

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 04433

(54)

Dispositif de dépôt d'une couche mince.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). C 23 C 7/00; B 05 B 5/00.

(22)

Date de dépôt..... 16 mars 1982.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : Japon, 17 mars 1981, n° 36419/1981 et 17 août 1981,
n° 121643/1981.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 24-9-1982.

(71)

Déposant : Société dite : CLARION CO., LTD, résidant au Japon.

(72)

Invention de : Takamasa Sakai et Yasuhiko Sato.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, avenue de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à un dispositif de dépôt d'une couche mince, permettant de réguler le profil de la pression du gaz réactionnel pour l'amener à une condition souhaitée.

5 Pour déposer des couches minces comme des pellicules conductrices, des pellicules isolantes et analogues, lors de la fabrication de diverses pièces de dispositifs électroniques, on a adopté des dispositifs de dépôt de couche mince. Parmi ceux-ci, des dispositifs de
10 pulvérisation ont récemment été largement utilisés afin d'améliorer l'aptitude à l'adhérence, la dimension du grain, l'aplatissement des pellicules couvrant l'irrégularité de surface d'un substrat.

Lors du dépôt de couches minces en utilisant de
15 tels dispositifs de pulvérisation, le profil de la pression du gaz réactif introduit dans un récipient réactionnel affecte fortement la qualité de la couche déposée. Le profil de la pression du gaz devient meilleur quand le gaz réactif est introduit dans le récipient réactionnel de
20 façon que la vitesse de diffusion le long de l'écoulement du gaz réactif soit égale ou plus rapide que la vitesse de diffusion dans la direction horizontale de l'écoulement du gaz.

La figure 1 montre un schéma illustrant un
25 dispositif conventionnel de pulvérisation où le repère 1 désigne un récipient réactionnel et le repère 2 désigne une entrée de gaz réactif. Le repère 3 indique une sortie de gaz réactif qui est placée suffisamment loin de l'entrée 2. Le gaz réactif est introduit dans le récipient
30 réactionnel 1 par l'entrée 2 comme le montrent les flèches. Le gaz réactif introduit se dilate et se diffuse tandis qu'il avance, donc la pression du gaz au point A est considérée comme étant supérieure à celle au point B.

En conséquence, la relation entre la vitesse de
35 diffusion longitudinale V_x et la vitesse de diffusion horizontale V_y est considérée comme étant exprimée par $V_x \geq V_y$. En considérant cependant que la vitesse du

mouvement thermique $\underline{v}$ du gaz réactif ($\approx \sqrt{kT/m}$) (T = température, m =poids moléculaire et k =constante) et la vitesse de diffusion horizontale V_y sont sensiblement les mêmes, il est difficile de répondre à la relation ci-dessus

5 $V_x \gg V_y$. Le gaz réactif se diffuse également dans les directions indiquées par les flèches en pointillé , avec pour résultat une dilatation en configuration semi-nodulaire autour de l'entrée 2 de gaz réactif et le profil de la pression de gaz que l'on souhaite peut difficilement être obtenu . Afin de répondre à la relation

10 $V_x \gg V_y$, un procédé est proposé pour augmenter la quantité de gaz à introduire, donner à tout le corps du récipient réactionnel la forme d'une tubulure et évacuer suffisamment le gaz réactif en utilisant une pompe à vide

15 de forte capacité afin de redresser l'écoulement de gaz dans la direction longitudinale (direction $\underline{x}$) comme on peut le voir sur la figure 2 A et d'augmenter la vitesse du gaz V_x tandis que l'on se rapproche de la sortie 3. Cependant, pour réaliser cette proposition, non seulement

20 il faut un dispositif de décharge puissant mais de plus la quantité du gaz réactif à utiliser augmente. Par conséquent, il reste des problèmes parce que le prix augmente et qu'il est difficile de bien réguler le gaz réactif et donc il est difficile d'obtenir un profil

25 souhaité de la pression du gaz.

Une telle impossibilité d'obtenir un profil souhaité de la pression du gaz provoque une dispersion du matériau de pulvérisation ainsi qu'une diminution de l'énergie cinétique du fait de la réduction du trajet libre

30 moyen, et une insuffisance d'allure ou de taux de pulvérisation ou une croissance anormale de la couche du fait d'une réadhérence du matériau de pulvérisation qui se disperse sur la cible.

