

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 26224

(54) Colonne isolante de support pour accélérateurs de haut voltage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 B 17/42; H 05 H 5/06.

(22) Date de dépôt..... 10 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 : REZVYKH Konstantin Anatolievich et ROMANOV Valentin Alexandrovich, résidant
en URSS.

(72) Invention de : Konstantin Anatolievich Rezvykh et Valentin Alexandrovich Romanov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

Colonne isolante de support pour accélérateurs
de haut voltage.

L'invention concerne les accélérateurs de haut voltage, et notamment, les colonnes isolantes de support
5 pour lesdits accélérateurs à l'aide desquelles leur sortie haute tension est maintenue dans l'espace au-dessus de la base, mise à la terre, de la colonne. La colonne isolante de support et la sortie haute tension sont d'habitude situées à l'intérieur d'une électrode, mise à la terre,
10 réalisée sous la forme d'une enceinte cylindrique coaxiale avec celles-ci et remplie d'un mélange gazeux isolant sous haute pression (dans l'exposé qui suit nommé "milieu isolant").

On connaît une colonne isolante de support
15 d'accélérateur de haut voltage comprenant des sections entre lesquelles est réparti le potentiel de travail, ces sections formant une zone à haut potentiel adjacente à la sortie haute tension de l'accélérateur, une zone à potentiel bas adjacente à la base mise à la terre de la
20 colonne et une zone située entre celles-ci. La surface extérieure des sections est formée d'électrodes d'écran faites sous la forme de cercles à section transversale ronde (voir, par exemple, le brevet US n° 3 424 929).

Du fait que la section transversale des électrodes
25 est ronde, l'extrémité à haut potentiel de la colonne présente une faible rigidité électrique, la colonne en entier étant un point faible de l'isolation de l'accélérateur et un des facteurs fondamentaux limitant le potentiel maximal de l'accélérateur. Comme un claquage
30 provenant de la colonne provoque les plus grandes surtensions sur les éléments de l'accélérateur, ce dernier a une fiabilité basse.

On a aussi proposé une colonne isolante de support pour accélérateur de haut voltage comprenant des sections entre lesquelles est réparti le potentiel de travail, ces sections constituant une zone à haut
5 potentiel adjacente à la sortie haute tension de l'accélérateur, une zone à potentiel bas adjacente à la base mise à la terre de la colonne et une zone située entre celles-ci, et ayant leur surface extérieure formée
10 transversale ovale orientée de façon que le grand axe de l'ovale soit parallèle à une tangente à la surface extérieure des sections (voir, par exemple, "Proceedings of the International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators", Daresbury, 1973, p. 91, 197).

15 Une telle réalisation des électrodes permet d'augmenter la rigidité électrique suivant le sens transversal seulement de 10 à 15%, la fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur restant donc encore faible. Dans la colonne susdite le milieu isolant s'utilise complètement
20 dans la zone à haut potentiel et insuffisamment dans les deux autres.

On connaît aussi une colonne isolante de support pour accélérateur de haut voltage comprenant des sections entre lesquelles est réparti le potentiel de
25 travail et qui forment une zone à haut potentiel adjacente à la sortie haute tension de l'accélérateur, une zone à potentiel bas adjacente à la base mise à la terre de la colonne et une zone située entre celles-ci, la surface extérieure des sections étant formée d'électrodes d'écran
30 sous forme de cercles ayant dans au moins une zone la section transversale ovale orientée de façon que l'un des sommets aigus de l'ovale soit dirigé vers l'intérieur de la colonne, et l'autre vers l'extérieur, alors que le grand axe de l'ovale traversant ce deuxième sommet forme
35 avec une tangente à la surface extérieure des sections un

angle à compter à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne (voir, par exemple, "Nuclear Instruments and Methods", 1980, v. 171, p. 219-222).

Une telle réalisation des électrodes permet
5 d'augmenter seulement de 10% la rigidité électrique de la colonne isolante de support suivant le sens transversal. La colonne susdite reste le point plus faible dans l'isolation de l'accélérateur comparativement à la sortie haute tension, et la fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur n'augmente donc que de peu.
10

En outre, l'espacement entre les sections voisines de la colonne susdite, formé entre les surfaces des électrodes ayant une grande courbure, présente une rigidité électrique diminuée, ce qui empêche d'arriver simultanément à
15 une haute rigidité électrique de la colonne suivant les sens longitudinal et transversal.

Indépendamment des modifications constructives des électrodes dans toutes les conceptions décrites des colonnes une élévation du potentiel de travail de l'accélérateur est en principe possible, soit en augmentant l'espacement entre la colonne et l'électrode mise à la terre entourant la colonne d'une part et la sortie haute tension de l'accélérateur d'autre part, soit en prévoyant dans cet
20 espacement des écrans auxiliaires (voir, par exemple, le brevet US n° 2 230 473), rendant plus compliquée la construction et la maintenance de l'accélérateur, soit en appliquant un milieu isolant plus coûteux et plus rigide électriquement.
25

Le but de la présente invention est de mettre au
30 point une colonne isolante de support pour accélérateur de haut voltage où la réalisation des électrodes d'écran permettrait d'améliorer la rigidité électrique de la colonne isolante de support simultanément suivant les sens transversal et longitudinal, et donc d'améliorer la
35 fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur.

Conformément à l'invention la colonne isolante de support pour accélérateur de haut voltage comprend des sections entre lesquelles est réparti le potentiel de travail et qui constituent une zone à haut potentiel

5 adjacente à la sortie haute tension de l'accélérateur, une zone à potentiel bas adjacente à la base mise à la terre de la colonne, et une zone située entre celles-ci, la surface extérieure desdites sections étant formée d'électrodes d'écran sous forme de cercle ayant une

10 section transversale ovale dans au moins une des zones orientée de façon que l'un des sommets aigus de l'ovale soit dirigé vers l'intérieur de la colonne, et l'autre sommet aigu soit dirigé vers l'extérieur de ladite colonne, alors que le grand axe de l'ovale passant par ce

15 deuxième sommet constitue avec une tangente à la surface extérieure des sections un angle compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne, et elle est caractérisée en ce que la section transversale ovale d'une partie au moins des électrodes, et dans au moins une des zones de

20 la colonne, est formée par un raccordement des éléments d'au moins deux ovales de façon qu'un angle, compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne, soit constitué par le grand axe de l'ovale d'un des éléments passant par le sommet aigu de cet élément, dirigé

25 vers l'extérieur de la colonne, et une tangente à la surface extérieure des sections de la colonne, alors que la prolongation du grand axe passant par le sommet aigu d'ovale de l'autre élément, ce sommet étant dirigé vers l'intérieur de la colonne, et la même tangente à la

30 surface extérieure des sections, constituent un angle, plus grand que ledit premier angle compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne, cet angle de plus grande valeur étant lui aussi compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne.

