

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 08771

⑮ Anode à grille pour photomultiplicateurs et photomultiplicateur comportant cette anode.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 J 43/20.

⑰ Date de dépôt..... 18 avril 1980.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 43 du 23-10-1981.

㉓ Déposant : HYPERELEC, société anonyme, résidant en France.

㉔ Invention de : Jacques Nussli.

㉕ Titulaire : *Idem* ㉓

㉖ Mandataire : Lemoyne Didier, société civile Spid,
209, rue de l'Université, 75007 Paris.

ANODE A GRILLE POUR PHOTOMULTIPLICATEURS ET PHOTOMULTIPLICATEUR
COMPORTANT CETTE ANODE.

La présente invention concerne une anode à grille pour photomultiplicateurs, constituée par une pluralité d'éléments collecteurs d'électrons, métalliques et fixés à au moins un montant, ladite anode étant destinée à collecter les électrons
05 secondaires issus d'une dernière dynode après multiplication par ladite dernière dynode des électrons d'un faisceau incident provenant d'une avant-dernière dynode et traversant ladite anode avant d'atteindre la dernière dynode.

Elle concerne également un photomultiplicateur comportant
10 cette anode et comportant également deux dernières dynodes cylindriques dont les génératrices ont même direction.

Dans la suite du présent mémoire il sera entendu que le terme "cylindrique" s'étend également aux cas où au moins l'une des deux dernières dynodes est plane, un plan pouvant, en effet,
15 être considéré comme une forme limite de cylindre. Si l'une des deux dernières dynodes est plane et l'autre cylindrique non plane, ladite dynode plane devra être parallèle aux génératrices de la dynode cylindrique non plane, la direction commune des génératrices des deux dernières dynodes est alors définie par la direction des
20 génératrices de la dynode cylindrique non plane. Si les deux dernières dynodes sont planes, la direction commune de leurs génératrices est définie par l'intersection de leurs plans.

L'anode à grille selon l'invention peut être avantageusement utilisée pour équiper tout tube photomultiplicateur dont les deux
25 dernières dynodes, cylindriques, ont des génératrices de même direction, et notamment ceux d'entre eux travaillant en impulsions et à haut niveau de courant.

Les anodes à grille pour photomultiplicateurs, comme celle décrite dans le brevet français n° 1 443 279, sont généralement
30 constituées par un ensemble de fils métalliques tendus entre deux montants, également métalliques. Cette structure d'anode permet aux électrons incidents provenant de l'avant-dernière dynode d'atteindre la dernière dynode en traversant la grille avec une

faible probabilité de capture. Une fraction notable des électrons secondaires issus de la dernière dynode sont ensuite directement collectés par les fils de grille pour constituer l'essentiel du signal photoélectrique. Cependant, avant d'être capturés par la grille, un certain nombre d'électrons secondaires peuvent osciller plusieurs fois autour des fils de l'anode ; ce phénomène se traduit par un allongement du temps de réponse du photomultiplicateur et par un défaut de linéarité dû à la modification des trajectoires électroniques par la charge d'espace créée par les électrons oscillants.

En outre, dans le cas de forts courants, les variations du potentiel dynamique de l'anode sont telles que les électrons secondaires non directement collectés par la grille peuvent revenir sur la dernière dynode avec une énergie plus importante que celle avec laquelle ils l'avaient quittée, ce qui a pour effet de produire une nouvelle multiplication d'électrons par la dernière dynode et donc d'introduire une cause supplémentaire de non-linéarité et d'allongement du temps de réponse du photomultiplicateur. Ces phénomènes sont particulièrement sensibles et néfastes en régime impulsionnel avec l'apparition de doubles pics dans le signal de sortie.

La présente invention se donne pour but de remédier à ces inconvénients en partant de l'idée que, les trajectoires des électrons incidents provenant de l'avant-dernière dynode et celles des électrons secondaires issus de la dernière dynode étant différentes, il doit être possible de disposer d'éléments collecteurs d'électrons dont la forme et l'orientation permettraient d'augmenter la probabilité de capture directe des électrons secondaires par l'anode tout en assurant une bonne transparence de la grille vis-à-vis des électrons incidents.

