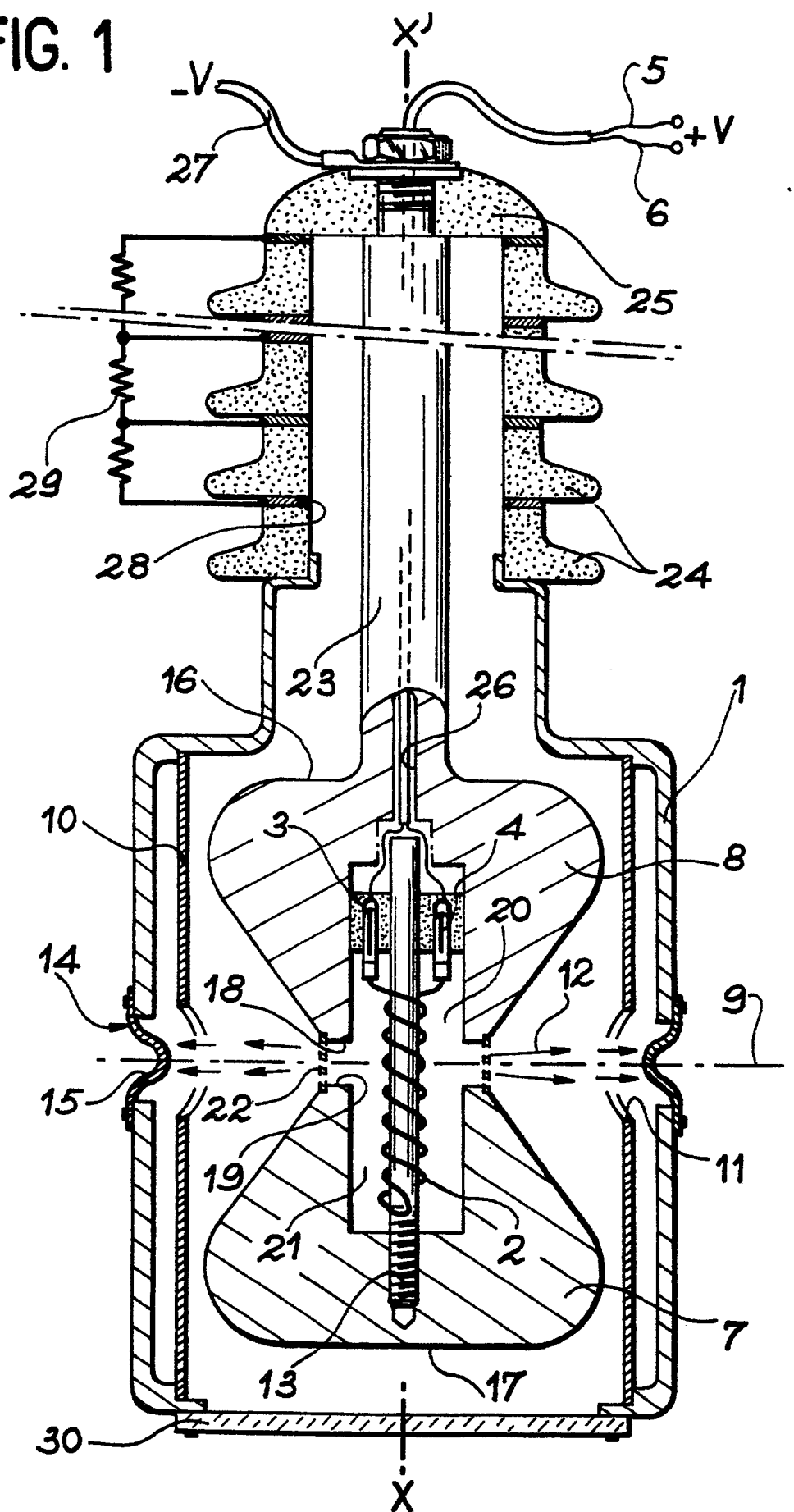
50

55

60

65

FIG. 1



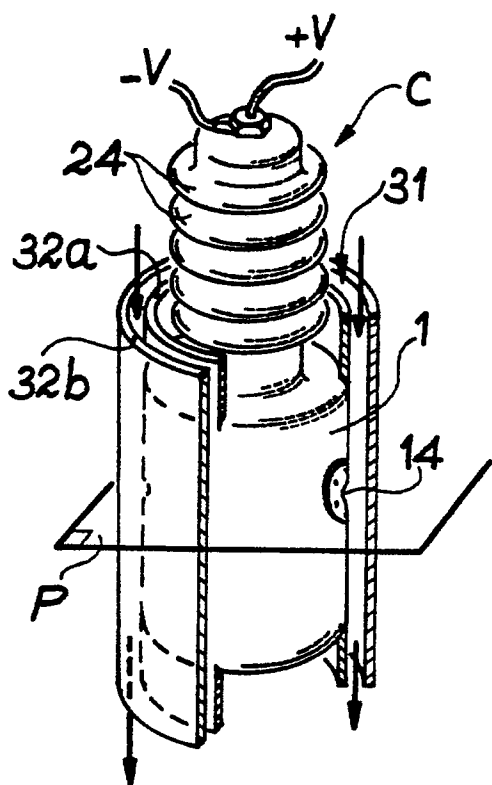