En particulier, quand il faut obtenir une couche

35 mince de bonne cristallisation, c'est-à-dire quand on obtient une couche mince répondant de façon simultanée à l'orientation sur l'axe $\underline{c}$ et à la composition chimique

théorique de la couche, on ne peut que choisir le point moyen de chacune des conditions ci-dessus comme la meilleure condition pour répondre à toutes, parce que ces conditions ont des dépendances opposées sur le profil de la pression du gaz, respectivement. Ces problèmes sont évidents dans le cas du dépôt d'une couche d'un matériau conjugué comme des oxydes et des nitrures. Une solution est recherchée depuis longtemps dans de telles circonstances.

La présente invention a par conséquent pour objet de résoudre les problèmes ci-dessus. A cette fin, la présente invention procure un dispositif de dépôt de couche mince, ayant une tubulure d'accélération prévue dans une position souhaitée dans un récipient réactionnel pour introduire le gaz réactif dans le récipient réactionnel par la tubulure afin que la vitesse de diffusion longitudinale du gaz réactif soit maintenue identique ou supérieure à la vitesse de diffusion verticale.

Selon l'invention, on prévoit un dispositif de dépôt de couche mince qui comprend :

- un récipient réactionnel;
- des substrats supportés dans le récipient réactionnel;
- une tubulure d'accélération de gaz prévue dans le récipient réactionnel;
- un moyen d'alimentation en gaz pour amener un gaz réactif dans le récipient réactionnel par la tubulure; et
- un moyen de dépôt de couche mince pour déposer une couche mince sur le substrat.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- les figures 1, 2A et 2B montrent des schémas d'un dispositif conventionnel;

- les figures 3A et 3B montrent respectivement des vues en coupe et de dessus illustrant un mode de réalisation de l'invention;

5 - la figure 4 montre une vue en coupe de la tubulure;

- les figures 5 et 6 montrent des vues en coupe illustrant d'autres modes de réalisation de l'invention;

10 - les figures 7A et 7B montrent respectivement des vues en coupe et de dessus illustrant un autre mode de réalisation de l'invention; et

- les figures 8 à 11 montrent des vues en coupe illustrant d'autres modes de réalisation de l'invention.

15 La présente invention sera maintenant décrite en détail en se référant aux modes de réalisation préférés illustrés sur les dessins.

Les figures 3A et 3B montrent respectivement des vues en coupe et de dessus d'un mode de réalisation du dispositif de dépôt d'une couche mince selon la présente invention, où les mêmes repères que ceux de la figure 1 désignent les
20 mêmes pièces. Le repère 4 désigne un porte-substrat, le repère 5 un substrat placé sur le porte-substrat 4 pour recevoir une couche mince, le repère 6 une cible, le repère 7 une tubulure d'accélération de gaz, le repère 8 un tube d'alimentation en gaz, le repère 9 une vanne
25 d'ajustement de la quantité de gaz, le repère 10 un joint torique et le repère 11 une source de puissance de pulvérisation.

La tubulure 7 d'accélération de gaz prévue dans le récipient réactionnel 1 permet à l'énergie du mouvement
30 thermique de chaque molécule du gaz réactif d'être convertie en énergie cinétique le long de l'axe de la tubulure (direction longitudinale $\underline{x}$) quand le gaz réactif est introduit dans le récipient réactionnel 1 par la tubulure 7 d'accélération de gaz comme on peut le voir sur la figure 4,
35 afin que la vitesse de diffusion longitudinale du gaz réactif soit maintenue aussi rapide ou plus rapide que la vitesse de diffusion horizontale. En effet, selon la

conception du pourtour de la paroi latérale 7A de la tubulure 7, l'écoulement du gaz réactif peut être accéléré sensiblement jusqu'à la même vitesse que la vitesse du mouvement thermique de la molécule du gaz tandis que

5 l'énergie du mouvement thermique est efficacement convertie en énergie cinétique le long de l'axe de la tubulure. Plus particulièrement, chaque molécule de gaz ayant sa propre énergie de mouvement thermique est accélérée tandis que sa direction d'écoulement le long de la paroi latérale 7A est

10 changée de force pour la direction axiale de la tubulure par la pente de la paroi 7A comme on peut le voir sur la figure 4. Par conséquent, la vitesse de diffusion verticale V_y de l'écoulement accéléré de gaz est rendue plus lente pour maintenir la relation $V_x \gg V_y$, donc on peut obtenir

15 un profil de pression de gaz souhaité et un écoulement mince de gaz est formé sur la surface de la cible 6. Du fait de cette relation, les atomes et les molécules se libérant de la cible 6 se couplent efficacement les uns aux autres pour former une couche mince de bonne qualité

20 sur le substrat 5.