En effet, selon la présente invention, une anode à grille pour photomultiplicateurs, constituée par une pluralité d'éléments collecteurs d'électrons, métalliques et fixés à au moins un montant, ladite anode étant destinée à collecter les électrons secondaires issus d'une dernière dynode après multiplication par ladite dernière dynode des électrons d'un faisceau incident provenant d'une avant-dernière dynode et traversant ladite anode avant d'atteindre

la dernière dynode est notamment remarquable en ce que lesdits éléments collecteurs d'électrons sont des lamelles minces disposées en regard dans des plans parallèles, et en ce que lesdites lamelles minces comportent au moins un bord de fixation audit montant.

05 L'avantage de l'anode selon l'invention est que, de par leur structure à deux dimensions, les éléments collecteurs d'électrons présentent aux électrons secondaires une surface de capture beaucoup plus grande que celle présentée par de simples fils.

Dans le cas de photomultiplicateurs comportant deux dernières
10 dynodes cylindriques dont les génératrices ont même direction, on a avantage à disposer les plans des lamelles minces sensiblement perpendiculairement aux génératrices desdites deux dernières dynodes. Dans ce cas en effet, les électrons incidents, émis par l'avant-dernière dynode avec une énergie cinétique initiale généralement faible devant l'énergie accélératrice liée à la différence de potentiel appliquée entre l'avant-dernière et la dernière
15 dynodes, acquièrent au niveau de la dernière dynode une vitesse très élevée dont la direction est quasi-perpendiculaire aux génératrices des deux dernières dynodes. L'anode à grille selon l'invention étant de préférence située à proximité de la dernière
20 dynode, les trajectoires des électrons incidents au voisinage de ladite anode sont alors peu perturbées par la présence de cette dernière et restent sensiblement perpendiculaires aux génératrices des dynodes. Ces trajectoires sont donc encore sensiblement
25 parallèles au plan des lamelles minces constituant les éléments collecteurs d'électrons, de sorte que ceux-ci ne présentent qu'une faible section efficace de capture, garantissant ainsi une transparence suffisante de la grille aux électrons incidents. Par l'expression "située à proximité de la dernière dynode" on a
30 voulu entendre que la distance entre la dernière dynode et tous les bords desdites lamelles minces, adjacents audit bord de fixation et placés en regard de ladite dernière dynode sensiblement parallèlement à la section droite de la dernière dynode, est inférieure à 20 % de la distance avant-dernière dynode - dernière
35 dynode; cette distance sera définie dans la suite du présent mémoire par la distance entre les génératrices de chacune des deux dernières dynodes passant par leur centre respectif.

D'autre part, du fait de la faible distance dernière dynode - lamelles minces et du champ électrique important qui en résulte, les électrons secondaires issus de la dernière dynode peuvent acquérir une composante de vitesse parallèle aux génératrices des dynodes suffisamment grande pour que lesdits électrons secondaires soient directement captés par les éléments collecteurs d'électrons de l'anode selon l'invention, l'efficacité de la capture étant notablement augmentée par la forme en lamelle desdits éléments collecteurs d'électrons.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention qui tient compte de l'homogénéité du faisceau d'électrons incidents et de l'isotropie de l'émission secondaire, les plans des lamelles minces sont équidistants.

D'autre part, dans le but d'assurer une transparence suffisante de l'anode à grille selon l'invention, l'épaisseur de chacune desdites lamelles minces est, de préférence, au plus égale à 20 % de l'intervalle séparant deux lamelles minces consécutives.

Afin de rendre plus homogène le champ électrique au voisinage de l'anode et de la dernière dynode, on peut avoir avantage à rendre parallèle à la section droite de ladite dernière dynode le bord des lamelles minces, adjacent audit montant et situé en regard de la dernière dynode, et à placer tous les bords des lamelles minces en regard de la dernière dynode à la même distance de ladite dernière dynode.

En outre, des études effectuées par la Demanderesse ont montré qu'une configuration avantageuse est réalisée lorsque la distance entre les deux bords des lamelles minces sensiblement parallèles et adjacents audit bord de fixation vaut entre 0,5 et 2 fois l'intervalle séparant deux lamelles minces consécutives et lorsque chacun des intervalles séparant deux lamelles minces consécutives vaut entre 0,5 et 2 fois la distance entre la dernière dynode et le bord desdites lamelles minces en regard de ladite dernière dynode. Cette disposition permet en effet de limiter le phénomène d'oscillation, d'éviter le retour des électrons secondaires sur la dernière dynode et donc d'améliorer la linéarité et le temps de réponse du photomultiplicateur.