35 Une telle réalisation constructive de la colonne

isolante de support pour accélérateur de haut voltage selon l'invention permet d'associer une rigidité électrique accrue de la colonne suivant le sens transversal à une rigidité électrique accrue suivant le sens longitudinal, ainsi que de régler d'une façon sélective ces deux valeurs.

La réalisation selon l'invention améliore la fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur et réduit les dépenses d'exploitation vu une diminution du nombre d'arrêts et de la durée de ceux-ci nécessaires pour la réparation de la colonne tombant en panne en cas de claquage de l'isolation.

Dans certains accélérateurs la modification seule de la forme de la section transversale des électrodes de la colonne permet d'avoir un potentiel de travail augmenté de 20 à 40% comparativement aux accélérateurs dont les électrodes de la colonne ont la section transversale ronde, d'élever l'énergie des particules à accélérer, en assurant des régimes de fonctionnement autrefois irréalisables, et simultanément, une amélioration de la fiabilité de fonctionnement de l'accélérateurs.

L'invention est expliquée ci-dessous dans une description qui va suivre des exemples concrets de sa mise en oeuvre, en se référant aux dessins auxquels :

- la figure 1 représente une colonne isolante de support selon l'invention dans laquelle, dans sa zone à haut potentiel, une partie d'électrodes d'écran présente une section transversale composée de deux ovales (coupe longitudinale) ;

- la figure 2 représente schématiquement une autre version de la réalisation de la colonne selon la figure 1 avec électrodes d'écran, situées dans la zone à haut potentiel, ayant leur section transversale composée de deux ovales (coupe longitudinale d'un côté de l'axe longitudinal de la colonne) ;

- la figure 3 représente une autre version de la

réalisation de la colonne selon l'invention dans laquelle une partie d'électrodes d'écran ayant leur section composée de deux ovales et situées dans la zone comprise entre les zones à haut et à bas potentiel (coupe longitudinale d'un
5 côté de l'axe longitudinal de la colonne) ;

- la figure 4 représente encore une autre version de la réalisation de la colonne selon l'invention avec électrodes d'écran ayant leur section transversale composée de deux ovales dans la zone à bas potentiel (coupe
10 longitudinale d'un côté de l'axe longitudinal de la colonne.

- la figure 5 représente une autre version de réalisation de la colonne selon l'invention avec électrodes d'écran ayant leur section transversale composée de deux
15 ovales dans la zone à haut potentiel et de trois ovales dans la zone à potentiel bas (coupe longitudinale d'un côté de l'axe longitudinal de la colonne) ;

- la figure 6 représente une colonne isolante de support selon l'invention avec électrodes d'écran ayant
20 leur section transversale composée de deux ovales dans la zone à haut potentiel, de trois ovales dans la zone à bas potentiel et avec électrodes d'écran adjacentes aux électrodes des zones susdites et ayant leur section transversale composée d'un seul ovale (coupe longitudinale)

25 - la figure 7 représente schématiquement une autre version de réalisation de la colonne selon l'invention avec électrodes d'écran ayant leur section composée de trois ovales dans toutes les zones (coupe longitudinale d'un côté de l'axe longitudinal de la colonne) ;

30 - la figure 8 représente une autre version de réalisation de la colonne selon l'invention avec électrodes d'écran ayant leur section composée de trois ovales dans la zone à haut potentiel (coupe longitudinale d'un côté de l'axe longitudinal de la colonne) ;

35 - la figure 9 représente la répartition de l'inten-

sité du champ électrostatique le long de la surface extérieure de la sortie haute tension de l'accélérateur et de la colonne selon la figure 2 ;

- la figure 10 représente la répartition de
5 l'intensité du champ électrostatique le long de la surface extérieure de la sortie haute tension de l'accélérateur et de la colonne selon la figure 8.

La colonne isolante de support pour accélérateurs de haut voltage selon l'invention comprend un grand
10 nombre de sections 1 (figure 1) entre lesquelles est réparti le potentiel de travail. Chacune des sections 1 comporte des électrodes d'écran extérieures 2, 3, 4 sous forme de cercles fixées sur des électrodes intérieures 5, celles-ci étant à leur tour fixées sur des cadres
15 métalliques 6. Les cadres voisins 6 portent des résistances 7 constituant un diviseur de tension. On peut utiliser n'importe quel diviseur de tension. Les sections 1 sont séparées l'une par rapport à l'autre au moyen d'isolateurs 8.

20 Les sections 1 forment une zone à haut potentiel 9 adjacente à la sortie haute tension 10 de l'accélérateur, une zone à bas potentiel 11 adjacente à la base 12 mise à la terre de la colonne et une zone 13 entre les deux premières.

25 La surface extérieure des sections 1 de la colonne selon l'invention est constituée par les électrodes 2, 3, 4 réalisées conformément à ce qui avait été exposé plus haut, sous forme de cercles. Les électrodes 2 et 3 des sections 1 sont comprises dans la zone à haut potentiel 9,
30 et les électrodes 4, dans la zone 13 et dans la zone à bas potentiel 11, respectivement.

Les électrodes 2 des sections 1 sont à section transversale ovale formée par raccordement des éléments de deux ovales a et b et orientée de façon que l'un des
35 sommets aigus de la section transversale, qui est celui de

l'ovale b, soit dirigé vers l'intérieur de la colonne, et l'autre sommet aigu 15 de la section transversale, qui est le sommet du deuxième ovale a, soit dirigé vers l'extérieur de la colonne. Le grand axe de l'ovale a passant par le
5 sommet 15 constitue avec une tangente 16 à la surface extérieure un angle α , compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne. La prolongation du grand axe de l'ovale passant par le sommet 14 constitue avec la tangente 16 un angle α_1 supérieur à l'angle α , compté,
10 comme l'angle α , à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne.

Dans la version de réalisation considérée il est avantageux, en vue d'arriver à une haute fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur, d'avoir l'angle α égal
15 à 15° , et l'angle α_1 égal à 25° .