Essai 1 : par un procédé de pulvérisation réactive utilisant du zinc comme matériau pour la cible 6 et de l'oxygène comme gaz réactif et en introduisant le gaz dans le récipient réactionnel 1 par la tubulure d'accélération

25 de gaz 7, une couche mince souhaitée a été déposée sur le substrat 5.

Essai 2 : par un procédé de pulvérisation réactive utilisant de l'aluminium comme matériau de la cible 6 et de l'azote ou de l'ammoniac dilué par l'azote comme gaz

30 réactif, on a déposé une couche mince souhaitée sur le substrat 5.

Essai 3 : en formant la cible 6 en un métal tel que de l'acier inoxydable, du zinc et autres, en prévoyant des pores 12 dans la cible 6 comme le montre la figure 5

35 et en prenant le procédé de dépôt de plasma CVD (dépôt de vapeur chimique) en laissant de l'alkylzinc dilué par le gaz porteur d'hydrogène et autres, fuir par les pores 12,

une couche CVD souhaitée a été déposée sur le substrat 5.

Essai 4 : en formant la cible 6 en un métal comme de l'acier inoxydable, de l'aluminium et autres, et en prenant le procédé de CVD au plasma en permettant à de
5 l'alkylaluminium dilué par le gaz porteur tel que de l'hydrogène et autres, de fuir par les pores 12, on a déposé une couche mince CVD souhaitée sur le substrat 5.

La tubulure d'accélération de gaz 7 peut être pourvue d'un dispositif de placage d'ions comprenant un
10 moyen conventionnellement connu de placage d'ions 13 comme on peut le voir sur la figure 6 pour déposer une couche mince souhaitée.

Les figures 7A et 7B montrent des vues en coupe et de dessus illustrant un dispositif de pulvérisation
15 selon l'invention, où les mêmes pièces que sur la figure 3 sont désignées par les mêmes repères. La cible 6' a une configuration cylindrique autour de laquelle sont placés les substrats 5. Le gaz réactif est introduit de la direction adjacente à une extrémité de la cible 6' le long
20 du pourtour, vers son autre extrémité. La tubulure 7 d'accélération de gaz prévue dans le récipient réactionnel 1 permet à la vitesse du mouvement thermique de chaque molécule du gaz réactif d'être convertie en vitesse cinétique de la direction axiale (direction longitudinale x)
25 de la tubulure 7 quand le gaz réactif est introduit dans le récipient réactionnel 1 par la tubulure 7 d'accélération de gaz comme on peut le voir sur la figure 4, avec pour résultat que la vitesse de diffusion longitudinale V_x du gaz réactif est rendue plus rapide que la vitesse de
30 diffusion horizontale V_y . Par conséquent, selon la conception du pourtour de la paroi latérale 74A de la tubulure d'accélération 7 de la figure 4, l'écoulement du gaz réactif peut être accéléré sensiblement à la même vitesse que la vitesse du mouvement thermique de la
35 molécule de gaz tandis que la vitesse est efficacement convertie en vitesse cinétique le long de la direction axiale de la tubulure d'accélération de gaz 7. Par

conséquent, la relation $V_x \gg V_y$ peut facilement être réalisée. Cela permet la formation d'un écoulement mince de gaz, suffisamment accéléré et ayant les dernières composantes de diffusion horizontale par rapport à

5 l'écoulement de gaz, sur la cible 6' et la formation de deux écoulements de gaz avec des pressions différentes du gaz, l'un à une pression supérieure sur la cible 6' et l'autre à une pression inférieure sur le substrat 5, respectivement. Par ailleurs, quand la tubulure 7 d'accélé-

10 ration de gaz est placée axialement par rapport à la cible 6', une réadhérence du matériau de pulvérisation sur la cible 6' peut être réduite et l'on peut réaliser une accélération plus efficace de l'écoulement de gaz.

