

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 551 459

②1 N° d'enregistrement national :

84 13448

⑤1 Int Cl⁴ : C 23 C 14/34.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 30 août 1984.

③0 Priorité : DE, 31 août 1983, n° P 33 31 406.3.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 10 du 8 mars 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : LEYBOLD-HERAEUS
GMBH. — DE.

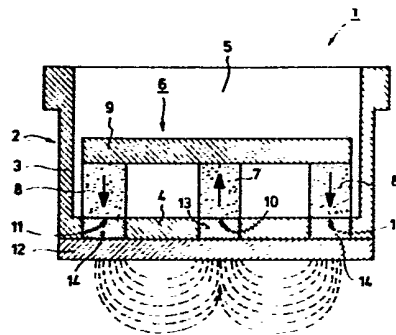
⑦2 Inventeur(s) : Klaus Röhl, Karl-Heinz Schuller et Gerd
Deppisch.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Cathode d'atomisation.

⑤7 Cathode pour installations d'atomisation cathodique. Derrière une plaque-cible 12 en matériau ferromagnétique est disposé un système magnétique. Les lignes de champ qui en sortent forment, en avant de la plaque-cible 12, un tunnel magnétique fermé (cathode de magnétron). La plaque-cible 12 est une partie amovible d'un corps creux 2 en forme de cuve qui entoure le système magnétique. Pour pouvoir, avec un tel dispositif, atomiser les plaques-cibles ferromagnétiques, selon l'invention, on amène les pièces ferromagnétiques 14 dans la zone polaire du système magnétique, sans entrefer, jusque immédiatement sur la face arrière de la plaque-cible ferromagnétique. Ceci peut se faire soit au moyen de pièces intermédiaires en forme de liteaux, soudées dans le fond du corps creux et pontant la distance entre les surfaces polaires et la plaque-cible, soit par une conception de la plaque-cible immédiatement comme fond du corps creux. Mais il est également possible de remplacer une partie des aimants permanents par des épanouissements polaires à magnétisme doux. De la façon indiquée, une plaque-cible ferromagnétique plus épaisse appartient également plus facilement dans la zone de la saturation magnétique.



FR 2 551 459 - A1

D

CATHODE D'ATOMISATION

L'invention concerne une cathode d'atomisation pour installations d'atomisation de cathodes, comportant une plaque cible en matériau ferromagnétique, un système magnétique, qui se trouve
5 derrière la plaque cible, présentant des pôles opposés, disposés dans une position relative par rapport à la plaque cible telle qu'au moins une partie des lignes de champ sortant des pôles sort à travers la plaque cible et y rentre à nouveau, étant précisé que la plaque cible est une partie amovible d'un corps creux en forme de cuve dans
10 lequel est logé le système magnétique.

On connaît, par le document DE-OS 30 47 113, une disposition de cathode comparable pour cibles non ferromagnétiques. Le corps creux est constitué d'un matériau amagnétique comme le cuivre et a la forme d'une cuve rectangulaire avec un corps creux parallélépipédique fermé vers le bas par un fond d'une pièce avec la cuve. Sur
15 la face inférieure du fond est fixée, par une surface d'appui plane, une plaque cible constituée du matériau à atomiser. Les surfaces polaires y vont jusqu'au voisinage immédiat du fond de la cuve, de sorte que les lignes du champ magnétique doivent traverser le fond de la cuve, qui a une épaisseur de quelques millimètres, et la plaque cible jusqu'à ce qu'elles forment sur la surface libre de la cible un tunnel fermé constitué de lignes de champ magnétique. Mais tout dépend très
20 particulièrement de ce tunnel fermé, qui limite largement la décharge par effet couronne au voisinage de la surface de la cible et accroît de ce fait le taux d'atomisation du facteur 10 à 30. Les dispositions de cathode de ce type sont désignées également comme cathodes de magnétron. Il en résulte que pour une même géométrie du système magnétique et pour une même intensité du champ, la portion des lignes du champ qui courent à l'intérieur du fond de la cuve est inutilisable.
30 Pour compenser cet effet, il faut donc, déjà dans le cas des plaques cibles en matériaux amagnétiques, utiliser un système magnétique largement dimensionné en conséquence. Mais les matériaux pour aimants dont il est question ici sont extrêmement coûteux. A cela s'ajoutent, dans le cas des plaques cibles en matériaux pour aimants, comme on doit par
35 exemple les utiliser pour la fabrication des bandes magnétiques d'enregistrement, des problèmes vraiment sérieux.