Les électrodes 3 des sections 1 présentent une section transversale ovale orientée de façon que l'un, 17, des sommets aigus de l'ovale soit dirigé vers l'intérieur de la colonne, et l'autre 18 vers l'extérieur, alors que
20 le grand axe de l'ovale passant par le sommet 18 constitue avec une tangente 19 à la surface extérieure des fractions un angle de α_2 compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne. Dans cette tension de réalisation de la colonne l'angle α_2 est égal à 10° .

25 Les électrodes 4 des sections 1 ont une section transversale ronde.

Ci-dessus on a décrit la version de réalisation de la colonne selon l'invention où à partir des éléments de deux ovales a et b n'est formée la section transversale
30 ovale que d'un nombre des électrodes 2 dans la zone à haut potentiel 9.

Il est possible de réaliser une colonne selon l'invention dans laquelle la section transversale ovale de toutes les électrodes 20 (figure 2) dans la zone à haut
35 potentiel s'obtient par raccordement des éléments de deux

ovales a et b. Il est le plus avantageux d'utiliser une telle version pour obtenir une fiabilité améliorée de l'accélérateur.

La figure 3 illustre une version de réalisation de la colonne selon l'invention dans laquelle la section transversale ovale d'un nombre d'électrodes 21 des sections 1 dans la zone 13 est formée par raccordement des éléments de deux ovales a et b. Cette section transversale ovale des électrodes 21 est formée par raccordement de deux ovales a et b et orientée de la façon analogue à celle des électrodes 2 (figure 1) et 20 (figure 2). Les autres électrodes 4 (figure 3) dans la zone 13 ainsi que les électrodes 4 dans la zone à bas potentiel 11 et les électrodes 22 dans la zone à haut potentiel 9 sont à section transversale ronde.

Il est avantageux d'utiliser cette version de réalisation de la colonne selon l'invention pour obtenir une haute rigidité électrique suivant le sens transversal de la colonne, lorsque le diamètre de la sortie haute tension 10 de l'accélérateur dépasse notablement le diamètre extérieur des sections 1 de la colonne, et la zone à haut potentiel 9 est blindée par la sortie 10.

La version de réalisation de la colonne illustrée à la figure 4 s'utilise pour obtenir une haute rigidité électrique de la colonne isolante de support suivant le sens longitudinal et pour réduire la dimension longitudinale de la colonne.

Dans cette version de réalisation de la colonne la section transversale ovale de toutes les électrodes 23 des sections 1 dans la zone à bas potentiel 11 s'obtient par raccordement des éléments de deux ovales a et b. Cette section ovale des électrodes 23 est orientée conformément à ce qu'on vient de dire. L'angle α est cependant égal à 60° , et l'angle α_1 à 80° .

Les électrodes 3 des sections 1 dans la zone à

haut potentiel 9 et les électrodes 4 des sections 1 dans la zone 13 sont réalisées de la même façon que les électrodes 3 et 4 conformément à la figure 1. L'angle α_2 vaut alors 10° .

5 Dans la version de réalisation de la colonne illustrée à la figure 5 les électrodes 2 et 4 des sections 1 dans la zone à haut potentiel 9 et dans la zone 13 sont réalisées de la même façon que dans la colonne de la figure 1.

10 La section transversale ovale des électrodes 24 (figure 5) des sections 1 dans la zone à bas potentiel 11 est formée par raccordement des éléments de trois ovales c, d, e. Cette section transversale ovale est orientée de façon que l'un de ses sommets aigus 25, qui est l'un des
15 sommets de l'ovale e, soit dirigé vers l'intérieur de la colonne, et l'autre sommet 26, appartenant à l'ovale c, vers l'extérieur. Le grand axe de l'ovale c passant par le sommet 26 constitue avec une tangente 27 à la surface extérieure un angle α_3 , compté à partir de l'extrémité
20 à haut potentiel de la colonne. Le grand axe de l'ovale d constitue avec la tangente 27 un angle α_4 , alors que la prolongation du grand axe de l'ovale e passant par le sommet aigu 25 constitue avec la tangente 27 un angle α_5 .

Dans la version de réalisation de la colonne qu'on
25 est en train de décrire l'angle $\alpha_3 = 60^\circ$, l'angle $\alpha_4 = 80^\circ$ et l'angle $\alpha_5 = 100^\circ$.

Il est avantageux d'utiliser cette version pour obtenir une haute rigidité électrique simultanément suivant les sens longitudinal et transversal, cela améliorant
30 aussi la fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur, tout en réduisant la dimension longitudinale de la colonne.

Dans la version de réalisation de la colonne illustrée à la figure 6 les électrodes 2 des sections 1 dans la zone à haut potentiel 9 et les électrodes 24 des
35 sections 1 dans le domaine à bas potentiel 11 sont

réalisées de la même façon que les électrodes dans ces zones de la colonne de la figure 5.

Les électrodes 4 (figure 6) des sections 1 dans la zone 13 sont réalisées de la même façon que les électrodes 5 dans cette zone de la colonne de la figure 5, sauf les électrodes 28 (figure 6) et 29 adjacentes, respectivement, à une électrode 2 dans la zone à haut potentiel 9 et à une électrode 24 dans la zone à bas potentiel 11.

L'électrode 28 présente une section transversale 10 ovale formée par un seul ovale dont le grand axe est parallèle à la tangente 16 à la surface extérieure des sections 1.

L'électrode 29 présente une section transversale ovale formée par un seul ovale dont le grand axe est 15 perpendiculaire à la tangente 27 à la surface extérieure des sections 1.

Il est avantageux d'utiliser cette version de réalisation de la colonne selon l'invention en cas où on veut combiner des électrodes 2 ayant une haute rigidité 20 électrique suivant les sens longitudinal et transversal dans la zone à haut potentiel 9 et des électrodes 24 ayant une très haute rigidité électrique suivant le sens longitudinal dans la zone à bas potentiel 11 avec des électrodes 4 ayant la section transversale ronde dans la 25 zone 13. Les zones intermédiaires composées des électrodes 28 et 29 servent à aligner les intensités de champ aux endroits de jonction de ces zones. On réussit alors à créer une zone à haut potentiel 9 plus court et une zone à bas potentiel 11 plus long (n'est pas montré au dessin 30 pour ne pas compliquer la description).

