



NUMERO DE PUBLICATION : 1004442A3

NUMERO DE DEPOT : 9000576

Classif. Internat.: C23C H01J

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

Date de délivrance : 24 Novembre 1992

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 08 Juin 1990 à 14h25
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : GLACERIES DE SAINT-ROCH S.A.
rue des Glaces Nationales 169, B-5700 SAMBREVILLE(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : PLUCKER Guy, OFFICE KIRKPATRICK, Square de Meeus, 4 - B 1040
BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : INSTALLATION DE PULVERISATION CATHODIQUE A TAUX ELEVE.

INVENTEUR(S) : Devigne Roland, rue de la Montagne, 5060 Sambreville (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 24 Novembre 1992
PAR DELEGATION SPECIALE :

G. DE CUYPERE
Secrétaire d'administration

Installation de pulvérisation cathodique à taux élevé.

L'invention concerne une installation de pulvérisation comportant une cathode à effet magnétron à taux de pulvérisation élevé.

La pulvérisation cathodique est une technique désormais éprouvée pour l'application de couches fixes et uniformes d'un matériau de revêtement sur certains substrats. La technique de pulvérisation cathodique, qui est notamment décrite dans le brevet US-2 146 025, se réalise au moyen d'une cathode connectée à une source d'électricité, la cathode étant placée dans une enceinte en atmosphère raréfiée, en présence d'un gaz (par exemple l'argon). Une cible réalisée dans le matériau à pulvériser, fixée sur la cathode, est bombardée avec des ions énergétiques produits par la rencontre de molécules de gaz dispersées dans l'enceinte sous vide et d'électrons accélérés par un champ électrique. Ces ions gazeux sont précipités sur la cible de la cathode avec une énergie suffisante pour en arracher des particules. Le substrat à recouvrir est placé sur le trajet de ces particules et il s'y dépose une fine couche du matériau dont est faite la cible et qui consiste généralement en un métal ou un alliage ("mode métallique") ou un composé chimique de ce matériau pulvérisé formé par réaction avec un gaz réactif introduit à cet effet dans la chambre de pulvérisation ("mode réactif").

L'installation de pulvérisation cathodique suivant l'invention peut être utilisée avantageusement tant pour la pulvérisation en mode métallique que pour la pulvérisation en mode réactif et elle est d'ailleurs particulièrement avantageuse dans ce dernier cas.

Le rendement de la technique de pulvérisation cathodique était à l'origine très faible et il fallait

de surcroît travailler avec un vide relativement peu poussé.

5 La possibilité de confiner les ions au voisinage de la cible à l'aide d'un champ magnétique a fait progresser considérablement cette technique, en augmentant de façon substantielle le taux de pulvérisation et la pureté des dépôts.

10 Le brevet US-4 166 018 décrit une cathode à cible plane, derrière laquelle des aimants sont disposés de façon à réaliser une zone de confinement en forme de piste ovale dans laquelle les électrons sont piégés, d'où un accroissement important du taux de collision avec les atomes gazeux, des impacts d'ions ainsi générés au voisinage de la cathode et donc du
15 taux de pulvérisation.

On comprendra que l'on cherche encore à améliorer le rendement des techniques de pulvérisation cathodique. Le besoin d'une telle amélioration se fait plus particulièrement sentir pour la pulvérisation en
20 mode réactif.

Lorsqu'on dépose des composés chimiques obtenus par réaction du métal de la cible avec un gaz réactif introduit dans l'enceinte, on constate, qu'en fait, le composé chimique recherché se forme aussi bien
25 sur la cible que sur le substrat et ce, de préférence, avec les molécules excitées.

La cible se revêt en effet, par zones, d'une couche mince non conductrice ou faiblement conductrice formée par réaction du matériau de la cible avec le gaz
30 résiduel.

D'autre part, il est difficile de régler directement la formation sur le substrat de ces mêmes composés à partir du gaz réactif et des ions, ou molécules neutres, excitées et clusters.
35

Par ailleurs, l'accumulation d'électrons, et

particulièrement d'électrons de faible énergie, à proximité directe de la cathode, provoque la création d'une charge d'espace limitant le passage du courant de la décharge.

5 Il est connu que certains constructeurs utilisent dans une zone éloignée de la zone de confinement une électrode auxiliaire dite de recollection ou de drainage d'électrons, dont le rôle est de "pomper" les électrons de la décharge afin
10 d'éviter l'accumulation d'électrons de faible énergie, peu efficaces du point de vue de l'ionisation, qui constituent également une charge d'espace limitant le courant véhiculé par les ions positifs.

15 La présente invention a pour but de réaliser une installation avec cathode à magnétron permettant de contrôler la répartition et les effets des particules chargées, de façon à améliorer le rendement énergétique et chimique du processus de dépôt.

20 Un autre but de l'invention est d'améliorer la qualité de la couche déposée sur le substrat.

Un autre but de l'invention est de réaliser une installation permettant de travailler avec un vide poussé dans l'enceinte, inférieur à la pression de travail normale d'un magnétron (quelque 0,1 Pa) d'où
25 une plus grande pureté de la couche.

L'objet de l'invention est une installation pour le revêtement de substrats par pulvérisation cathodique, comportant une chambre de pulvérisation sous vide, un système transporteur pour supporter et
30 déplacer les substrats au travers de la chambre et au moins une cathode constituée d'une cible dont la surface extérieure est formée d'une matière destinée à être pulvérisée, la dite cible comportant au moins une partie active, de moyens de raccordement à une source
35 de courant électrique, d'un circuit de refroidissement

de la cible, de moyens de raccordement de ce circuit de refroidissement, de moyens magnétiques de confinement comportant des aimants dont les pôles homopolaires sont reliés par des pièces polaires déterminant la surface active de la cible; le dispositif comprend, en outre, au moins une paire d'électrodes disposée à proximité de la surface des substrats, parallèlement à celle-ci, les dites électrodes étant reliées en opposition de phase à une source de tension à basse ou moyenne fréquence et étant aptes à engendrer une oscillation des particules chargées à hauteur des substrats, un injecteur de gaz réactif étant placé entre ces électrodes.