En conséquence, il est possible de former un

15 écoulement mince de gaz à haute pression, sur la surface de la cible avec pour résultat une réduction de la dispersion du matériau pulvérisé et une amélioration de l'allure de pulvérisation.

Par ailleurs, une couche mince de bonne cristallisation peut être déposée en maintenant la composition chimique théorique du matériau à pulvériser.

20

La figure 8 montre un autre mode de réalisation selon l'invention où un capuchon conique 14 est prévu à une extrémité de la cible adjacente à la tubulure 7

25 d'accélération de gaz pour améliorer l'écoulement de gaz le long de la surface de la cible. De même, en meulant la partie extrême de la cible, un effet semblable peut être atteint.

La figure 9 montre un autre mode de réalisation de l'invention où la sortie proche de l'autre extrémité de la tubulure d'accélération 7 est pourvue d'une première ouverture d'évacuation sous vide 3A et d'une seconde ouverture d'évacuation sous vide 3B entourant le premier tube 3A. Les repères 12A et 12B désignent des vacuomètres

30 pour mesurer le degré de vide formé dans les première et seconde ouvertures d'évacuation sous vide 3A et 3B,

35 respectivement. L'écoulement du gaz peut être encore

amélioré en utilisant simultanément ces deux ouvertures indépendantes. Quand les ouvertures d'évacuation sont connectées à une pompe à vide faible et poussé respectivement, la turbulence de l'écoulement de gaz est contrôlée, et la formation d'un écoulement mince de gaz de haute pression en particulier à proximité de la surface de la cible peut être réalisée plus efficacement.

La figure 10 montre un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel l'entrée de gaz réactif 2 ou la sortie 3 du récipient réactionnel 1, dans le cas présent la sortie 3 de gaz, a une configuration en entonnoir. Cet agencement permet la réduction de la turbulence de l'écoulement de gaz comme dans le mode de réalisation de la figure 9.

Par ailleurs, un générateur de champ magnétique comme un ensemble à aimant 15 peut être prévu à proximité de la cible, comme le montre la figure 11. Quand la ligne de force magnétique produite par l'ensemble 15 agit sur la substance de pulvérisation (particule), cela augmente non seulement l'efficacité de pulvérisation mais cela concentre également l'écoulement du plasma à proximité de la cible, ce qui permet de réduire une dégradation du substrat due à l'écoulement du plasma. Ainsi, il est possible d'augmenter encore l'allure de pulvérisation et de réaliser une régularité de l'épaisseur de la couche en améliorant la qualité de celle-ci.

Comme cela est apparent à la lecture de la description qui précède, selon l'invention, où une tubulure d'accélération de gaz est prévue dans un récipient réactionnel pour introduire un gaz réactif dans le récipient par la tubulure d'accélération de gaz afin que la vitesse de diffusion longitudinale (le long de l'écoulement de gaz) soit maintenue aussi rapide ou plus rapide que la vitesse de diffusion horizontale, il est possible d'obtenir un profil souhaité de pression de gaz.

Par conséquent, la dispersion et la réadhérence des substances de pulvérisation sont réduites, ce qui

permet d'améliorer l'allure de pulvérisation et d'empêcher une croissance anormale de la couche. Par ailleurs, la meilleure condition de l'orientation suivant l'axe c peut être réalisée en maintenant également la composition chimique théorique de la couche.

5

La présente invention est particulièrement efficace pour le dépôt d'une couche d'un matériau conjugué.