Dans la colonne illustrée à la figure 7 la section transversale ovale de toutes les électrodes 30, 31, 32 des sections 1 dans toutes les zones 9, 13, 11 est formée par raccordement des éléments de trois ovales c, d, e. 35 Cette section ovale est orientée de façon qu'un sommet aigu 33, celui de l'ovale e, soit dirigé vers l'intérieur

de la colonne, et l'autre sommet aigu 34, celui de l'ovale c, vers l'extérieur. Le grand axe de l'ovale c passant par le sommet 34 constitue avec une tangente 35 à la surface extérieure des sections 1 un angle α_6 , compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne. Le grand axe de l'ovale constitue avec la tangente 35 un angle α_7 alors que la prolongation du grand axe de l'ovale e passant par le sommet aigu 33 constitue avec la tangente 35 un angle α_8 .

10 Dans la version de mise en oeuvre de la colonne qu'on est en train de décrire l'angle $\alpha_6 = 20^\circ$, l'angle $\alpha_7 = 30^\circ$ et l'angle $\alpha_8 = 40^\circ$.

Il est avantageux d'utiliser cette version pour un accélérateur dont l'électrode extérieure mise à la terre (n'est pas montré à la figure) entourant la colonne et la sortie haute tension suivant la longueur de la colonne constitue avec sa surface extérieure un espace-ment diminuant dans la direction de la base de la colonne.

Dans la version de réalisation de la colonne illustrée à la figure 8 les électrodes 30 des sections 1 dans la zone à haut potentiel 9 sont réalisées de la même façon que les électrodes dans cette zone de la colonne de la figure 7, alors que les électrodes 4 dans la zone 13 et dans la zone à bas potentiel 11 sont réalisées de la même façon que les électrodes dans ces zones de la colonne de la figure 1.

La colonne illustrée à la figure 8 peut s'utiliser avec succès pour obtenir une haute rigidité électrique suivant les sens longitudinal et transversal, ainsi que pour assurer une haute fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur avec minimum de modifications à apporter dans la conception de la colonne.

Le principe de fonctionnement de la colonne isolante de support pour accélérateur de haut voltage selon l'invention consiste dans ce qui suit.

On crée sur la sortie haute tension 10 (figure 1) un potentiel de travail. Les résistances 7 faisant partie du diviseur de tension assurent une répartition de potentiel prédéterminée entre les sections 1 de la
5 colonne. Les électrodes 2, 3, 4 servent d'écran pour les éléments intérieurs des sections 1 vis-à-vis du champ électrostatique. L'isolation de ces électrodes doit supporter sans risque de claquage la différence de potentiel aussi bien transversale que longitudinale.

10 On pense d'habitude que la rigidité électrique de l'accélérateur est d'autant plus grande que l'intensité du champ électrostatique sur la sortie haute tension 10 et les électrodes 2 (pour le plus haut potentiel de travail de l'accélérateur) est moins grande. Ainsi, par
15 exemple, lorsque dans la colonne d'un accélérateur où toutes les électrodes dans la zone à haut potentiel ont leur section transversale rondes, le gradient longitudinal moyen du potentiel à la colonne vaut $1,25 \text{ MV.m}^{-1}$ et le potentiel sur la sortie haute tension vaut $2,5 \text{ MV}$
20 l'intensité du champ sur les électrodes de la colonne atteint son maximum sur son extrémité à haut potentiel et vaut 16 MV.m^{-1} alors que le maximum d'intensité sur la sortie haute tension est de 13 MV.m^{-1} d'après les comptes rendus de la VI conférence tenue en U.R.S.S. sur
25 les accélérateurs de particules chargées, Doubna, Rezvykh K.A., Romanov V.A. "Calcul du champ électrostatique induit par les constructions à haute tension ayant une configuration compliquée", 1979, volume 2, pages 116-119;

30 En vue d'illustrer d'une manière plus évidente l'essentiel de la présente invention, sur la figure 9, où l'axe des abscisses porte les valeurs en mètres de la distance Z le long de l'axe longitudinal de la colonne, et l'axe des ordonnées, les valeurs en MV.m^{-1} du module
35 d'intensité E du champ électrostatique sur la sortie 10

(figure 2) et sur les électrodes 20, il est représenté la répartition de l'intensité de ce champ. Cette répartition correspond à la colonne susdite de l'accélérateur pour les mêmes valeurs du potentiel 2,5 MV, du gradient de potentiel de 1, 25 MV.m⁻¹ et pour les paramètres géométriques invariables, sauf la section transversale des électrodes 20 laquelle est formée par raccordement de deux ovales a et b avec angles α et α_1 égaux respectivement, à 15° et 25°.

10 Le maximum 36 (figure 9) d'intensité du champ électrostatique sur la sortie haute tension 10 constitue d'environ 13 MV.m⁻¹, le maximum 37 d'intensité du champ électrostatique sur les électrodes 20 de la colonne constitue 9 MV.m⁻¹. Les pics d'intensité du champ lesquels
15 surgissaient sur les électrodes à section transversale ronde sont considérablement diminués vu que selon l'invention la surface des électrodes 20 (figure 2) à grande courbure tournée vers l'extrémité à haut potentiel de la colonne se situe dans le domaine où la composante
20 longitudinale de l'intensité du champ est soustraite de sa composante transversale. La surface des électrodes 20 à grande courbure tournée vers la base 12 de la colonne se situe dans une zone du champ affaibli par l'électrode voisine 20. La colonne de support selon l'invention
25 présente donc une rigidité plus grande par rapport à celle de la sortie haute tension 10 de l'accélérateur, cela permettant d'améliorer la fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur, et dans une série de cas, d'arriver à un plus haut potentiel de l'accélérateur.

30 Le principe de fonctionnement de la colonne des figures 3 à 8 est identique à celui de la colonne des figures 1 et 2. Pour cette raison on va décrire plus loin seulement certaines différences inhérentes à ces versions de réalisation de la colonne.

35 Dans la colonne de support de la figure 3 la sortie

haute tension 10 sert d'écran pour la zone à haut potentiel 9 de la colonne, et la zone 13 commence par les électrodes 21 ayant une grande rigidité électrique.

Dans la colonne de la figure 4 les électrodes 23
5 présentent une haute rigidité électrique suivant le sens longitudinal puisque le sommet aigu 14 de l'ovale b est entouré des électrodes faisant partie des sections 1, l'intensité sur le sommet aigu 15 de l'ovale a étant limitée par suite d'une valeur de potentiel réduit sur les
10 électrodes 23 dans la zone 11.