L'injecteur de gaz réactif a, avantageusement, la forme d'une rampe et comporte deux lèvres, au moins une paire d'électrodes étant située de part et d'autre de ces lèvres, le dit injecteur et les dites électrodes étant disposés à proximité du substrat, perpendiculairement au sens de déplacement imprimé par le système de transporteur aux substrats.

Avantageusement, cette source de tension à basse fréquence est apte à produire une onde carrée.

De façon avantageuse, les pièces polaires de polarité opposée de la cathode sont de forme ou de disposition dissemblable, de manière telle qu'elles confèrent aux lignes de flux magnétique franchissant l'entrefer une courbure asymétrique par rapport à un plan médian passant entre les dites pièces polaires.

Suivant une forme de variante avantageuse, la cathode comporte une cible fixe.

Selon une forme de réalisation particulière, au moins une des pièces polaires est située vers l'avant par rapport à la surface active de la cible.

Selon une forme avantageuse, au moins une des pièces polaires débordé vers l'avant par rapport à la surface active de la cible et comporte un rebord dirigé

en substance vers l'autre pièce polaire.

Suivant cette forme de réalisation, au moins une des pièces polaires s'étend vers l'avant par rapport à la surface active de la cible.

5 Dans une forme d'exécution préférée, la pièce polaire qui s'étend vers l'avant par rapport à la surface active de la cible comporte, à sa partie la plus éloignée de la cible, un rebord dirigé en substance vers l'autre pièce polaire.

10 Suivant une autre forme de réalisation, l'installation est pourvue de cathodes dont la cible est de forme cylindrique, creuse, et est munie de moyens aptes à la faire tourner autour de son axe, et de moyens de refroidissement internes.

15 Dans la forme de réalisation ci-dessus, les moyens magnétiques sont avantageusement disposés à l'extérieur du volume de la cible cylindrique.

De façon préférée, l'installation selon l'invention comporte, près de la cible et dirigé vers celle-ci, un organe d'injection d'électrons à haute énergie. Cet organe est avantageusement un canon à électrons placé au voisinage d'une pièce polaire débouchant quasi tangentiellement à la cible.

20 Suivant une autre forme de réalisation, l'organe d'injection d'électrons comporte un filament chauffant fixé dans une gorge ménagée sous une pièce polaire parallèlement à l'axe de celle-ci, la face interne de cette gorge étant doublée d'un déflecteur polarisé à la tension négative de la source de pulvérisation apte à renvoyer les électrons émis par le filament sur la cible; ce filament chauffant est alimenté, de préférence, par un transformateur d'isolement délivrant une basse tension périodique.

30 L'installation suivant l'invention comporte également, de préférence, une électrode polarisée de

manière à provoquer le déplacement des particules chargées évoluant au sein du plasma et placée à proximité d'une des pièces polaires.

5 Selon une forme de réalisation préférée, l'électrode est mise à la masse et est placée du côté de la pièce polaire située à l'opposé de l'inflexion maximale des lignes de force de champ magnétique dans l'entrefer.

10 Dans une variante de réalisation, l'électrode est mise à la masse via un circuit RLC, ce qui a pour conséquence une autopolarisation de ladite électrode.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront de la description d'une forme d'exécution particulière décrite ci-après, référence
15 étant faite aux dessins annexés, dans lesquels :

la Fig. 1 est une vue schématique et en perspective en coupe suivant un plan perpendiculaire à l'axe d'une piste de cathode magnétron "race-track" classique;

20 la Fig. 2 est une vue schématique en coupe suivant un plan parallèle au sens de défilement du substrat d'une piste de cathode "belt-track" à effet magnétron monté dans une installation à taux de pulvérisation élevé suivant l'invention;

25 la Fig. 3 est une vue schématique en coupe suivant un plan perpendiculaire au plan médian de la cible d'une cathode de l'installation selon l'invention dotée d'un canon à électrons;

la Fig. 4 est une vue en coupe suivant un plan perpendiculaire au plan médian d'une cathode de type
30 "race-track" conçue pour l'installation suivant l'invention;

la Fig. 5 est une vue schématique en coupe suivant un plan perpendiculaire à son axe d'une cathode
35 pouvant équiper l'installation suivant l'invention et

dotée d'une cible rotative à circuit magnétique externe;

la Fig. 6 est une vue en perspective, avec arrachement, d'une cathode avec électrodes de
5 récollection suivant l'invention, et

la Fig. 7 est un graphique montrant l'évolution du taux de pulvérisation en fonction de la fréquence.

La Fig. 1 est une vue schématique en coupe
10 suivant un plan perpendiculaire à l'axe d'une piste de cathode double "race-track" classique.

La cible est constituée de deux tôles planes 1 réalisées en matériau à pulvériser. Des aimants 2 sont placés transversalement par rapport à l'axe 3 de la
15 cible, derrière celle-ci; les pièces polaires 4 amènent le flux magnétique jusqu'au niveau de la face arrière de chaque cible.

Les lignes de flux magnétique 5 de l'entrefer, se refermant par-dessus la cible 1, délimitent des
20 surfaces de confinement toroïdales fermées, du fait de la forme annulaire de chaque cible.

