

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 26130

(54) Dispositif pour irradier des objets par électrons.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 05 H 7/00; B 01 J 19/12.

(22) Date de dépôt..... 9 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 23 du 11-6-1982.

(71) Déposant : DMITRIEV Stanislav Petrovich, IVANOV Andrei Sergeevich, SVINIIN Mikail Pavlovich et FEDOTOV Mikhail Tikhonovich, résidant en URSS.

(72) Invention de : Stanislav Petrovich Dmitriev, Andrei Sergeevich Ivanov, Mikhaïl Pavlovich Svinin et Mikhaïl Tikhonovich Fedotov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

- 1 -

Dispositif pour irradier des objets par électrons

La présente invention concerne les accélérateurs et plus particulièrement les dispositifs pour irradier des objets par électrons.

Pour irradier des objets par des particules chargées, y compris par des électrons, par exemple dans une installation de traitement chimique des matériaux par irradiation, il faut obtenir un champ d'irradiation d'étendue importante, au moins égale à la largeur de l'objet à irradier. Le traitement de toute la surface de l'objet est obtenu en le déplaçant dans le sens de sa longueur sous le champ d'irradiation.

De plus, pour doter toutes les parties de la surface de l'objet à irradier de propriétés identiques, le champ d'irradiation doit être homogène, c'est-à-dire qu'il faut obtenir une répartition uniforme de l'énergie des particules chargées sur toute la surface de l'objet à irradier pour que la profondeur de pénétration des particules chargées dans la matière de l'objet à irradier soit toujours la même.

On connaît bien des dispositifs destinés à irradier des objets par des électrons, dans lesquels on base la formation de champs étendus d'irradiation sur le balayage à l'aide d'un faisceau d'électrons, c'est-à-dire sur le déplacement d'un faisceau de faible section transversale sur la surface à irradier en le déviant par un champ, magnétique le plus souvent, modulé dans le temps. Dans les dispositifs de ce type, la largeur limite de l'objet à irradier dépend de la dimension verticale de la chambre à vide du dispositif. Ainsi, pour balayer un faisceau électronique sur 1 mètre par exemple, la dimension verticale de la chambre à vide doit être égale à 2 mètres environ, cette dimension augmente considérablement quand on augmente encore la largeur des objets à irradier. D'autre part, une augmentation de l'amplitude de déflexion du faisceau électronique à hauteur constante de la chambre à vide se traduit par une irrégularité d'irradiation des objets suivant leur largeur, du fait que l'angle d'incidence des électrons

sur l'objet dans les positions extrêmes du faisceau diffère sensiblement de l'angle droit, correspondant à la trajectoire dudit faisceau quand il se trouve en position médiane.

5 On connaît un dispositif pour irradier des objets par des électrons (demande de brevet DE N° 2901056) qui comporte un formateur de faisceau d'électrons, un électro-aimant défecteur à circuit magnétique en forme de cadre pour diriger le faisceau électronique vers l'ob-
10 jet à irradier pratiquement sous un angle de 90° et une chambre à vide pour amener le faisceau d'électrons du formateur vers la surface de l'objet à irradier à travers l'électro-aimant, puis à travers la fenêtre de sortie de la chambre à vide. L'électro-aimant défecteur peut être
15 disposé à l'intérieur de la chambre à vide ou être à l'extérieur de celle-ci et l'entourer. L'électro-aimant comprend plusieurs bobinages placés sur ses pièces polaires ou pôles et décalés géométriquement l'un par rapport à l'autre le long des pôles. Les bobinages de l'électro-aimant sont
20 branchés tour à tour sur une source d'alimentation par l'intermédiaire d'un commutateur, grâce à quoi le champ de l'électro-aimant se déplace suivant une ligne équidistante de la surface de l'objet à irradier.