La description qui va suivre en regard des dessins annexés donnés à titre d'exemple non limitatif permettra de mieux comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 représente une vue en perspective d'une anode à grille selon l'invention et sa disposition par rapport à une avant-dernière dynode et une dernière dynode.

La figure 2 est une coupe longitudinale de l'anode et des deux dernières dynodes de la figure 1.

La figure 3 est une vue en coupe d'un photomultiplicateur comportant une anode à grille analogue à celle représentée aux figures 1 et 2.

La figure 4 est une vue en perspective d'une variante de réalisation d'une anode à grille selon l'invention.

Une anode 11 à grille selon l'invention est représentée figure 1 en perspective et figure 2 en coupe suivant la ligne II-II. Dans le mode de réalisation représenté aux figures 1 et 2, l'anode 11 est associée à une dernière dynode 12 plane et à une avant-dernière dynode 13 cylindrique non plane.

L'anode 11 à grille est constituée par une pluralité d'éléments collecteurs 14 d'électrons, métalliques et reliés à deux montants 15 et 16, également métalliques, dont la fonction est d'assurer le maintien de l'ensemble desdits éléments collecteurs d'électrons et de les porter au potentiel électrique désiré.

Conformément à l'invention, les éléments collecteurs 14 d'électrons sont des lamelles minces disposées en regard dans des plans parallèles et comportant deux bords 17 et 18 de fixation aux montants 15 et 16.

L'anode 11 à grille est destinée à collecter les électrons secondaires issus de la dernière dynode 12 et dont des trajectoires typiques sont représentées par les lignes fléchées 21 et 22 de la figure 2. Lesdits électrons secondaires sont obtenus après multiplication par la dernière dynode 12 des électrons d'un faisceau incident 23 provenant de l'avant-dernière dynode 13 et traversant la grille d'anode 11 avant d'atteindre la dernière dynode 12.

Selon le mode de réalisation de l'invention représenté aux figures 1 et 2, les plans des lamelles minces sont équidistants et perpendiculaires à la direction des génératrices des dynodes 12

et 13, direction représentée par la ligne 19 en trait mixte.

Afin d'assurer une transparence suffisante aux électrons incidents, l'épaisseur e des lamelles minces est inférieure à 20 % de l'intervalle h séparant deux lamelles minces consécutives.

05 Comme on peut le remarquer aux figures 1 et 2, les deux bords 31 et 32 des lamelles minces, adjacents aux bords 17 et 18 de fixation aux montants 15 et 16, sont parallèles entre eux, et tous les bords 31 en regard de la dernière dynode sont parallèles à la section droite 33 de ladite dernière dynode et situés à la
10 même distance d de la dernière dynode.

De plus, afin que les électrons secondaires puissent acquérir une composante de vitesse parallèle aux génératrices des dynodes suffisamment importante pour être collectés par l'anode, celle-ci doit être placée à proximité de la dernière dynode ; plus précieusement la distance d entre la dernière dynode 12 et le bord 31 des
15 lamelles minces en regard de ladite dernière dynode est inférieure à 20 % de la distance L entre l'avant-dernière dynode 13 et la dernière dynode 12.

Enfin, comme le montre la figure 2, la distance l entre les
20 deux bords 31 et 32 des lamelles minces, parallèles, et adjacents aux bords 17 et 18 de fixation, a été choisie dans cet exemple égale à l'intervalle h séparant deux lamelles minces consécutives, tandis que l'intervalle h séparant deux lamelles minces consécutives est choisi égal à la distance d entre la dernière dynode 12
25 et le bord 31 des lamelles minces en regard de ladite dernière dynode. Cette disposition correspond à un compromis entre une transparence suffisante de la grille aux électrons incidents et une probabilité de capture satisfaisante des électrons secondaires. En effet, comme on peut le voir à la figure 2, les éléments collecteurs 14 d'électrons présentent une faible section de capture
30 aux électrons du faisceau incident 23, alors que les électrons secondaires sont directement collectés par la grille (trajectoire 21) ou n'effectuent qu'une seule oscillation avant d'être captés (trajectoire 22).

La figure 3 représente un schéma d'un photomultiplicateur muni d'une anode à grille selon l'invention. La lumière incidente 41 vient frapper une photocathode 42 qui émet des électrons 43 qui sont focalisés sur une première dynode 44. Les électrons sont 05 successivement multipliés par les dynodes 44, 45, 46, 47, 48 puis par l'avant-dernière dynode 13 et la dernière dynode 12 avant d'être recueillis par l'anode 11 à grille décrite aux figures 1 et 2.