Cette cible 1 pourrait être également constituée par une tôle de forme cylindrique refermée sur elle-même autour des moyens magnétiques 2.

25 Les électrons 6 confinés entre ces lignes de flux 5 "dérivent", c'est-à-dire se déplacent en tournoyant sans pouvoir s'échapper. Ces longues trajectoires accroissent fortement la probabilité que ces électrons rencontrent un atome de gaz et
30 l'ionisent. Ces réactions se produisent toutefois préférentiellement à proximité de la surface de la cible 1, où le confinement est maximum.

Ce confinement joue aussi paradoxalement un rôle négatif, particulièrement lorsqu'on travaille en
35 mode réactif, c'est-à-dire lorsque du gaz pouvant

réagir avec la substance pulvérisée est introduit dans l'enceinte.

5 Lorsque l'on recherche la formation d'un composé sur le substrat, on a tout intérêt à ce que le composé recherché se forme sur le substrat lui-même ou à proximité de celui-ci. Or, la configuration de la cathode impose et favorise une densité élevée d'électrons à proximité de la cible 1 et également d'électrons secondaires thermiques.

10 Il se forme une "charge d'espace" limitant le courant de décharge, donc le taux de pulvérisation.

D'autre part, le composé recherché se forme aussi bien sur la cible 1 que sur le substrat. La surface de la cible 1 se couvre partiellement d'une pellicule dont la présence entrave le passage du courant de décharge.

15 La Fig. 2 est une vue en coupe selon un plan perpendiculaire à l'axe de la cible 1 d'une cathode "belt" de type tel que décrit dans le brevet EP-018690 aménagée pour l'installation selon l'invention.

20 Derrière la cible 1, est monté le circuit magnétique; il est constitué de moyens magnétiques 2 (en l'occurrence des aimants) auxquels sont accolées des pièces polaires de section dissemblables 8, 9, ce qui confère au champ magnétique résultant 10 une forme dissymétrique.

25 Les lignes de force de ce champ 10 montrent une courbure accentuée vers le substrat 11, du côté de la pièce polaire de la plus faible dimension 8; cette configuration produit une zone 12, dite de "semi-confinement", où la probabilité d'échappement des électrons en direction du substrat est fortement accrue.

30 Même les électrons de relativement faible niveau énergétique peuvent ainsi diffuser vers le

35

substrat.

Une électrode autopolarisée ou polarisée par un circuit annexe 13 est placée à hauteur de la pièce polaire de plus forte dimension 9. Cette électrode 13 favorise la diffusion des électrons en direction de la zone 12 de moindre confinement. Cette électrode 13, suivant les applications, peut être reliée à la masse, directement ou via un circuit RLC 14 ou encore être polarisée positivement ou négativement par rapport à celle-ci. Suivant l'effet recherché sur les particules évoluant au sein du plasma, on peut également injecter dans cette électrode 13 une tension périodique.

La probabilité d'ionisation et, par conséquent, le courant ionique de la cible, sont contrôlés dans la cathode du dispositif selon l'invention par injection contrôlée d'électrons d'énergie supérieure à celle nécessaire pour ioniser l'atmosphère de travail. Dans le mode de réalisation décrit à la Fig. 2, ce moyen d'injection 15 est constitué par un filament chauffant 16 maintenu dans une gorge 17 ménagée le long d'une des pièces polaires 9.

Un défecteur 18 repousse les électrons émis en direction de la zone de confinement. Le filament 16 est alimenté à travers un transformateur d'isolement (non représenté). Un circuit de refroidissement auxiliaire 19 est prévu dans la pièce polaire 9.

Grâce à l'adjonction de cet injecteur d'électrons 15, la plage de pression de fonctionnement de l'installation peut être étendue à des pressions inférieures à un micron.

Une autre réalisation de cette injection d'électrons sera montrée à la Fig. 4. Une fois que les électrons 6 ont franchi le volume-enveloppe des trajectoires confinées 20, ils se retrouvent à

proximité du substrat 11, en place utile pour provoquer l'ionisation du flux de particules neutres arrivant de la cible 1 et des atomes ou molécules de gaz réactif. Ceci a pour effet de favoriser, au niveau du substrat 11, la formation par recombinaison ou collision de particules neutres excitées très réactives.

Cet effet est amplifié dans l'installation selon l'invention par deux électrodes 21 disposées juste au-dessus du substrat 11.

Ces électrodes 21 sont montrées en coupe sur la Fig. 2, mais elles ont en réalité la forme de profilés s'étendant sur toute la largeur du substrat 11.

Ces électrodes 21 couplées et alimentées en opposition de phase sont reliées à une source de tension basse fréquence 23, émettant de préférence des ondes carrées. Les particules 6 présentes dans le plasma sont alternativement attirées, puis repoussées par chaque électrode 21.

La probabilité de collision entre les particules est donc fortement accrue à proximité directe du substrat. Le niveau énergétique des électrons thermalisés est rehaussé, les molécules présentes sont ionisées et retombent à des états excités très réactifs favorisant la formation des composés recherchés sur le substrat 11, d'où une amélioration de la composition, de l'homogénéité du dépôt et du rendement de pulvérisation.

La Fig. 3 est une vue en coupe schématique selon un plan perpendiculaire au plan médian d'une piste d'une cible plane pouvant être utilisée dans l'installation, avec injection d'électrons 6 à haut niveau énergétique par un canon à électrons 22.

Le canon à électrons 22 est orienté suivant un angle prédéterminé par rapport à la cible 1 ou

tangentielllement à celle-ci. Dans ce cas, un orifice 24 est ménagé au travers de la pièce polaire 9.