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

- 1.- Dispositif de dépôt d'une couche mince,
caractérisé en ce qu'il comprend :
- 5 un récipient réactionnel (1);
des substrats (5) supportés dans ledit récipient
réactionnel;
une tubulure d'accélération de gaz (7) prévue
dans ledit récipient réactionnel;
un moyen d'alimentation en gaz (8) pour amener
10 un gaz réactif dans ledit récipient réactionnel par ladite
tubulure; et
un moyen de dépôt d'une couche mince pour déposer
une couche mince sur ledit substrat.
- 2.- Dispositif selon la revendication 1,
15 caractérisé en ce que le moyen de dépôt d'une couche mince
précité comprend une cible (6) placée dans le récipient
réactionnel précité et un moyen de pulvérisation (11) pour
pulvériser ladite cible.
- 3.- Dispositif selon la revendication 2,
20 caractérisé en ce que la cible précitée a une configuration
cylindrique et en ce que les substrats précités sont placés
de façon à entourer ladite cible en permettant au gaz
réactif de s'écouler de la tubulure précitée le long de
la direction longitudinale de ladite cible.
- 25 4.- Dispositif selon l'une quelconque des
revendications 2 ou 3, caractérisé en ce qu'un moyen
générateur de champ magnétique (15) est de plus prévu à
proximité de la cible précitée.
- 5.- Dispositif selon l'une quelconque des
30 revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce qu'un
capuchon conique (14) est prévu à une partie extrême de
la cible précitée à proximité de la tubulure précitée.
- 6.- Dispositif selon l'une quelconque des
35 revendications précédentes, caractérisé en ce que le
récipient réactionnel précité est pourvu de deux ouvertures

d'évacuation (3A, 3B).

7.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le récipient réactionnel précité est pourvu d'une ouverture d'évacuation en forme d'entonnoir (3).

8.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le moyen de dépôt d'une couche mince est un moyen de placage d'ions.