L'invention ne saurait être limitée à la configuration 10 décrite aux figures 1, 2 et 3, mettant en oeuvre une dernière dynode plane. Elle peut également être réalisée avec une dernière dynode cylindrique non plane. Dans ce cas, et comme l'indique la figure 4, les éléments collecteurs 14 peuvent avoir la forme de 15 portion de couronne dont les bords 31 et 32, adjacents aux bords 17 et 18 de fixation aux montants 15 et 16, sont parallèles à la section droite 33 de la dernière dynode 12.

REVENDEICATIONS

1. Anode(11)à grille pour photomultiplicateurs, constituée par une pluralité d'éléments collecteurs (14) d'électrons, métalliques et fixés à au moins un montant (15, 16), ladite anode étant destinée à collecter les électrons secondaires issus d'une dernière
05 dynode (12) après multiplication par ladite dernière dynode des électrons d'un faisceau incident provenant d'une avant-dernière dynode (13) et traversant ladite anode (11) avant d'atteindre la dernière dynode (12), caractérisée en ce que lesdits éléments collecteurs (14) d'électrons sont des lamelles minces disposées
10 en regard dans des plans parallèles et en ce que lesdites lamelles minces comportent au moins un bord (17, 18) de fixation audit montant (15, 16).
2. Anode à grille selon la revendication 1, caractérisée en ce que les plans desdites lamelles minces sont équidistants.
- 15 3. Anode à grille selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'épaisseur de chacune desdites lamelles minces est au plus égale à 20 % de l'intervalle séparant deux lamelles minces consécutives.
4. Anode à grille selon l'une quelconque des revendications 1
20 à 3, caractérisée en ce que deux bords (31, 32) desdites lamelles minces, adjacents audit bord (17, 18) de fixation, sont sensiblement parallèles.
5. Anode à grille selon l'ensemble des revendications 2 et 4,
25 caractérisée en ce que la distance entre les deux bords (31, 32) desdites lamelles minces sensiblement parallèles et adjacents audit bord (17, 18) de fixation vaut entre 0,5 et 2 fois l'intervalle séparant deux lamelles minces consécutives.
6. Photomultiplicateur comportant une anode à grille selon l'une
30 quelconque des revendications 1 à 5, et comportant également deux dernières dynodes (12, 13) cylindriques dont les génératrices ont même direction, caractérisé en ce que les plans desdites lamelles minces sont sensiblement perpendiculaires aux génératrices desdites deux dernières dynodes.
7. Photomultiplicateur selon la revendication 6, caractérisé en
35 ce que le bord (31) qui est placé en regard de la dernière dynode

(12) est sensiblement parallèle à la section droite (33) de ladite dernière dynode.

8. Photomultiplicateur selon la revendication 7, caractérisé en ce que la distance entre la dernière dynode (12) et le bord (31) de chacune desdites lamelles, en regard de ladite dernière dynode, est inférieure à 20 % de la distance avant-dernière dynode (13) - dernière dynode (12).

9. Photomultiplicateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que tous les bords (31) desdites lamelles minces, en regard de la dernière dynode (12), sont situés sensiblement à la même distance de ladite dernière dynode.

10. Photomultiplicateur selon la revendication 9, caractérisé en ce que chacun des intervalles séparant deux lamelles minces consécutives vaut entre 0,5 et 2 fois la distance entre la dernière dynode (12) et le bord (31) desdites lamelles minces, en regard de ladite dernière dynode.