Dans le cas des plaques cibles ferromagnétiques, le flux magnétique qui passe à travers le matériau cible est largement court circuité, de sorte qu'avec les dispositifs actuels, il n'est pas possible de construire un champ magnétique d'une intensité suffisante en avant de la surface de la cible. Certes, il est en principe possible d'éviter partiellement ce problème par le moyen que soit on rapporte d'autres aimants en avant ou à côté de la cible, que l'on prévoit des surfaces polaires sur la plaque cible elle-même, par exemple au moyen de rainures ou de marches, ou bien que l'on chauffe la plaque cible au-delà de son point de Curie.

La disposition de pôles magnétiques situés à l'extérieur, à elle seule, conduit toutefois à des zones profondes et étroites d'atomisation (dénommées fossés d'érosion) et donc à une mauvaise utilisation du matériau. De plus, le système magnétique lui-même est atomisé dans une proportion plus ou moins importante, un processus tout-à-fait indésirable, car il influence les caractéristiques de couche et conduit à une "consommation" progressive du dispositif de cathode. Des rainures, des fentes ou des marches dans les plaques cibles ferromagnétiques conduisent également à des fossés d'érosion fortement limités dans l'espace et donc également à une mauvaise utilisation du matériau. A cela s'ajoute une dépense d'usinage élevée indésirable pour la fabrication de la cible. L'échauffement des plaques cibles au-delà du point de Curie conduit à une charge thermique élevée des substrats d'une part et à des constructions coûteuses de cathode de ce fait, pour pouvoir maîtriser les problèmes thermiques.

Une autre possibilité pour l'atomisation des matériaux ferromagnétiques consiste à mettre en oeuvre une saturation magnétique des plaques cibles. La masse magnétique nécessaire y dépend aussi bien de l'épaisseur que de la magnétisation des plaques cibles ainsi que de l'optimisation du circuit magnétique. Des systèmes magnétiques techniquement réalisables imposent ici des plaques cibles de faible épaisseur seulement, qui, par exemple, dans le cas d'un matériau cible à forte teneur en fer, est inférieure à environ 2 à 3 mm et dans le cas d'un matériau cible à forte teneur en nickel, est inférieure à environ 5 mm. On part ici de l'idée que l'intensité du champ magnétique à la surface de la cible devrait être d'au moins 400 Oe.

Tandis que d'une part on peut regarder le principe de la saturation magnétique comme la voie la plus simple pour l'atomisation des matériaux ferromagnétiques, cette mesure conduit, en cas d'utilisation de constructions traditionnelles de magnétron, à la mise en oeuvre de plaques cibles ferromagnétiques minces et donc à un échange fréquent des plaques cibles et à de longues durées d'indisponibilité de l'ensemble de l'installation sous vide, ce qui bloque des investissements élevés.

L'invention a pour objet d'améliorer une cathode du type mentionné au début de façon qu'elle permette d'atomiser, avec un taux d'atomisation élevé, des plaques cibles ferromagnétiques de plus forte épaisseur et donc avec un rendement d'atomisation plus élevé.

Selon l'invention on atteint cet objet par le moyen que des pièces ferromagnétiques sont amenées dans la zone polaire du système magnétique, sans entrefer, jusque immédiatement sur la face arrière de la plaque cible ferromagnétique.

La théorie enseigne qu'entre les surfaces polaires et la face arrière de la cible ferromagnétique il ne doit y avoir ni entrefer, ni pièces en matériaux amagnétiques.

Certes, il est connu, par les documents DE-OS 31 24 599 et US-PS 4 169 031, d'amener les pôles magnétiques jusqu'au voisinage immédiat de la face arrière de la cible. Toutefois, dans le cas de la cible non-ferromagnétique mentionnée, ceci ne conduit à aucun avantage particulier étant donné que le matériau de la cible se comporte ici comme un entrefer.

La réalisation de l'invention peut s'atteindre par deux principes de construction de base.