FIG.1

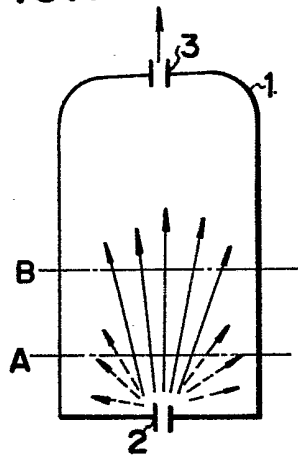


FIG.2A FIG.2B

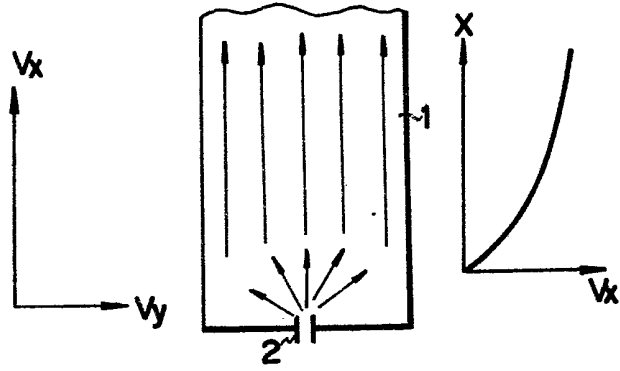


FIG.7A

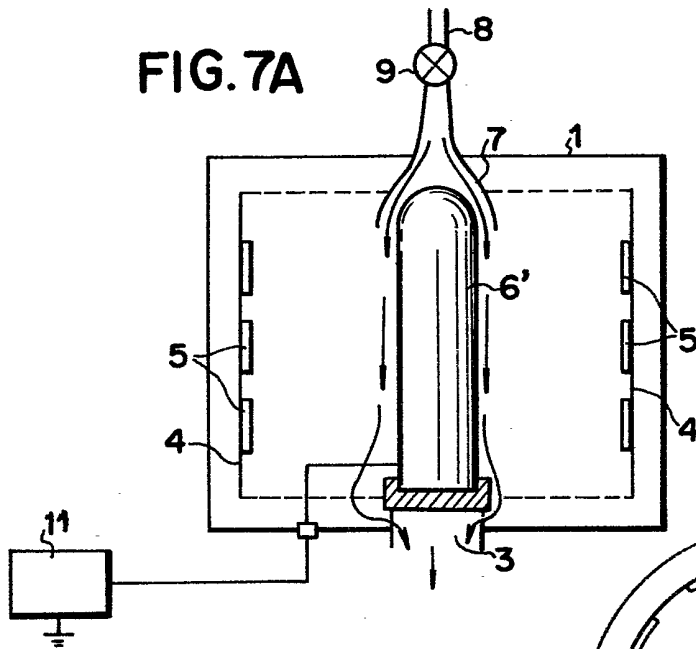


FIG.7B

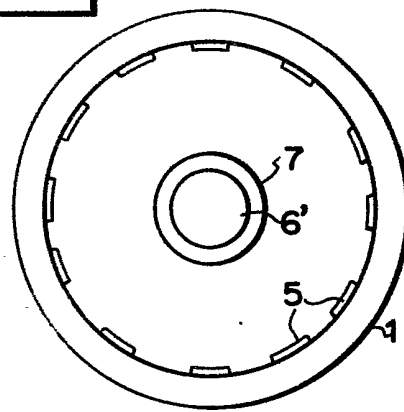


FIG. 3A

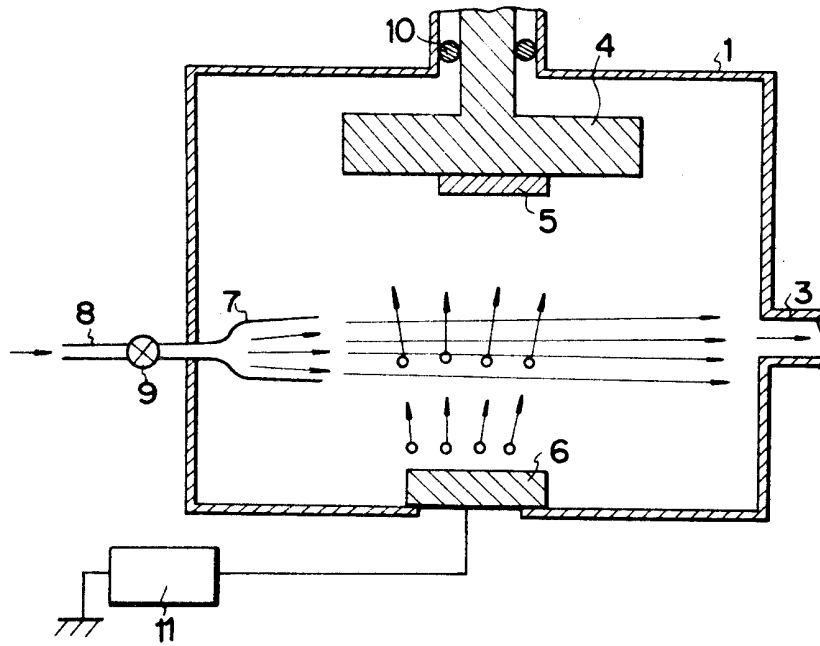


FIG. 3B

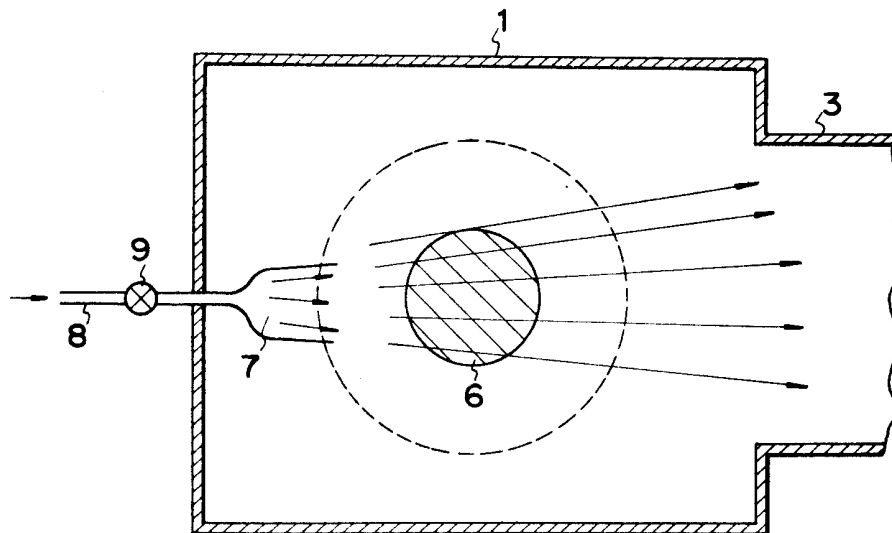