5 La Fig. 4 est une vue en coupe selon un plan perpendiculaire à l'axe d'une cathode "race-track" conçue pour l'installation selon l'invention.

10 La cible 1 est constituée par deux bandes longitudinales 25 raccordées à leurs extrémités pour former une piste continue. Les aimants 2 sont accolés à la face arrière de cette piste, les pôles magnétiques étant orientés de façon homopolaire vers l'intérieur et vers l'extérieur de la courbure; les pièces polaires centrales 26 sont sensiblement de section réduite par rapport aux pièces polaires externes 27, ce qui provoque une distorsion de la configuration des lignes de flux magnétique 10, favorable à l'effet de semi-confinement recherché.

15 La cathode est refroidie par la présence de conduits de refroidissement 28, comme dans les autres modèles illustrés.

20 La Fig. 5 est une vue schématique en coupe selon un plan perpendiculaire à son axe d'une cathode à cible rotative conçue pour l'installation selon l'invention et dont le circuit magnétique 29 est externe.

25 La cible est constituée d'une structure cylindrique 30 garnie à sa surface extérieure de matière à pulvériser. Le circuit magnétique de confinement 31 est disposé extérieurement par rapport au volume de la cible 1; il comprend des aimants 2 et des pièces polaires 26, 27 de section inégale, l'une étant de faibles dimensions et l'autre de plus fortes dimensions. Les lignes de flux magnétique 10 s'étendent entre ces pièces polaires 26, 27 de façon sensiblement parallèle à la surface de la cible 30. Ces lignes de flux magnétique 10 présentent toutefois une courbure

30

35

fortement marquée en direction du substrat 11 du côté de la pièce polaire de plus faible section 26. L'évacuation vers le substrat d'électrons de relativement faible niveau énergétique favorise encore la dissipation thermique déjà extrêmement favorable
5 avec une forme de cathode telle que décrite ici.

En outre, le circuit magnétique disposé à l'extérieur laisse la totalité du volume de la cible disponible pour le système de refroidissement.

10 La Fig. 6 montre, en perspective, une disposition des électrodes de récollection 31 particulièrement avantageuse.

Le substrat 11 défile horizontalement sous une cathode qui est ici vue en coupe. Un injecteur de gaz réactif 32 en forme de rampe est disposé sur le côté de
15 la cathode, parallèlement à celle-ci et à proximité du substrat 11. Des électrodes 31 en forme de barres sont fixées de part et d'autre des lèvres de l'injecteur 32 et constituent donc un passage obligé pour ces
20 molécules de gaz réactif. Cette configuration particulière autorise un gain supérieur à 10% sur le taux de pulvérisation de la cathode. Ce gain est fonction de la matière à déposer, de la tension du signal appliqué aux électrodes et de sa fréquence. La
25 tension peut varier, suivant la matière, entre 10 et 200 volts et la fréquence entre 100 Hz et 10 MHz.

La Fig. 7 donne, à titre d'exemple, la courbe d'accroissement du taux de pulvérisation (T_2/T_1) en fonction de la fréquence du signal appliqué, obtenue
30 avec une cible d'étain et sous une tension de 10 volts crête à crête.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Installation pour revêtement de substrats par pulvérisation cathodique comportant une chambre de pulvérisation sous vide, un système de transporteur pour supporter et déplacer les substrats au travers de la chambre et au moins une cathode constituée :

d'une cible (1) dont la surface extérieure est formée d'une matière destinée à être pulvérisée, la dite cible comportant au moins une partie active,

de moyens de raccordement à une source de courant électrique,

d'un circuit de refroidissement et de moyens de raccordement à ce circuit de refroidissement,

de moyens magnétiques de confinement comportant des aimants (2), dont les pôles homopolaires sont reliés par des pièces polaires (8, 9, 26, 27) déterminant la surface active de la cible,

caractérisée en ce qu'au moins une paire d'électrodes (21) est disposée à proximité de la surface des substrats (11), parallèlement à celle-ci, les dites électrodes étant reliées en opposition de phase à une source de tension à basse fréquence (23) et étant aptes à engendrer une oscillation des particules chargées à hauteur des substrats, un injecteur de gaz réactif étant placé entre ces électrodes.

2.- Installation suivant la revendication 1, caractérisée en ce que l'injecteur de gaz réactif a la forme d'une rampe et comporte deux lèvres, au moins une paire d'électrodes (21) étant située de part et d'autre de ces lèvres, le dit injecteur et les dites électrodes étant disposés à proximité du substrat, perpendiculairement au sens de déplacement imprimé par le système de transporteur aux substrats.

3.- Installation suivant l'une quelconque des

revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la source de tension à basse fréquence est apte à produire une onde carrée.

5 4.- Installation suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les pièces polaires du circuit magnétique de polarité opposée sont de formes ou de dispositions dissemblables, de telle manière qu'elles confèrent aux
10 lignes de flux magnétique franchissant l'entrefer une courbure asymétrique par rapport à un plan médian passant entre les dites pièces polaires.

5.- Installation suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la cathode (7) comporte une cible fixe (1).

15 6.- Installation suivant la revendication 5, caractérisée en ce qu'au moins une des pièces polaires est située vers l'avant par rapport à la surface active de la cible.

20 7.- Installation suivant la revendication 6, caractérisée en ce que cette au moins une pièce polaire qui déborde vers l'avant par rapport à la surface active de la cible comporte un rebord dirigé en substance vers l'autre pièce polaire.

25 8.- Installation suivant l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 et 4, caractérisée en ce que la cible de la cathode est de forme cylindrique (30), creuse, et est munie de moyens aptes à la faire tourner autour de son axe.