FIG. 2

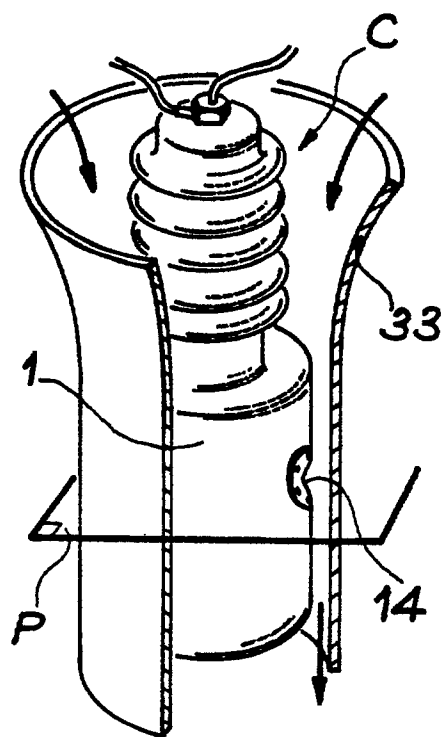


FIG. 3

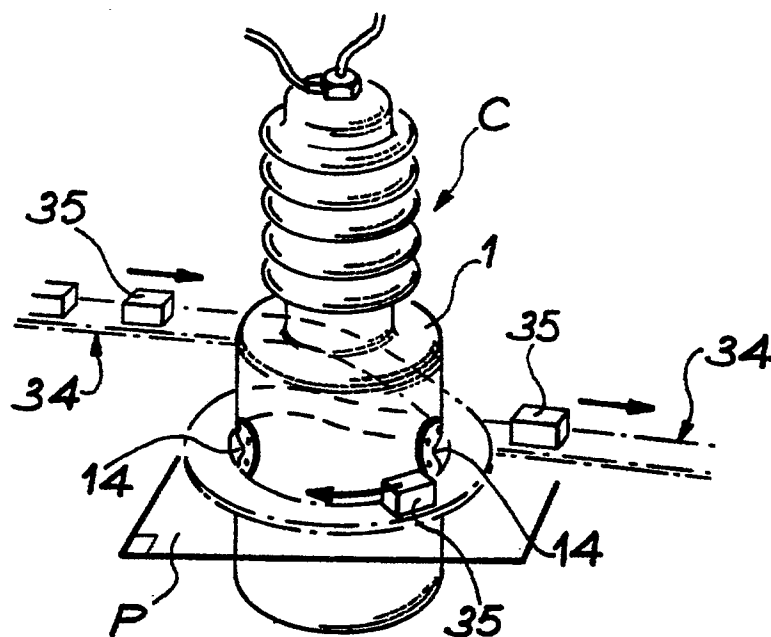


FIG. 4

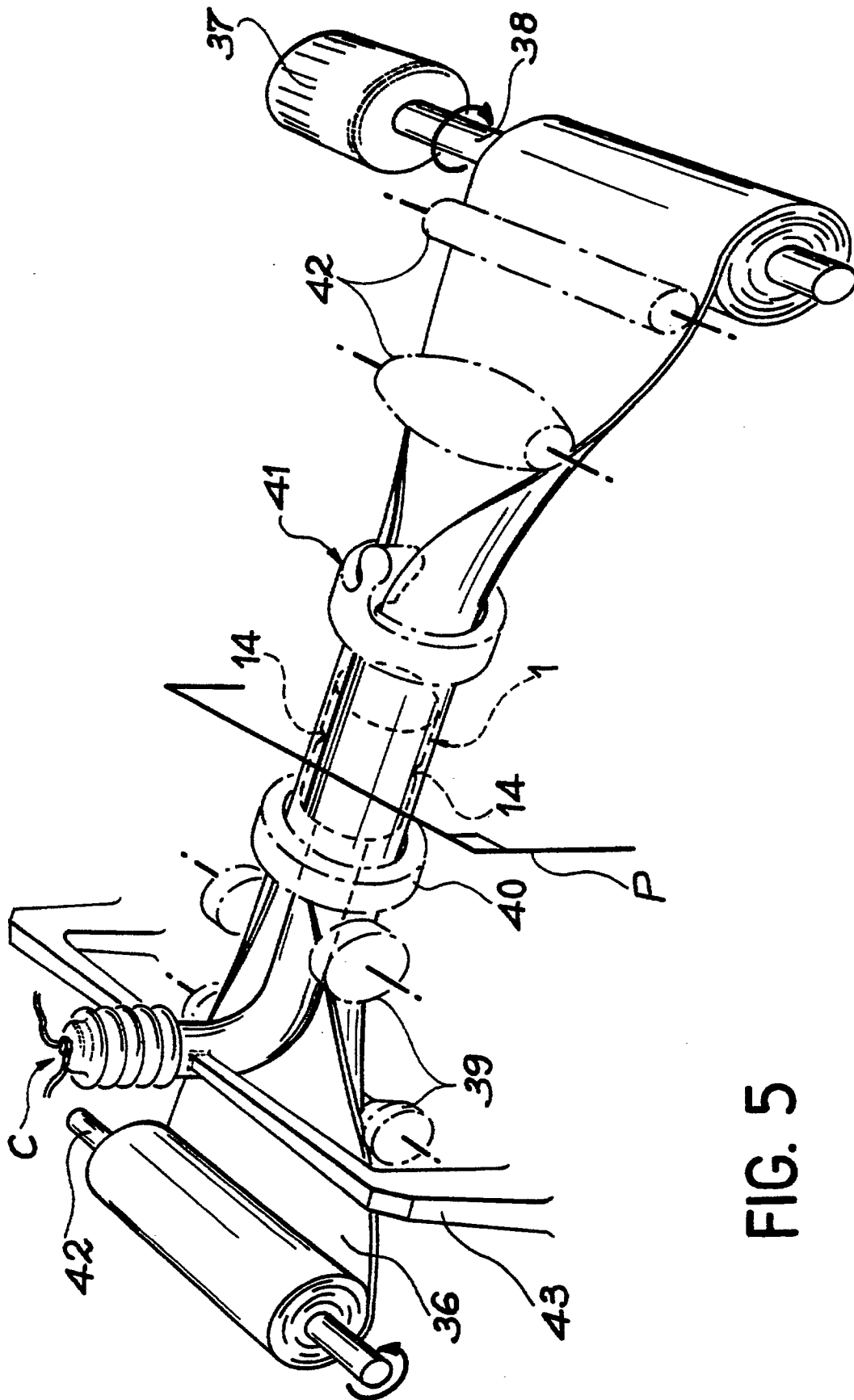


FIG. 5