Dans la colonne de la figure 5 la zone à potentiel bas 11 assure une rigidité électrique encore plus haute comparativement à la colonne de la figure 4. Pour la loi linéaire de la répartition du potentiel suivant la
15 longueur de la colonne et le coefficient angulaire dans la zone 11 (figure 5) de 2 à 3 fois supérieur à celui dans les autres zones 9 et 13 de la colonne la longueur totale de la colonne se trouve réduite sans dégradation de sa rigidité électrique.

20 dans la colonne de la figure 6 la zone 13 présente des secteurs intermédiaires composées des électrodes 28 et 29 destinées à aligner la répartition de l'intensité sur les jonctions des zones de la colonne.

La figure 7 représente la colonne pour accélérateur
25 suivant la longueur de laquelle en même temps avec la baisse de potentiel diminue l'espacement entre les électrodes 30, 31 et 32 et l'électrode mise à la terre (n'est pas montrée au dessin) de l'accélérateur comportant la colonne. De ce fait, les électrodes 30, 31 et 32
30 présentent la même haute rigidité électrique suivant le sens transversal.

Le fonctionnement de la zone à haut potentiel 9 de la colonne de la figure 8 est identique à celui de la colonne illustrée à la figure 7, et le fonctionnement des
35 domaines 11 et 13 est identique à celui des mêmes zones

de la colonne de figure 1. Cependant, pour mieux comprendre l'essentiel de l'invention selon la figure 10 examinons la répartition de l'intensité E du champ électrostatique le long de la sortie haute tension 10 de l'accélérateur et
5 des électrodes 30 et 4 correspondant à la colonne de la figure 8. Les axes de coordonnées de la figure 10 portent les mêmes grandeurs qu'à la figure 9.

Le maximum 38 (figure 10) d'intensité du champ électrostatique sur la sortie 10 est de l'ordre de
10 13 MV.m^{-1} , le maximum 39 d'intensité du champ électrostatique sur les électrodes 30 est de 11 MV.m^{-1} , à la différence du maximum 37 (figure 9) d'intensité du champ électrostatique sur les électrodes 20 (figure 2) lequel vaut 9 MV.m^{-1} .

15 Il se trouve cependant, dans la colonne de la figure 2, un pic 40 (figure 9) d'intensité du champ électrostatique entre les sections 1 de la colonne, lequel provoque une dégradation de la rigidité électrique de celle-ci. On réussit à élever la rigidité électrique
20 suivant le sens longitudinal soit par diminution du coefficient angulaire de la loi linéaire de la division de potentiel dans la zone à haut potentiel 9, en augmentant respectivement le coefficient angulaire dans la zone voisine, soit par réalisation de la section transversale
25 des électrodes 30 (figure 8) selon l'invention sous forme de raccordement de trois ovales c, d, e. La suppression du pic 40 (figure 9) grâce à la réalisation respective de la section transversale des électrodes 30 (figure 8) selon l'invention est illustrée à la figure 10.

30 La comparaison des répartitions des intensités du champ électrostatique représentées sur les figures 9 et 10 illustre le choix des angles α .

Les angles $\alpha = 15^\circ$ et $\alpha_1 = 25^\circ$ (figure 2) assurent une rigidité électrique élevée suivant le sens transversal,
35 en amenant cependant un abaissement de la rigidité

électrique élevée suivant le sens longitudinal.

Les angles

$\alpha_6 = 20^\circ$, $\alpha_7 = 30^\circ$ et $\alpha_8 = 40^\circ$ (figure 8) assurent une rigidité électrique suffisamment haute de

5 la colonne suivant les deux sens.

L'électrode 4, qui est la cinquième à compter de la sortie haute tension 10 (figure 8) de l'accélérateur, a sa section transversale sous forme de cercle, et elle est la première dans la zone 13. Le maximum 41 (figure 10) d'intensité du champ électrostatique sur cette électrode vaut 14 MV.m^{-1} . Pour l'exemple en question une rigidité électrique élevée de la colonne suivant le sens transversal est assurée par de 10 à 15 sections 1 comprises dans le domaine à haut potentiel 9. Ainsi, par exemple, pour 15 dix sections 1 le pic d'intensité est égal à 12 MV.m^{-1} , pour quinze sections 1, à 10 MV.m^{-1} .

On réussit à diminuer le pic d'intensité 41 du champ à la jonction de deux zones en créant les secteurs intermédiaires conformément à ce qui avait été exposé 20 plus haut.

Ainsi, la colonne de support de la figure 8, selon l'invention améliore elle-même sa rigidité électrique suivant les sens transversal et longitudinal.

De la sorte, par une modification seule de la forme 25 des électrodes selon l'invention se trouve élevée la fiabilité de fonctionnement, et dans une série de cas, le potentiel de travail de la colonne. Avec le potentiel de travail constant on réussit à réduire la dimension transversale de l'électrode mise à la terre de l'accélérateur ou la pression de travail du mélange gazeux isolant 30 à peu près de 30%, ainsi que de diminuer les dépenses d'exploitation grâce à une baisse du prix du mélange isolant.

La réduction de la longueur de la colonne de 35 support selon l'invention amène une élévation de sa