30 9.- Installation suivant la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens magnétiques (2, 8, 9, 26, 27) sont disposés à l'extérieur de la cible cylindrique.

35 10.- Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce qu'au moins une des pièces polaires s'étend vers l'avant par rapport à la surface active de

la cible.

11.- Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce que la pièce polaire qui s'étend vers l'avant par rapport à la surface active de la cible comporte, à sa partie la plus éloignée de la cible, un rebord dirigé en substance vers l'autre pièce polaire.

12.- Installation suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la cathode comporte, près de la cible et dirigé vers celle-ci, un organe (15, 22) d'injection d'électrons à haute énergie.

13.- Installation suivant la revendication 12, caractérisée en ce que l'organe est un canon à électrons (22) placé au voisinage d'une pièce polaire (9) débouchant quasi tangentiellement à la cible (1).

14.- Installation suivant la revendication 12, caractérisée en ce que l'organe d'injection d'électrons (15, 22) comporte un filament chauffant (16) fixé dans une gorge (17) ménagée dans une pièce polaire parallèlement à l'axe de celle-ci, la face interne de cette gorge étant garnie d'un déflecteur (18) polarisé à la tension négative de la source de pulvérisation apte à renvoyer les électrons émis par le filament vers la cible (1).

15.- Installation suivant la revendication 14, caractérisée en ce que le filament chauffant (17) est alimenté par un transformateur d'isolement délivrant une basse tension périodique.

16.- Installation suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'une électrode (13) polarisée de manière à provoquer le déplacement des particules chargées évoluant au sein du plasma est placée à proximité d'une des pièces polaires (8, 9).

17.- Installation suivant la revendication 16,
caractérisée en ce que l'électrode est mise à la masse
et est placée du côté de la pièce polaire située à
l'opposé de l'inflexion maximale des lignes de force du
5 champ magnétique dans l'entrefer.

18.- Installation suivant la revendication 17,
caractérisée en ce que l'électrode est mise à la masse
via un circuit RLC (14).