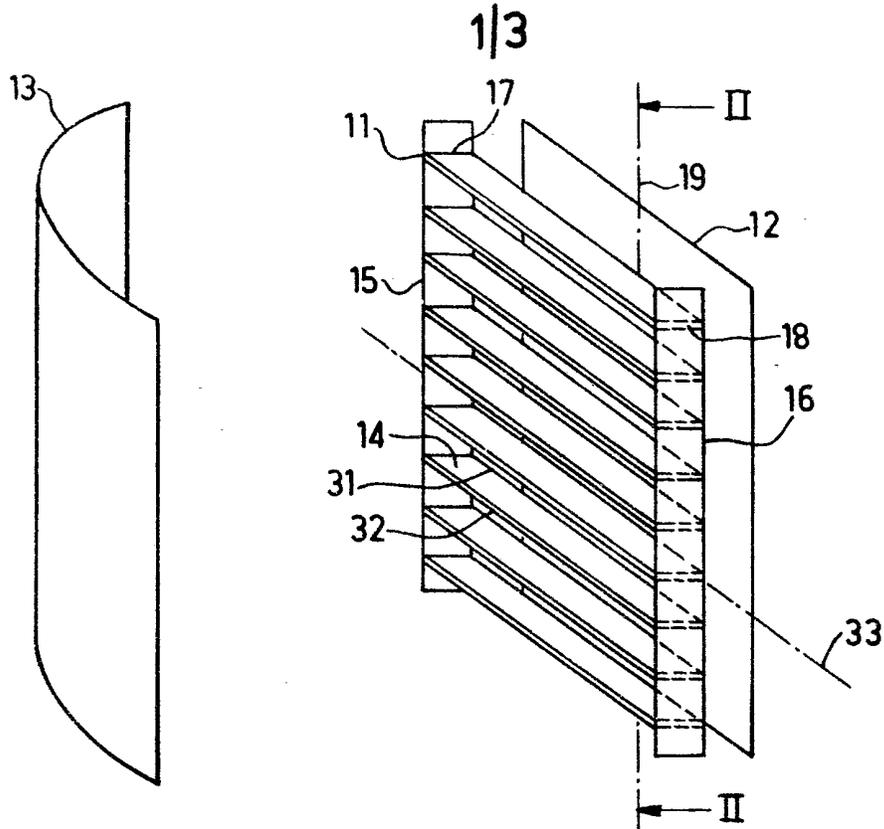


FIG.1

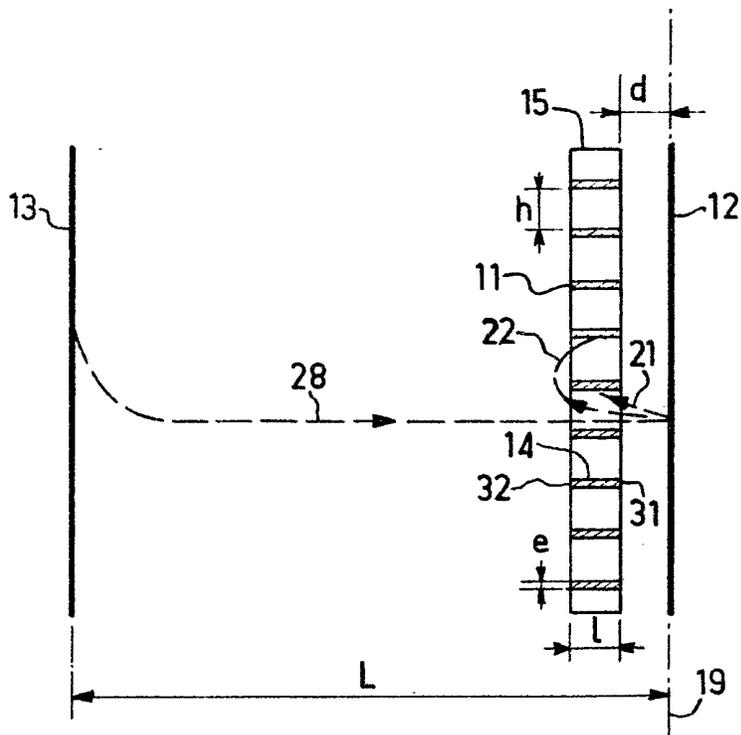


FIG.2