Dans une première forme d'exécution avantageuse, le corps creux présente un fond pour poser la plaque cible, étant précisé que dans ce fond, dans la zone des pôles du système magnétique, sont insérés des liteaux de matériau ferromagnétique qui ferment le circuit magnétique entre le système magnétique et la plaque cible et étant précisé que le reste du fond est constitué de matériau amagnétique (par exemple du cuivre).

Dans une deuxième forme d'exécution avantageuse, la plaque cible est posée avec étanchéité au gaz et au liquide, sur un cadre et

constitue avec lui le corps creux mentionné, étant précisé que le système magnétique lui-même atteint jusqu'à la face arrière de la plaque cible.

5 Grâce aux mesures mentionnées, on atteint un couplage magnétique direct du flux magnétique produit par le système magnétique; et ce flux magnétique est conduit dans des circuits magnétiques fermés, constitués du système magnétique, de la plaque cible et éventuellement de pièces ou liteaux magnétiques (première forme d'exécution). Les circuits magnétiques y sont dimensionnés de façon que le flux magné-
10 tique sorte partiellement de la plaque cible au voisinage de cette plaque. La condition nécessaire pour cela est

$$\Phi_L > M_s \cdot d \quad (1)$$

avec

Φ_L : flux magnétique par unité de longueur)

15 M_s : magnétisation de saturation du matériau de la cible,

d : épaisseur de la cible.

Pour un matériau donné de la cible, l'épaisseur des plaques cibles et le système magnétique doivent être dimensionnés en fonction de l'équation (1). Les autres zones du circuit magnétique doivent être
20 dimensionnées de façon à n'y faire chuter que de la plus faible partie possible la tension magnétique produite par le système magnétique et à ne faire apparaître que de faibles pertes du flux magnétique. Ceci s'obtient, dans le cas de la première forme d'exécution, par l'utili-
25 sation dans le fond de la cuve de matériaux de perméabilité élevée, comme par exemple du permalloy, du métal Mu, du fer doux, etc., ainsi qu'au moyen de sections suffisantes et en évitant des jeux transver-
salement au flux magnétique. Dans le cas de la deuxième forme d'exé-
30 cution, ceci s'obtient par le contact direct des pôles magnétiques de la plaque cible. De ce fait la tension produite par le système magnétique chute principalement au voisinage de la plaque cible, de sorte que l'on peut saturer la cible. Si, simultanément, la condition selon l'équation (1) est remplie, du fait du surplus de circuit ma-
gnétique en avant de la surface de la cible, il se construit le tunnel magnétique connu qui suffit à obtenir l'atomisation de la plaque cible
35 avec un taux d'atomisation élevé.

Dans les cathodes de magnétron connues jusqu'ici, par contre, la chute de la tension magnétique à la plaque cible ne représente qu'une très faible partie de cette tension tandis que la plus grande partie de la chute de tension se produit aux jeux entre les surfaces polaires et la plaque cible et donc est sans action pour la constitution du tunnel magnétique sur la surface de la cible.

Il est ici parfaitement avantageux d'exécuter la liaison des liteaux ferromagnétique avec le matériau amagnétique de la cuve par soudage par faisceau électronique, du fait que par cette mesure on ne crée dans la cuve que de très faibles tensions mécaniques, étant précisé qu'il est également possible de relier l'un à l'autre, avec étanchéité au gaz et au liquide, des matériaux qui ne sont pas considérés comme soudables avec d'autres procédés de soudage.

L'objet de l'invention peut s'employer aussi bien dans le cas de cathodes à symétrie de rotation, pour lesquelles le corps creux est exécuté comme une sorte de boisseau circulaire, que dans le cas de cathodes à symétrie rectangulaire, dans lesquelles le corps creux présente un volume interne parallélipipédique, comme par exemple dans le cas de l'objet du document DE-OS 30 47 113.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels:

la Figure 1 représente une coupe d'une cathode comportant un corps creux qui présente un fond sur lequel est posée la plaque cible,

la Figure 2 représente une coupe d'une cathode analogue à la Figure 1, pour laquelle toutefois le fond du corps creux est formé par la plaque cible elle-même,

la Figure 3 est une vue de dessous de l'objet de la Figure 1,

les Figures 4 à 6 représentent différentes formes d'exécution du système magnétique.

La Figure 1 représente une cathode 1 qui présente un corps creux 2 en forme de cuve constitué d'un châssis 3 et d'un fond 4 qui tous deux entourent un volume creux 5 à peu près parallé-

lipipédique.