FIG. 4

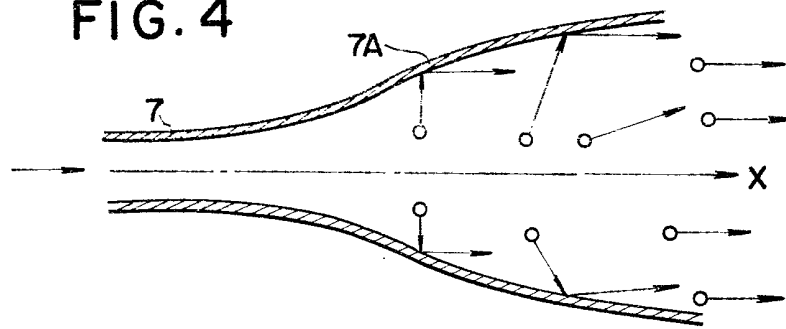


FIG. 5

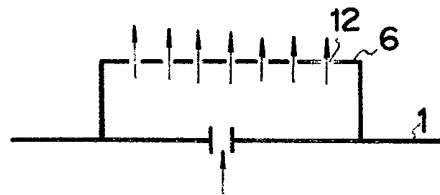


FIG. 6

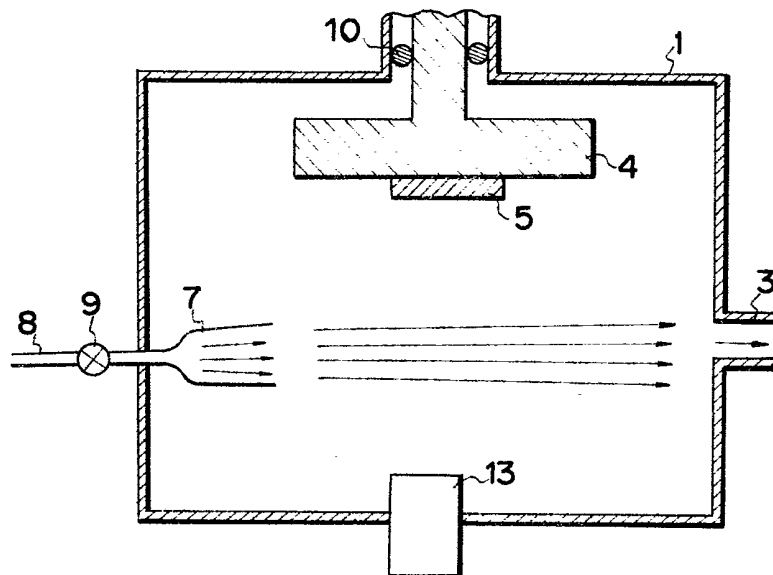


FIG. 8

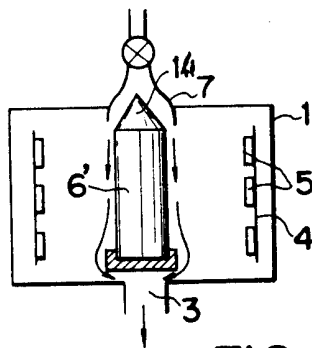


FIG. 9

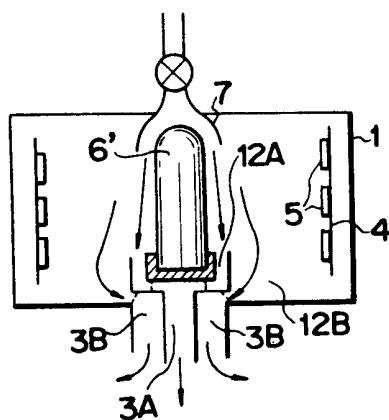


FIG. 10

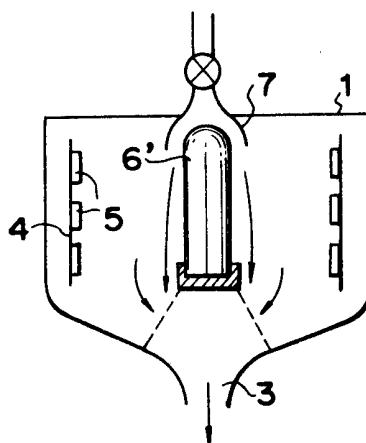


FIG. 11