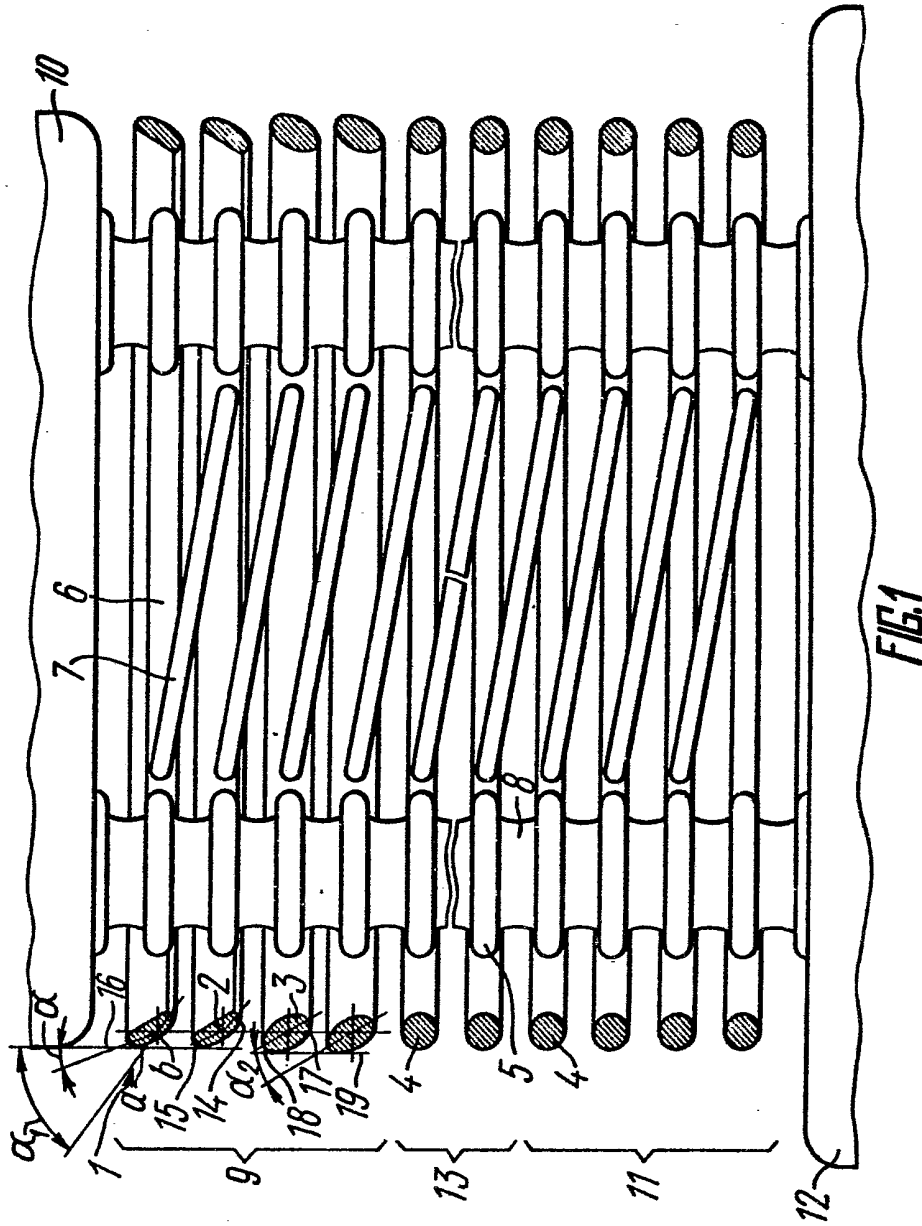
rigidité mécanique et rend plus facile le transfert des particules chargées. Mais la longueur minimale de la colonne correspond à sa rigidité électrique diminuée suivant le sens transversal.

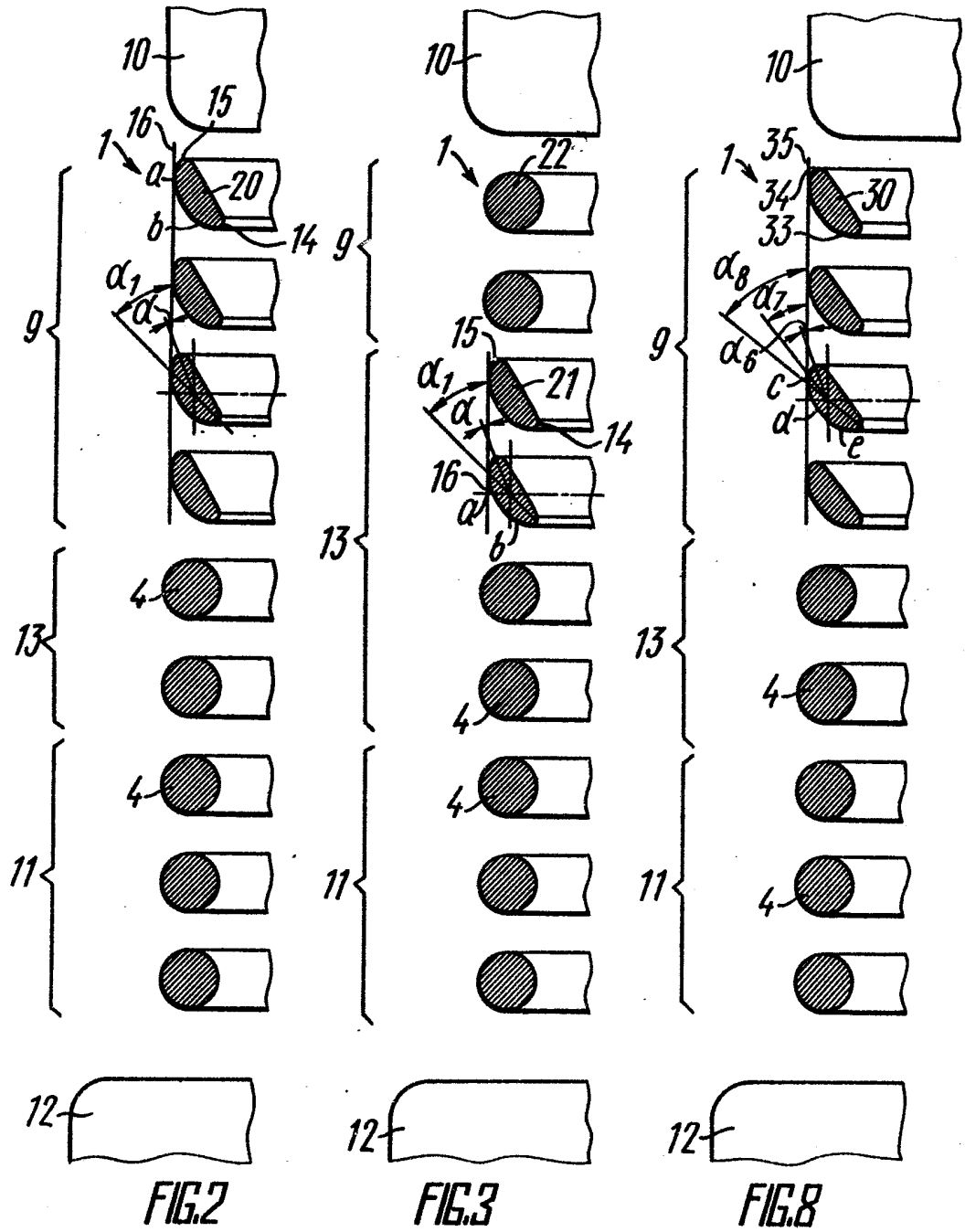
- 5 La combinaison d'électrodes ayant les diverses sections transversales permet d'utiliser d'une manière plus uniforme les propriétés isolantes du milieu isolant, chacune des zones de la colonne remplissant sa fonction, notamment : la zone à haut potentiel assure une rigidité
- 10 électrique suivant le sens transversal et la fiabilité de fonctionnement de l'accélérateur ; la zone à bas potentiel présentant une rigidité électrique élevée suivant le sens longitudinal permet de réduire la dimension longitudinale de la colonne ; la zone intermédiaire comprenant
- 15 les électrodes à section transversale non compliquée assure une réduction des dépenses totales de la fabrication de la colonne, alors que les secteurs intermédiaires entre les zones assurent une rigidité électrique nécessaire pour la longueur optimale des zones.
- 20 La fabrication de la colonne de support selon la présente invention permet de moderniser facilement et rapidement les colonnes de support existantes.