Le corps creux 2 est fixé à une plaque support non représentée, par l'intermédiaire de laquelle la cathode est reliée de son côté à une chambre à vide également non représentée. On peut prendre
5 les détails de ce dispositif dans le document DE-OS 30 47 113.

Dans le volume creux 5 se trouve un système magnétique
6 constitué de nombreux aimants permanents 7 et 8. Les aimants permanents 7 sont disposés en file linéaire l'un à côté de l'autre et dans le milieu, tandis qu'une rangée fermée d'aimants permanents 8 entoure les
10 aimants permanents 7 à une certaine distance. Les aimants permanents y ont une position des pôles définie par les flèches représentées, c'est-à-dire que dans le cas des aimants permanents médians 7, les pôles nord sont par exemple tous au-dessus, tandis que dans le cas des aimants permanents extérieurs 8, ce sont tous les pôles sud qui sont au-dessus.

15 Tous les aimants permanents sont en contact, par leurs surfaces polaires supérieures, avec une culasse ferromagnétique 9, tandis que les surfaces polaires opposées 10 et 11 reposent sur le fond 4. A ce fond est reliée, par une surface d'appui plane, une plaque cible 12, par exemple par une brasure plane.

20 Dans la zone des surfaces polaires 10 et 11 sont insérés, dans le fond 4 du corps creux 2, des liteaux 13 et 14 en matériau ferromagnétique, de même épaisseur que le fond 4, étant précisé que les surfaces limites supérieures et inférieures des liteaux d'une part et du fond d'autre part sont respectivement situées dans un plan commun, donc
25 se terminent à ras. Les joints verticaux visibles sur la Figure 1 sont liés par le soudage par faisceau électronique de sorte que le corps creux 2 avec les liteaux 13 et 14 représente maintenant une pièce unique non amovible. De la façon indiquée, il n'existe pas d'entrefer entre les aimants permanents 7 et 8 et la plaque cible 12, bien plus, tout
30 l'écart qui se trouve dans la zone polaire du système magnétique est ponté par des pièces ferromagnétiques ou par les liteaux ferromagnétiques mentionnés.

Il en résulte qu'il se forme au-delà de la plaque cible 12 ferromagnétique relativement épaisse un tunnel magnétique fermé dans
35 le sens des lignes de champ magnétique représentées en tireté, en supposant le respect de la relation mentionnée ci-dessus.

Sur la Figure 2 les pièces identiques à celles de la Figure 1 portent les mêmes repères, ce qui évite des répétitions. Dans ce cas toutefois le châssis n'est pas équipé d'un fond spécial, mais il forme un cadre 3a sur lequel est directement posée la plaque cible, avec étanchéité au gaz et au liquide. Elle constitue également avec le cadre 3a un corps creux et le système magnétique 6 est directement amené jusqu'à la face arrière de la plaque cible 12. Dans ce cas les pièces ferromagnétiques sont donc constituées par les aimants permanents 7 et 8 eux-mêmes et par leurs surfaces polaires 10 et 11, ce qui fait que le flux magnétique se ferme de façon analogue que dans l'objet de la Figure 1.

La Figure 3 représente une vue de dessous de l'objet de la Figure 1, mais sans la plaque cible 12. On peut voir le fond 4 avec les liteaux ferromagnétiques 13 et 14 insérés. Le liteau ferromagnétique interne 13 a une allure linéaire; les liteaux ferromagnétiques externes 14 entourent le liteau ferromagnétique interne 13 à la façon d'un cadre rectangulaire. Ce cadre peut être exécuté d'une seule pièce, mais il peut également toutefois être constitué de plusieurs pièces en forme de liteau, également reliées l'une à l'autre avec étanchéité au liquide, de préférence par soudage par faisceau électronique. Il va de soi que l'on peut arrondir les angles du cadre constitué des liteaux extérieurs 14. La longueur de la cathode est pratiquement illimitée, ce que l'on a indiqué par les lignes interrompues. Les surfaces polaires 10 et 11 du système magnétique 6 y correspondent dans leur position en coïncidence avec la position des liteaux 13 et 14 de la Figure 3. De même la position des surfaces polaires 10 et 11 dans le cas de l'objet de la Figure 2 coïnciderait en projection avec l'objet de la Figure 3.