 Le dispositif selon cette demande de brevet supprime les inconvénients propres aux dispositifs utilisant le
25 balayage du faisceau; il peut notamment assurer l'obtention d'un champ homogène d'irradiation pratiquement de toute étendue sans augmenter la hauteur, grâce au fait que le formateur de faisceau électronique et la chambre à vide sont
30 disposés horizontalement. Mais le fonctionnement de l'électro-aimant défecteur en régime de champ alternatif amène les complications constructives suivantes :

- nécessité d'utiliser un circuit magnétique feuilleté pour l'électro-aimant défecteur;
- 35 - nécessité d'utiliser un circuit spécial de commutation des bobinages de l'électro-aimant sur la source d'alimentation avec emploi d'un circuit approprié de commande du commutateur;

- en cas de disposition de l'électro-aimant déflecteur à l'extérieur de la chambre à vide, celle-ci doit, soit avoir des parois suffisamment minces (0,3 à 0,5 mm) en acier inoxydable, parois qui doivent être gaufrées à la manière d'un soufflet en vue d'assurer la rigidité mécanique, soit être réalisée en matériau diélectrique, en céramique par exemple;

- en cas de disposition de l'électro-aimant déflecteur à l'intérieur de la chambre à vide, il est nécessaire de minimiser le niveau de dégagement des gaz du circuit magnétique feuilleté de l'électro-aimant et de ses bobinages dans le volume de la chambre à vide, ce qui conduit à enrober les pièces mentionnées dans un composé époxy ou un autre composé à charge minérale dégageant peu de gaz.

La présente invention vise à réaliser un dispositif pour irradier des objets par des électrons, comprenant un formateur de faisceau électronique et un électro-aimant déflecteur, dispositif de construction simple et permettant cependant d'irradier uniformément des objets plats de n'importe quelle largeur rencontrée en pratique.

Dans ce but, l'invention propose un dispositif pour irradier des objets par des électrons comprenant un formateur de faisceau électronique et un électro-aimant déflecteur à circuit magnétique en forme de cadre destiné à diriger le faisceau électronique vers la surface de l'objet à irradier sous un angle sensiblement égal à 90° caractérisé en ce que ledit formateur de faisceau électronique est réalisé de façon à fournir un faisceau en forme de ruban et en ce que ledit électro-aimant déflecteur possède deux pôles d'étendue sensiblement égale à la largeur de l'objet à irradier et comporte deux bobinages, qui entourent lesdits pôles et sont alimentés par une source de courant continu, l'électro-aimant déflecteur étant placé de telle sorte que les trajectoires des électrons dans la zone entre le formateur et l'électro-aimant déflecteur soient inclinées par rapport au plan du cadre de son circuit magnétique.

L'électro-aimant déflecteur bipolaire, dont les

pôles ont une longueur correspondant à la largeur de l'objet à irradier et dont les bobinages sont disposés par rapport aux pôles comme indiqué précédemment, assure l'obtention d'un champ magnétique homogène et stationnaire dans son ouverture, grâce à quoi tous les électrons du faisceau vont être dirigés vers l'objet à irradier sous le même angle, si bien que le champ d'irradiation sera homogène sur toute la largeur de l'objet à irradier. Du fait que le plan du cadre du circuit magnétique de l'électro-aimant est incliné par rapport aux trajectoires des électrons entrant dans le champ créé par l'électro-aimant, c'est-à-dire à l'axe longitudinal du formateur, le faisceau électronique en forme de ruban de largeur initiale assuré par le formateur, se transforme en faisceau de largeur accrue en conservant une homogénéité satisfaisante de répartition des électrons suivant la section du faisceau, de sorte qu'on réussit, pour une hauteur raisonnable du dispositif, à obtenir un champ d'irradiation relativement étendu.

Dans le dispositif proposé, la construction de certains ensembles, tels que la chambre à vide et l'électro-aimant déflecteur est simple. On peut utiliser en tant que chambre à vide une chambre à vide classique à paroi épaisse; le circuit magnétique de l'électro-aimant peut être entièrement métallique. Le circuit d'alimentation de l'électro-aimant est, lui aussi, simple.

Selon une variante de réalisation de l'invention, le formateur de faisceau électronique comporte un canon électronique à cathode étendue et un tube accélérateur assurant l'accélération du faisceau électronique en forme de ruban.

Dans ce cas, le faisceau électronique en forme de ruban est formé par un nombre minimal d'éléments constituant le formateur.