2/3

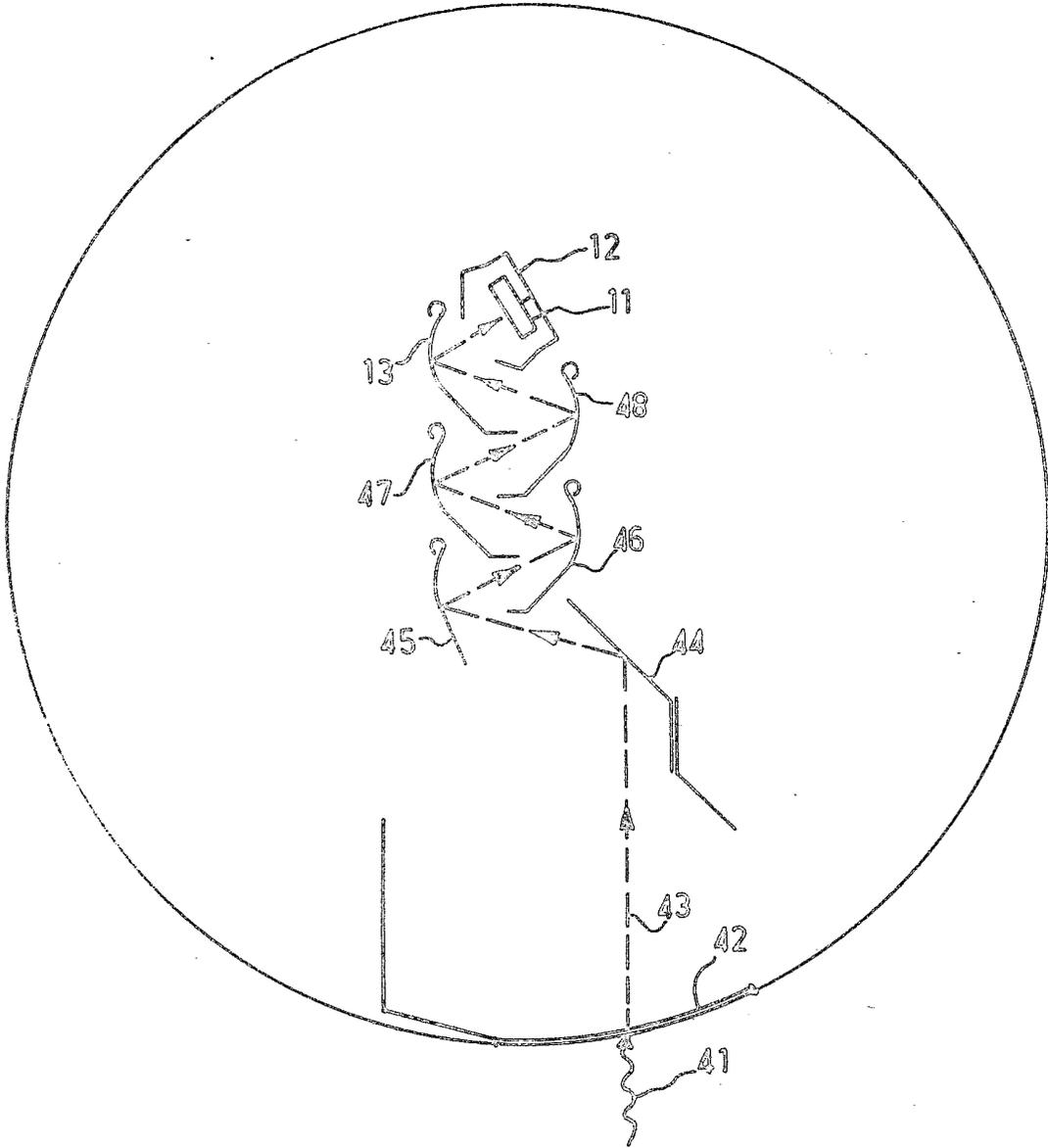


FIG. 3

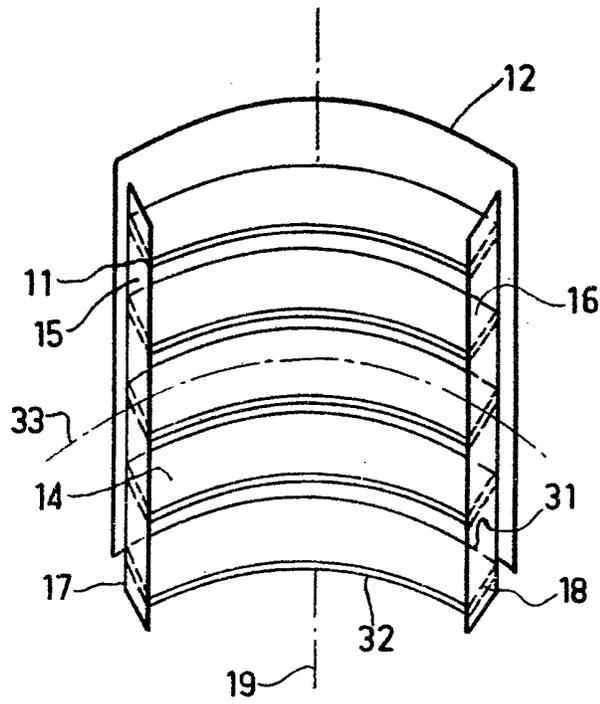


FIG. 4