La Figure 4 représente un système magnétique 6 qui correspond à celui des Figures 1 et 2.

Dans le système magnétique 6a selon la Figure 5, il n'existe que la couronne externe constituée d'aimants permanents 8, tandis que l'aimant permanent interne est remplacé par un épanouissement polaire 7a de la culasse 9.

Dans le système magnétique 6b selon la Figure 6, les conditions sont inversées par rapport à celles de la Figure 5. Ici c'est l'aimant permanent interne qui existe tandis que la couronne

des aimants permanents externes est remplacée par un épanouissement polaire 8a fermé de forme annulaire.

5 Il se déduit des Figures 5 et 6 que la masse magnétique peut notablement être réduite, étant précisé que c'est dans l'exemple d'exécution de la Figure 6 que l'on peut arriver au minimum de masse magnétique. Cependant les systèmes magnétiques selon les Figures 5 et 6 peuvent aussi être avantageusement utilisés dans le cas de l'objet de l'invention, du fait que la réduction des plaques magnétiques au minimum permet d'utiliser une masse magnétique relativement petite.

10 On peut voir que dans toutes les formes d'exécution, les systèmes magnétiques sont couplés magnétiquement à la plaque cible soit directement, soit à l'aide de pièces de transition ferromagnétiques ou à magnétisme doux. Dans le cas des exemples d'exécution selon les Figures 5 et 6, ce sont les épanouissements polaires 15 7a ou 8a qui viennent jusque directement sur les liteaux ferromagnétiques 13 et 14 (Figure 1) ou sur la plaque cible 12 (Figure 2). Les liteaux ferromagnétiques 13 et 14 de la Figure 1 représentent de cette façon un prolongement de l'épanouissement polaire 7a ou 8a.

20 Bien entendu diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs ou procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Cathode d'atomisation pour installations d'atomisation de cathodes, comportant une plaque cible en matériau ferromagnétique, un système magnétique, qui se trouve derrière la plaque cible, présentant des pôles opposés, disposés dans une position relative par rapport à la plaque cible telle qu'au moins une partie des lignes de champ sortant des pôles sort à travers la plaque cible et y rentre à nouveau, étant précisé que la plaque cible est une partie amovible d'un corps creux en forme de cuve dans lequel est logé le système magnétique, caractérisée en ce que des pièces ferromagnétiques sont amenées dans la zone polaire du système magnétique (6, 6a, 6b), sans entrefer, jusqu'immédiatement sur la face arrière de la plaque cible ferromagnétique (12).

2. Cathode selon la revendication 1, caractérisée en ce que le corps creux (2) présente un fond (4) pour poser la plaque cible (12); en ce que dans ce fond, dans la zone polaire du système magnétique, sont insérés des liteaux (13, 14) en matériau ferromagnétique, qui ferment le circuit magnétique entre le système magnétique et la plaque cible; et en ce que le reste du fond est constitué d'un matériau amagnétique.

3. Cathode selon la revendication 1, caractérisée en ce que la plaque cible (12) est posée, avec étanchéité au gaz et au liquide, sur un cadre (3a) et constitue avec ce cadre le corps creux (2); et en ce que le système magnétique (6) lui-même atteint jusqu'à la face arrière de la plaque cible.

4. Procédé pour la fabrication d'un corps creux selon la revendication 2, caractérisé en ce que la liaison des liteaux ferromagnétique (13, 14) et du matériau amagnétique du fond (4) se fait par soudage par faisceau électronique.