Selon une autre variante de réalisation de l'invention, le formateur de faisceau électronique comprend un canon électronique à cathode à pointe, un tube accélérateur, un électro-aimant de balayage du faisceau électro-

- 5 -

nique et un électro-aimant de correction disposé en aval dudit électro-aimant de balayage dans le sens du mouvement des électrons et servant à orienter les trajectoires des électrons dans le sens coïncidant avec celui de leur
5 propagation à la sortie du tube accélérateur.

Dans ce cas, on peut utiliser, dans le formateur de faisceau électronique, des éléments dont la technologie de fabrication est bien connue en technique des accélérateurs.

10 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit d'exemples de réalisation ; la description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue de côté d'un
15 dispositif pour irradier des objets par des électrons conforme à l'invention, la chambre à vide et l'électro-aimant défecteur étant en coupe partielle ;

- la figure 2 représente une vue en plan du dispositif de la figure 1 ;

20 - la figure 3 représente une variante de réalisation du formateur de faisceau électronique faisant partie du dispositif illustré sur les figures 1 et 2 ; et

- la figure 4 montre une autre variante de réalisation du formateur de faisceau électronique du dispositif représenté sur les figures 1 et 2.
25

Le dispositif montré en figure 1 destiné à irradier des objets par des électrons comporte un formateur 1 de faisceau électronique relié, par l'intermédiaire d'un conduit à électrons 2, à une chambre à vide
30 3 munie d'une fenêtre de sortie 4 constituée par une feuille fixée sur la chambre à vide 3 à l'aide d'une bride 5. Sous la fenêtre de sortie 4 se trouve l'objet 6 que l'on veut irradier par des électrons, constitué par exemple par une pellicule, du vernis de revêtement
35 ou du tissu. Selon l'invention, le formateur 1, comme on va le montrer plus loin, assure d'une façon ou d'une autre l'obtention d'un faisceau électronique 7 en forme de ruban, c'est-à-dire un faisceau dont la section transversale a une de ses dimensions beaucoup supérieure à

- 6 -

l'autre. Sur la figure 1, la grande dimension de la section transversale du faisceau électronique se trouve dans le plan du dessin, tandis que la petite dimension est dans le plan perpendiculaire au plan du dessin.

- 5 Sur la figure 1, le formateur 1 de faisceau électronique n'est représenté que de façon schématique, c'est-à-dire que l'on a omis ses éléments constitutants au moyen desquels on obtient la formation d'un faisceau électronique en forme de ruban. Le faisceau 7 représenté diverge faiblement dans le plan vertical, ce qui correspond soit au cas le plus courant de formation de faisceaux électroniques, y compris de ceux en forme de ruban, dans lesquels la divergence naturelle n'est pas éliminée, soit au cas du balayage d'un faisceau électronique focalisé sur un faible angle ($\pm 5^\circ$).
- 10
- 15

- Le dispositif comporte en outre un électro-aimant défecteur 8, à circuit magnétique 9 en forme de cadre, qui entoure la chambre à vide 3 et sert à diriger le faisceau électronique 7 formé par le formateur 1 vers l'objet à irradier 6 sous un angle de 90° . Selon l'invention, l'électro-aimant défecteur 8 est disposé de telle manière que les trajectoires des électrons dans l'espace entre le formateur 1 et l'électro-aimant défecteur 8 soient inclinées par rapport au plan du cadre du circuit magnétique 9 de ce dernier.
- 20
- 25
- L'électro-aimant défecteur 8 possède deux pièces polaires ou pôles 10 et 11 (figure 2) disposés le long des grands côtés du circuit magnétique 9 et deux bobinages 12 et 13, qui entourent respectivement les pôles 10 et 11 et sont reliés électriquement entre eux en série de façon que leurs polarités s'accordent. Les bobinages 12 et 13 sont branchés sur une source 14 (figure 1) de courant continu. La longueur des pôles 10 et 11 (figure 2) doit dépasser légèrement la largeur maximale que peut avoir l'objet à irradier 6.
- 30
- 35

L'électro-aimant défecteur 8 est représenté sur la figure 2 avec des pôles 10 et 11 saillants mais il est évident qu'ils peuvent être également non

- 7 -

saillants, c'est-à-dire que le circuit magnétique 9 peut être réalisé sans dépassement vers l'intérieur. Les pôles de l'électro-aimant 8 seront alors formés par les portions de l'électro-aimant 9 emprisonnées dans
5 chacun des bobinages 12 et 13.