REVENDICATION

Colonne isolante de support pour accélérateur de haut voltage comprenant des sections entre lesquelles est réparti le potentiel de travail, formant une zone à haut potentiel adjacente à la sortie haute tension de l'accélérateur, une zone à potentiel bas adjacente à la base mise à la terre de la colonne et une zone entre celles-ci, la surface extérieure desdites sections étant formée par des électrodes d'écran exécutées sous la forme de cercles ayant leur section transversale ovale dans au moins une des zones orientée de façon qu'un sommet aigu de l'ovale est dirigé vers l'intérieur de la colonne, et l'autre sommet aigu soit dirigé, vers l'extérieur de ladite colonne, alors que le grand axe de l'ovale passant par ce deuxième sommet constitue avec une tangente à la surface extérieure des sections un angle compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne, caractérisée en ce que la section transversale ovale d'une partie au moins des électrodes, et dans une au moins des zones de la colonne, est formée par raccordement des éléments d'au moins deux ovales de façon que l'angle, compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne, soit constitué par le grand axe d'ovale d'un des éléments passant par le sommet aigu dirigé vers l'extérieur de la colonne et une tangente à la surface extérieure des sections, alors qu'une prolongation du grand axe passant par le sommet aigu d'ovale de l'autre élément dirigé vers l'intérieur de la colonne, et la même tangente à la surface extérieure des sections, constituent un angle, supérieur audit premier angle compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne, le deuxième desdits angles étant comme le précédent, compté à partir de l'extrémité à haut potentiel de la colonne.