10

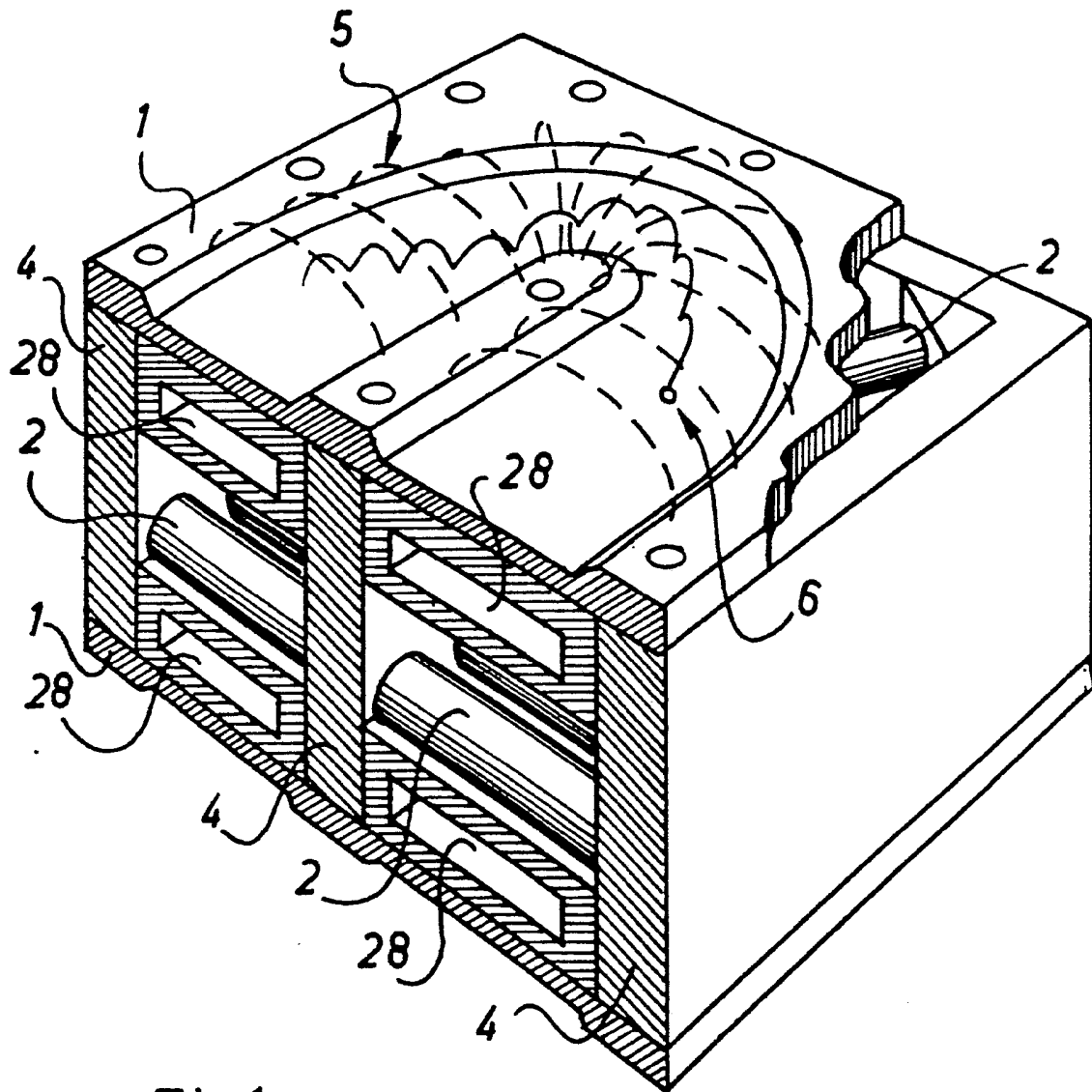
15

20

25

30

35

I/IV*Fig. 1*

18

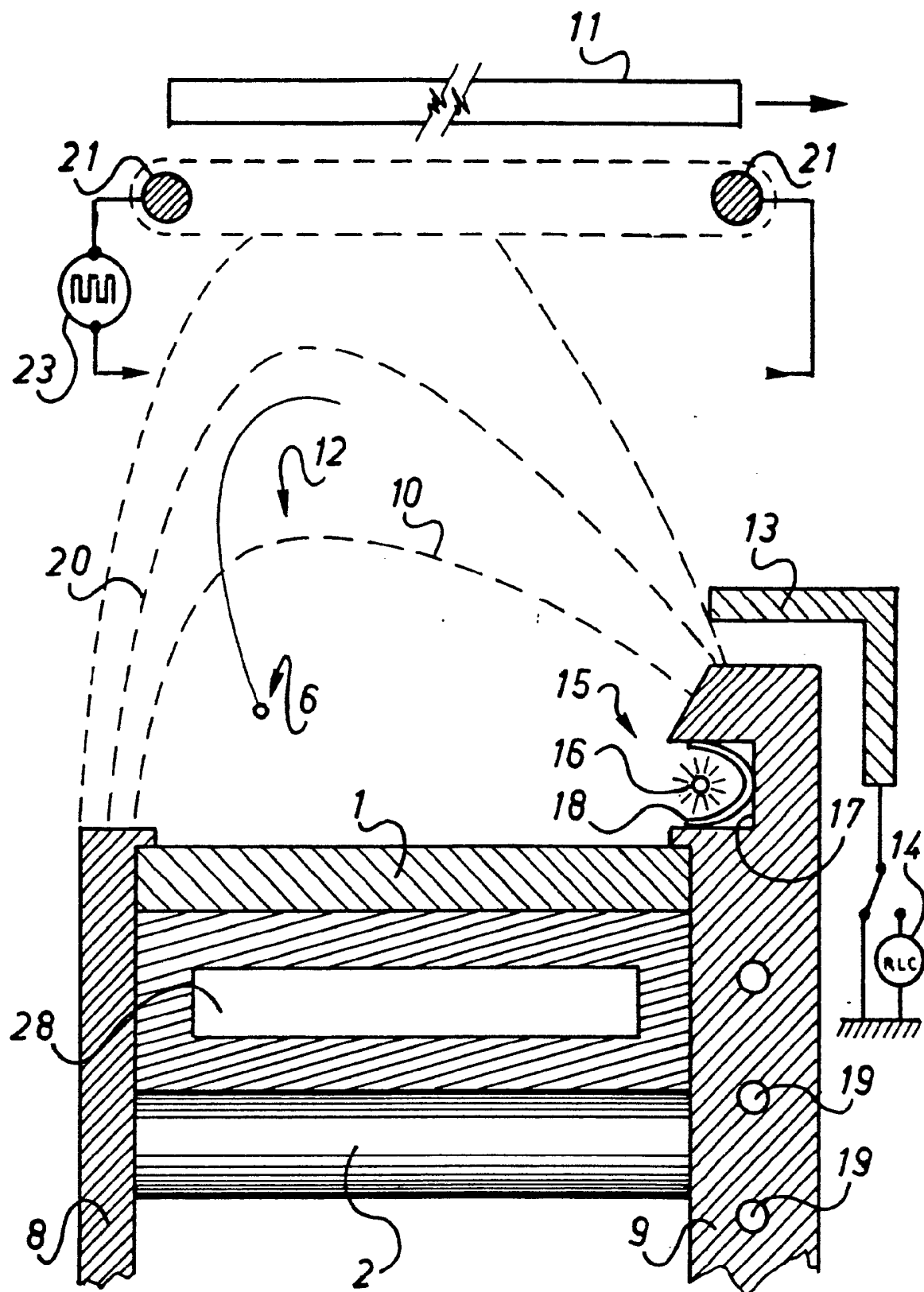
II/IV

Fig 2

III/IV

Fig 3

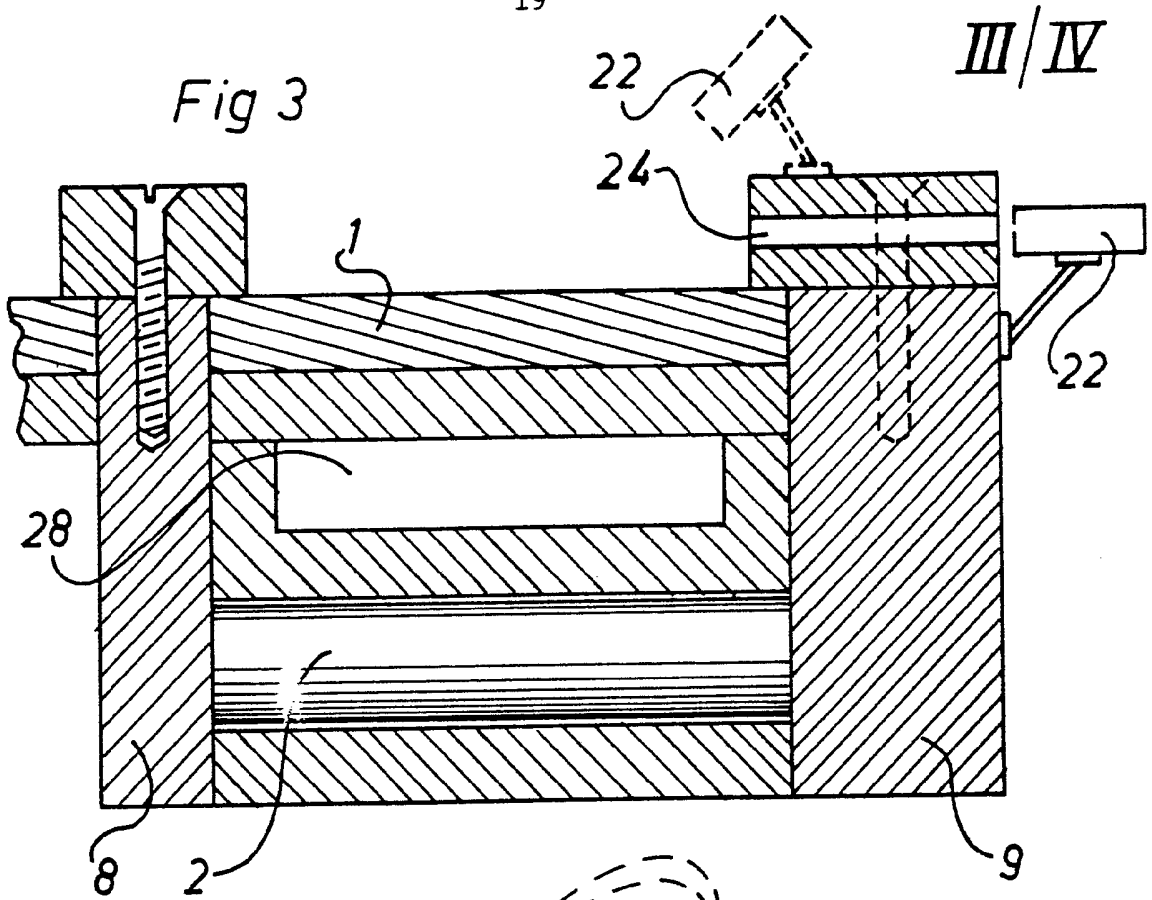


Fig 5

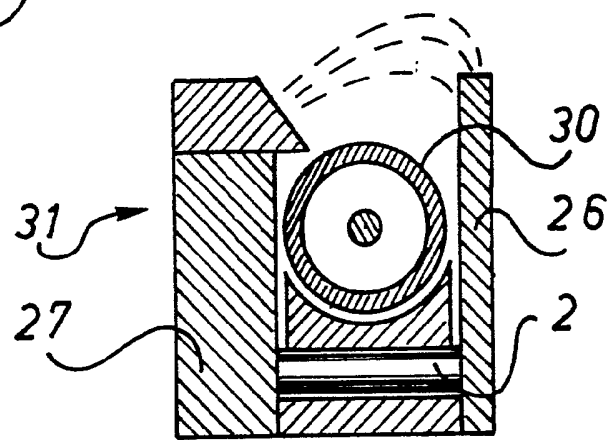
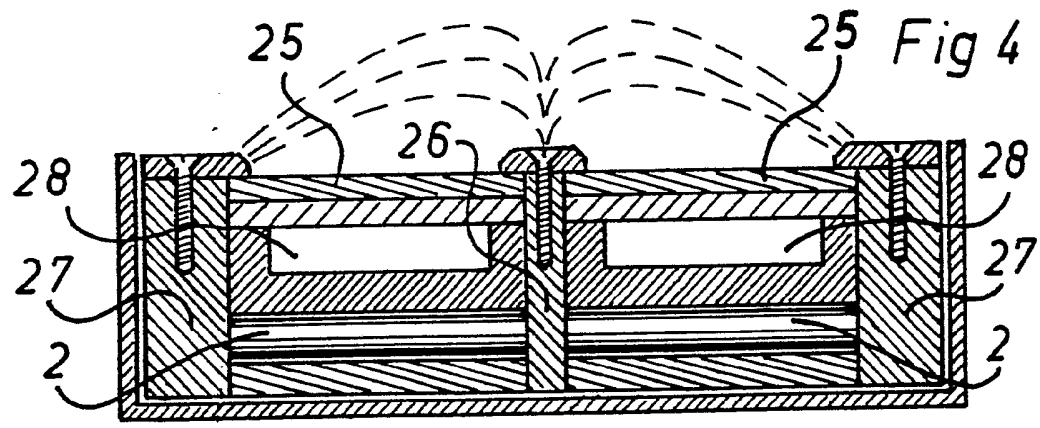
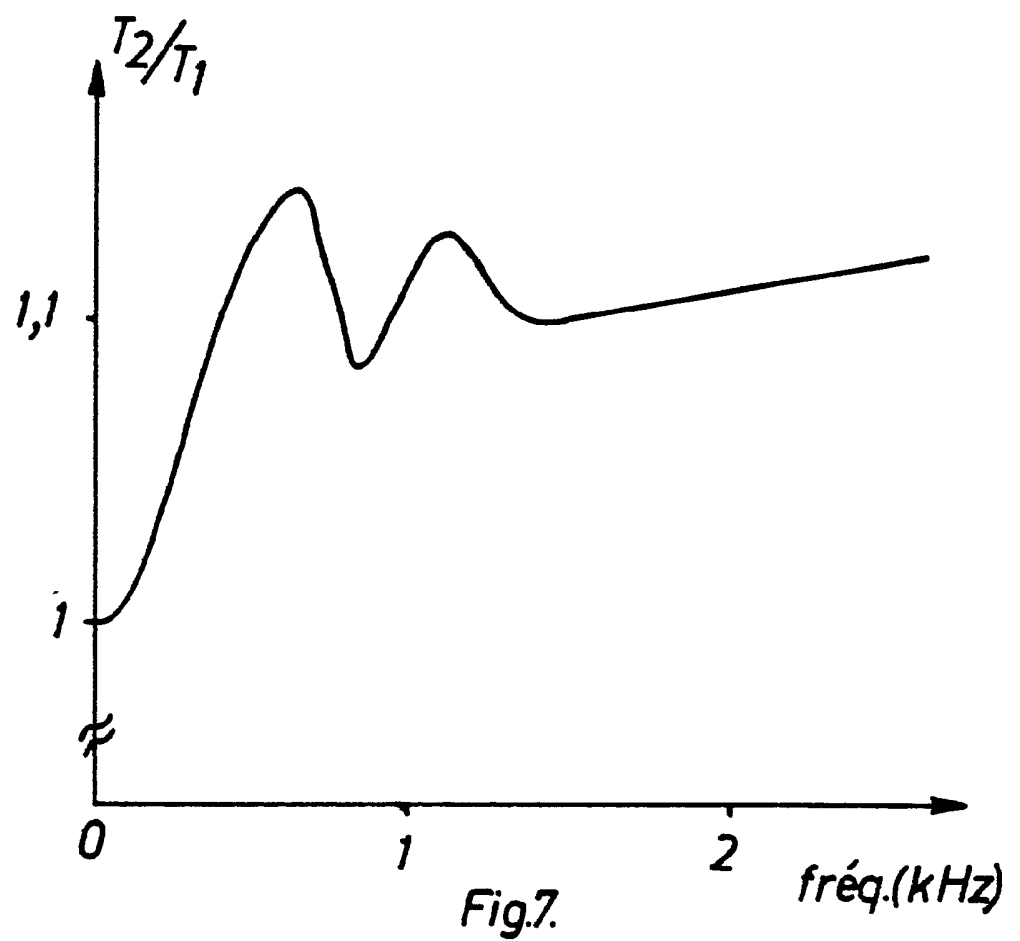
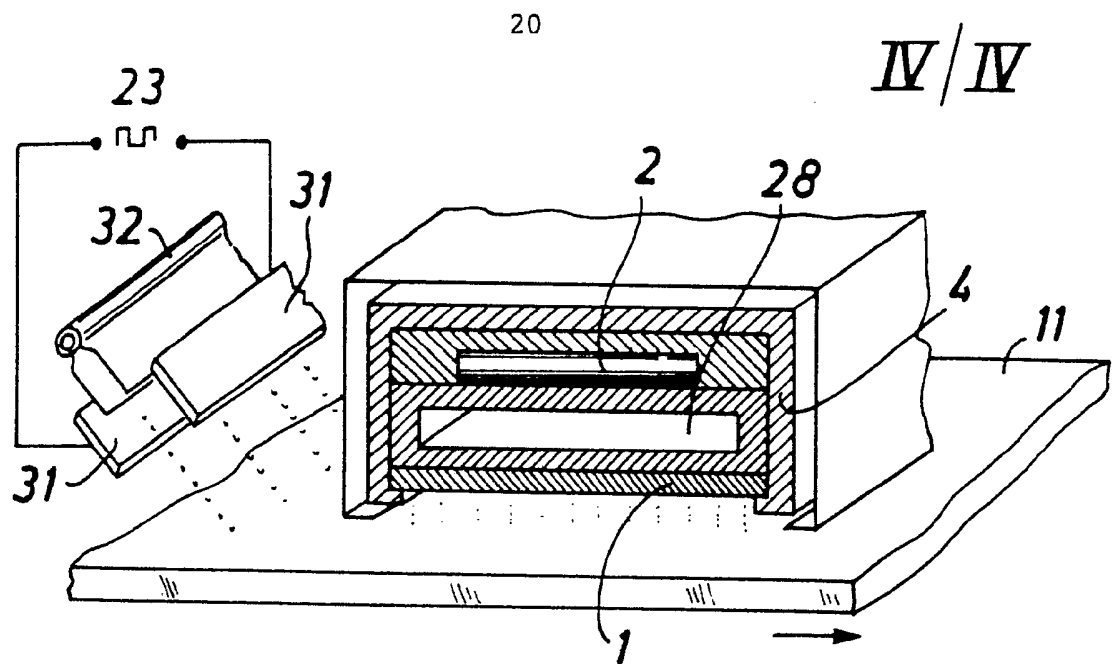


Fig 4







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BE 9000576
BO 2350

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	WO-A-8 502 418 (SHATTERPROOF GLASS CORP.) * Abrégé; figures 1,4 * ---	1,2	C 23 C 14/35 H 01 J 37/34
A	US-A-4 931 158 (BUNSHAH et al.) * Abrégé; figure 1 * ---	1,2	
A	GB-A-2 209 769 (ION TECH LTD) * Abrégé; figure 2 * ---	4,6,7, 10	
A	DE-A-3 834 318 (LEYBOLD AG) * Abrégé; figure * ---	8-10	
A	US-A-4 155 825 (FOURNIER) * Abrégé; figure 1 * -----	12-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			C 23 C H 01 J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
05-03-1991		PATTERSON A.M.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BE 9000576
BO 2350

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 18/03/91

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO-A- 8502418	06-06-85	EP-A- 0162842	04-12-85
US-A- 4931158	05-06-90	Aucun	
GB-A- 2209769	24-05-89	Aucun	
DE-A- 3834318	12-04-90	US-A- 4933065	12-06-90
US-A- 4155825	22-05-79	Aucun	