La figure 3 montre une variante de réalisation du dispositif proposé où l'électro-aimant déflecteur 8 est représenté conventionnellement sous forme d'un rectangle délimitant la zone du champ magnétique qu'il crée, les
10 lignes de force dudit champ magnétique étant perpendiculaires au plan du dessin et désignées par des croix. Selon cette variante de réalisation de l'invention, le formateur 1 de faisceau électronique comprend un canon à électrons 15 à cathode incandescente étendue 16
15 alimentée en courant de chauffage par l'intermédiaire de bornes 17. Le canon à électrons 15 est disposé à l'intérieur d'une électrode 18 à haute tension, associée à un tube accélérateur 19 et reliée électriquement, par l'intermédiaire d'un isolateur de traversée 20 et d'une borne 21, à une source (non représentée) de tension accélératrice. Le tube accélérateur 19 et le canon à électrons 15 sont installés à l'intérieur d'une enceinte étanche 22 remplie d'une substance isolante, d'huile pour transformateurs par exemple.

25 La configuration de la structure accélératrice du tube accélérateur 19, constituée d'électrodes 23 et d'isolateurs 24, est réalisée en section perpendiculaire au faisceau 7 de façon telle qu'elle accélère le faisceau 7 en forme de ruban à trajectoires d'électrons pratiquement parallèles créé par la cathode étendue 16.

La figure 4 montre une autre variante de réalisation du dispositif proposé, dans lequel le formateur 1 de faisceau électronique est composé
35 d'un canon à électrons 25 à cathode à pointe 26 et d'un tube accélérateur 27 ayant une configuration d'électrodes d'accélération 28 et d'isolateurs 29 capable d'accélérer le faisceau électronique créé par la cathode à pointe 26, qui est focalisé dans

- 8 -

la section transversale. Autrement dit, le tube accélérateur 27 représente dans ce cas un type bien connu de tube accélérateur à électrodes d'accélération et isolateurs annulaires, largement utilisé dans la technique des accélérateurs. Afin de simplifier le dessin de la figure 4, une partie de la chambre à vide 3 ainsi que l'électro-aimant déflecteur et l'objet à irradier n'y sont pas représentés.

Le formateur 1 de faisceau électronique comporte en outre un électro-aimant de balayage 30 placé sur le conduit à électrons 2 et un électro-aimant de correction 31 disposé en aval de l'électro-aimant de balayage 30 dans le sens de mouvement des électrons. Les bobinages 32 de l'électro-aimant de balayage 30 sont reliés à un générateur 33 de courant de balayage. L'électro-aimant de correction 31 a deux paires 34 et 35 de pôles cunéiformes et des bobinages 36 et 37 qui sont connectés électriquement entre eux en série et en opposition et branchés sur une source 38 de courant continu. L'électro-aimant de correction 31 sert à changer la direction de mouvement des électrons déviés par l'électro-aimant de balayage 30 de telle manière que les trajectoires de tous les électrons dans le faisceau 7 soient parallèles à leur trajectoire initiale à la sortie du tube accélérateur 27.

Le dispositif proposé fonctionne comme suit.

Le formateur 1 (figure 1) fournit un faisceau d'électrons 7 en forme de ruban, divergeant faiblement dans le plan vertical. Le courant de la source 14 circulant dans les bobinages 12 et 13 de l'électro-aimant 8 crée dans l'espace interpolaire un champ magnétique homogène stationnaire dont les lignes de force traversent la chambre à vide dans la direction perpendiculaire au plan du faisceau électronique 7. La direction des lignes de force du champ de l'électro-aimant 8 est indiquée sur la figure 2 par des flèches.