FIG. 1

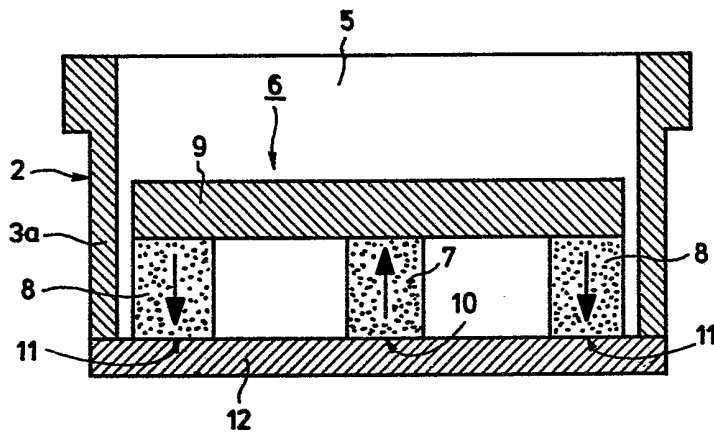
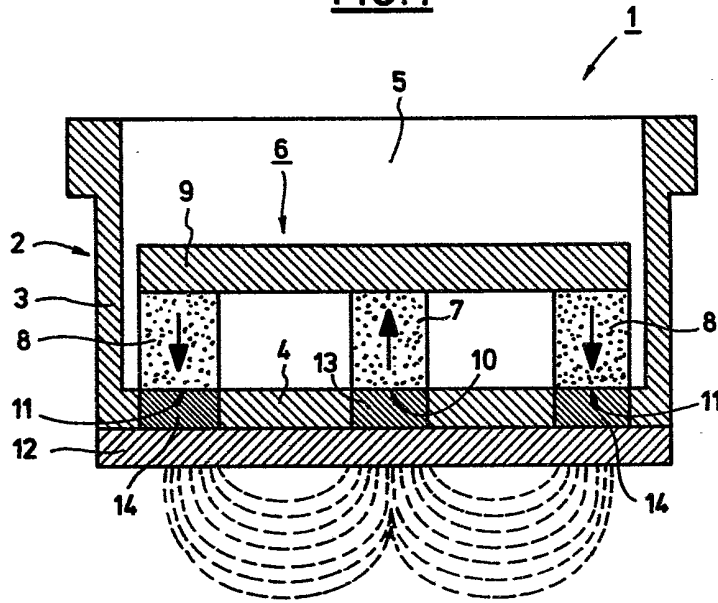


FIG. 2

FIG. 3

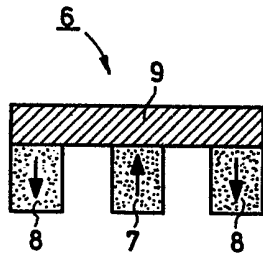
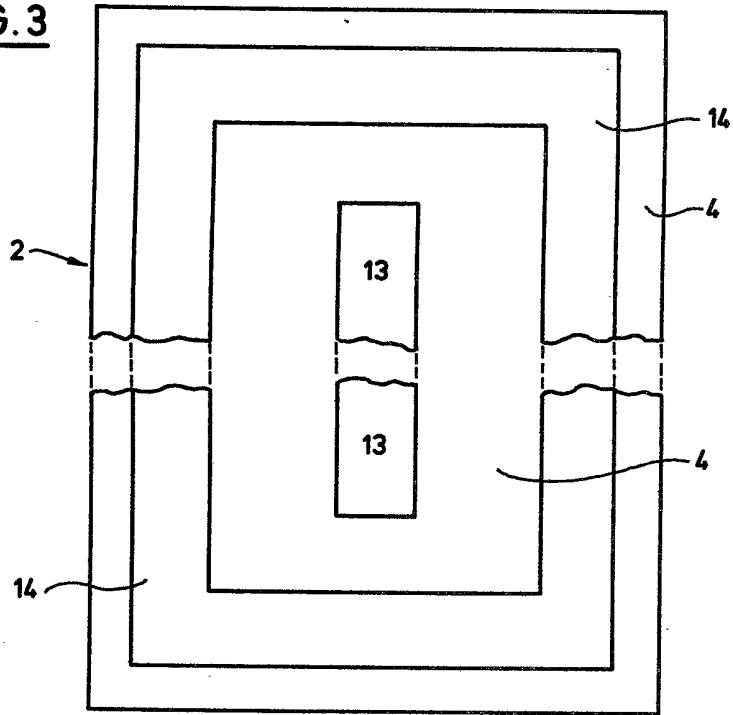


FIG. 4

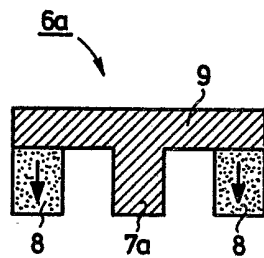


FIG. 5

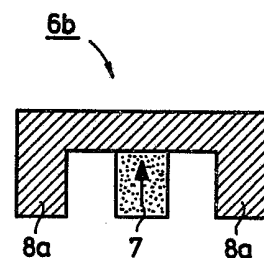


FIG. 6