2495819





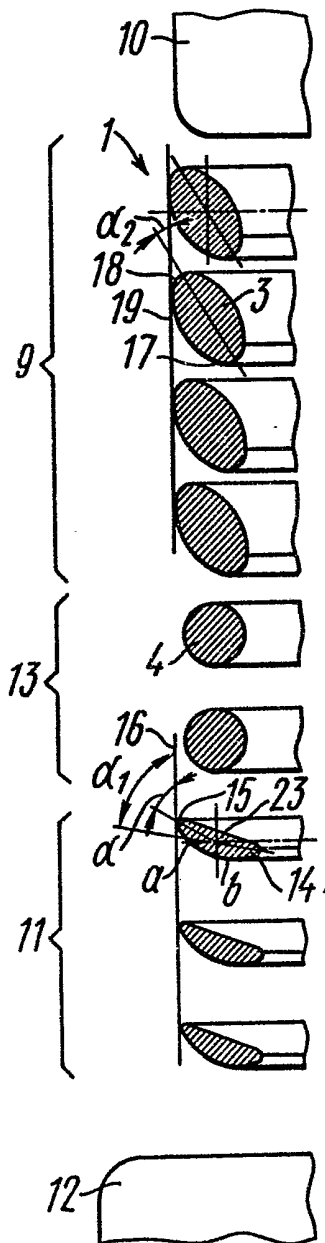


FIG. 4

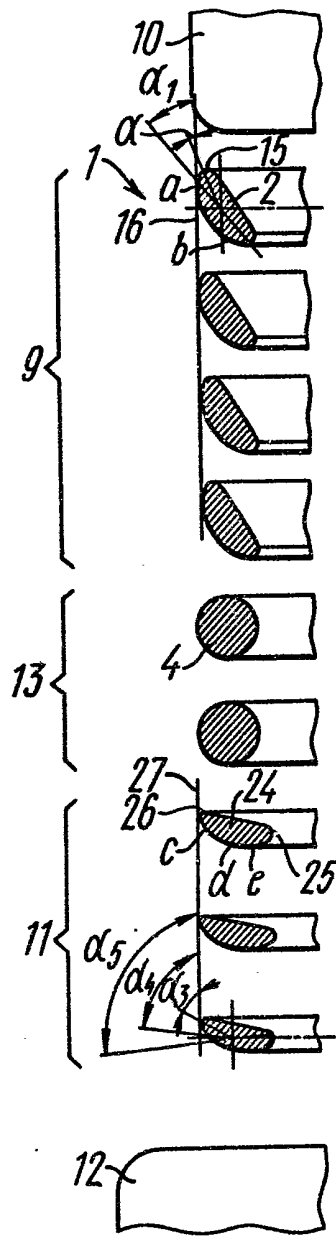


FIG. 5

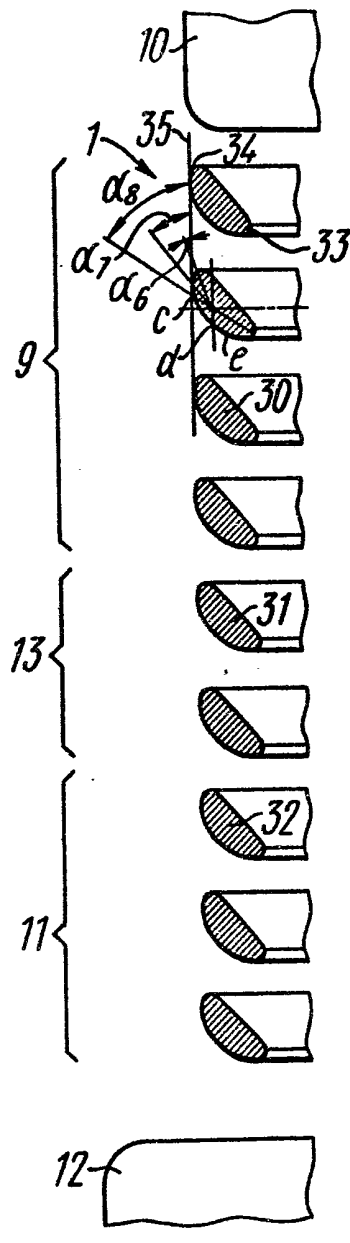
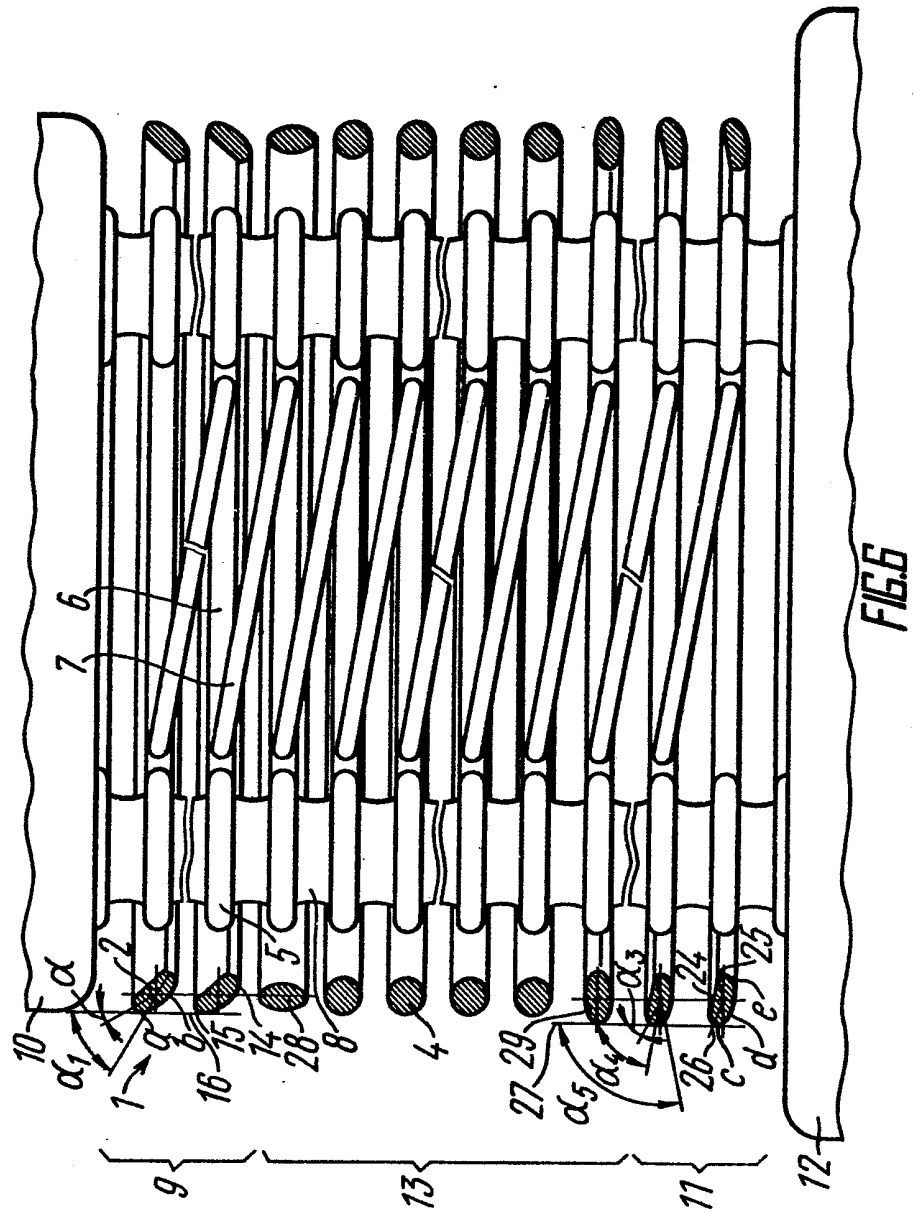


FIG. 7



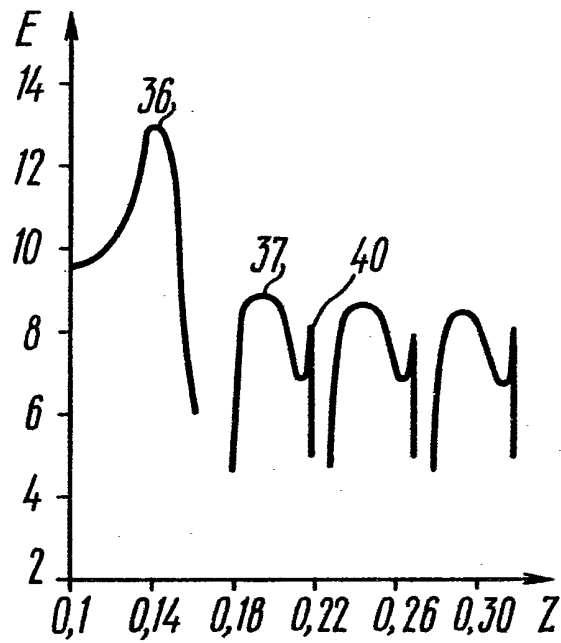


FIG. 9

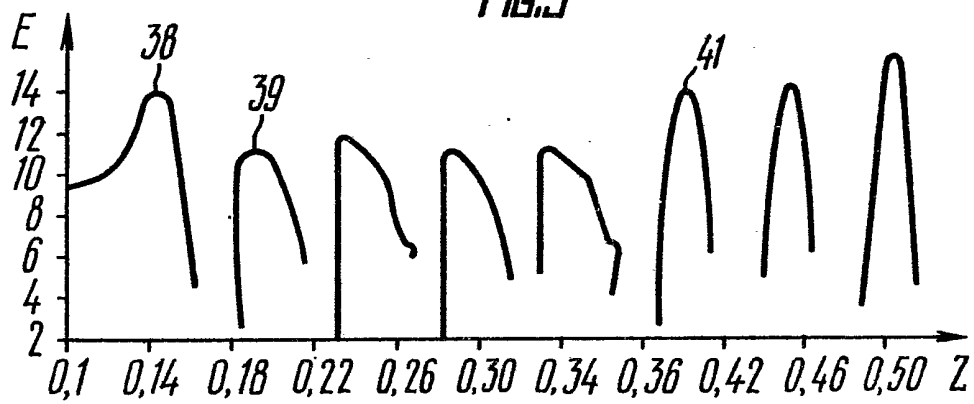


FIG. 10