- 9 -

Les électrons pénétrant dans ce champ magnétique circulent suivant une circonférence dont le rayon est déterminé par leurs énergies et par l'intensité du champ magnétique et ils sont déviés de leurs trajectoires initiales en direction de l'objet à irradier 6, l'uniformité de répartition des électrons suivant la section du faisceau 7 restant au même niveau que dans le faisceau initial en forme de ruban produit par le formateur 1. En réglant le courant d'excitation qui circule dans les bobinages 12 et 13 de l'électro-aimant 8, pour une largeur donnée de ses pôles 10 et 11 (figure 2) et une énergie donnée des électrons, on peut faire que les trajectoires des électrons se trouvant au centre du faisceau 7 représenté sur la figure 1 atteignent l'objet à irradier 6 sous un angle d'incidence de 90° . Il est évident que dans le faisceau 7 la divergence des électrons demeure même après déviation par l'électro-aimant 8, ce qui a pour résultat que les électrons situés aux extrémités du faisceau 7 tombent sur l'objet à irradier 6 sous un certain angle. Cependant, du fait que la divergence des trajectoires des électrons dans le faisceau ne dépasse pas $\pm 5^\circ$, cet angle est suffisamment petit et n'influence pratiquement pas la régularité d'irradiation des objets. Ainsi, on peut admettre, avec une précision suffisante en pratique, que les électrons sont dirigés vers l'objet à irradier sous un angle de 90° .

Grâce à la déviation des trajectoires des électrons par l'électro-aimant 8, le faisceau 7 en forme de ruban s'élargit, à partir d'une valeur relativement peu élevée, limitée par les particularités constructives des éléments du formateur 1, jusqu'à une valeur égale à la largeur de l'objet à irradier 6.

Dans la variante de réalisation du dispositif représenté sur la figure 3, le formateur 1 crée un faisceau électronique 7 en forme de ruban dans lequel les trajectoires des électrons sont pratiquement parallèles, la largeur du faisceau électronique 7 étant égale à la longueur de la cathode 16. Dans ce cas, toutes

- 10 -

les trajectoires des électrons sont inclinées d'un même angle par rapport au plan de l'ouverture de l'électro-aimant 8 et seront déviées de la même façon vers l'objet à irradier 6.

5 Le dispositif représenté sur la figure 4 fonctionne de façon analogue si ce n'est qu'à la sortie du tube accélérateur 27, il se forme un faisceau "liné-
aire", c'est-à-dire un faisceau focalisé en section
transversale, qui est balayé dans les limites de l'ouver-
10 ture de l'électro-aimant de correction 31 par un champ magnétique alternatif créé par l'électro-aimant de balayage 30. Entre les pôles de chacune des paires 34 et 35 de pôles de l'électro-aimant 31 est excité un champ magnétique stationnaire à intensité décroissante
15 vers le centre du faisceau, la direction des lignes de force du champ magnétique existant entre les pôles 34 étant opposée à celle des lignes de force du champ magnétique existant entre les pôles 35. Grâce à une telle configuration du champ de l'électro-aimant de
20 correction 31, les électrons éloignés du centre du faisceau sont déviés par l'électro-aimant 31 d'un angle plus grand ; d'autre part, ceux qui se trouvent des différents côtés du centre du faisceau sont déviés dans des directions différentes. De ce fait, les
25 trajectoires de tous les électrons qui ont traversé l'électro-aimant de correction 31 sont parallèles entre elles et parallèles à leurs trajectoires initiales à la sortie du tube accélérateur 27.

La présente invention est applicable dans la
30 technique du traitement chimique par irradiation pour réaliser des appareils mettant en oeuvre un grand nombre de procédés, tels que le traitement de pellicules de matériau polymère, de vernis de revêtement, de matières textiles, etc. L'invention permet de construire une
35 installation ayant de meilleures caractéristiques de poids et d'encombrement, ce qui permet de réaliser une cellule appropriée de protection biologique locale pour une telle installation et d'utiliser cette dernière sans

- 11 -

mesures spéciales dans des locaux de production où sont conduits des procédés non-irradiatifs.

Entre autres avantages du dispositif selon l'invention sur les dispositifs connus à destination analogue, on peut noter une combinaison de propriétés telles que : simplicité de construction et faible hauteur (1,5 m), ce qui simplifie considérablement l'exploitation du dispositif. Le dispositif est capable d'irradier des objets de n'importe laquelle des largeurs que l'on peut pratiquement rencontrer, avec une homogénéité de dose suffisante en pratique.

Revendications

1. Dispositif pour irradier des objets par électrons, comportant un formateur (1) de faisceau d'électrons et un électro-aimant déflecteur (8) à
5 circuit magnétique (9) en forme de cadre pour diriger le faisceau électronique vers l'objet à irradier sensiblement sous une incidence de 90° , caractérisé en ce que ledit formateur de faisceau électronique (1) fournit un faisceau électronique en forme de ruban et
10 en ce que ledit électro-aimant déflecteur (8) possède deux pôles d'étendue égale à la largeur de l'objet à irradier et comprend deux bobinages (12, 13) qui entourent les pôles et sont alimentés par une source de courant continu, l'électro-aimant déflecteur étant
15 disposé de telle manière que les trajectoires des électrons dans l'espace entre le formateur et l'électro-aimant déflecteur soient inclinées par rapport au plan du cadre de son circuit magnétique.

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le formateur de faisceau électronique comprend un canon électronique à cathode étendue
20 (16) et un tube accélérateur (19) assurant l'accélération du faisceau électronique en forme de ruban.

3. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le formateur de faisceau électronique comporte un canon électronique à cathode à
25 pointe (26), un tube accélérateur, un électro-aimant (30) de balayage du faisceau électronique et un électro-aimant de correction (31) disposé en aval dudit
30 électro-aimant de balayage dans la direction du mouvement des électrons et servant à orienter les trajectoires des électrons dans une direction coïncidant avec celle de leur mouvement à la sortie du tube accélérateur.

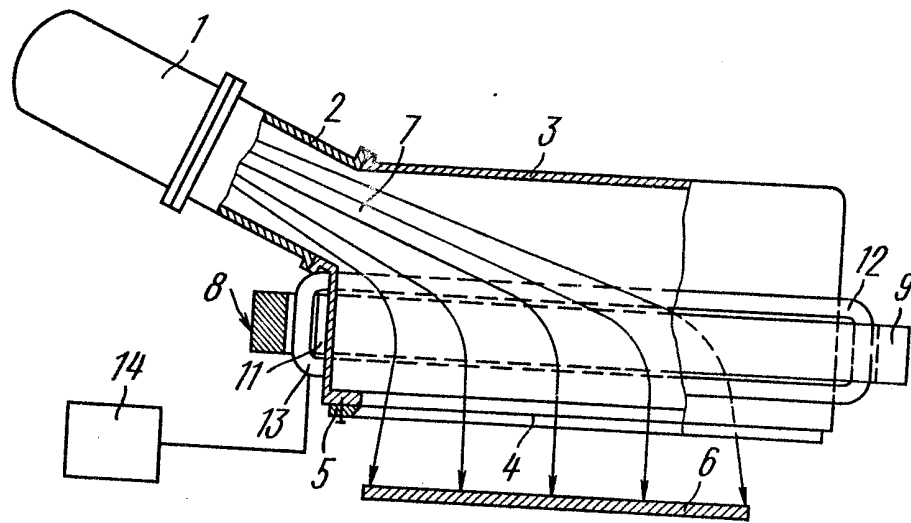


FIG. 1

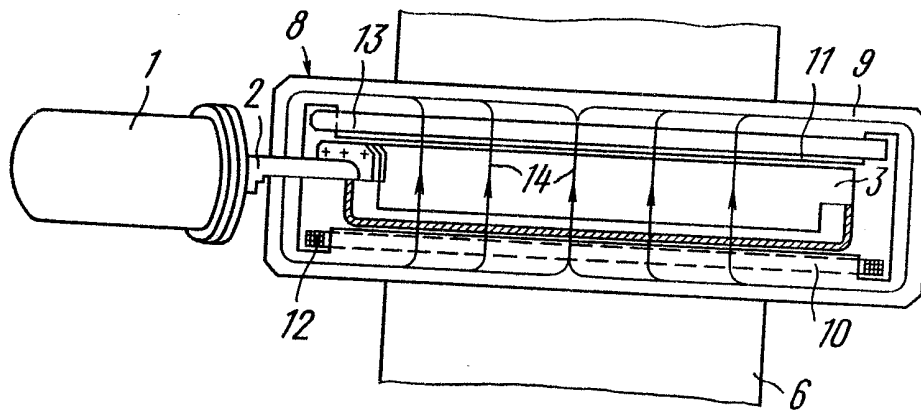


FIG. 2

