

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 18069

(54)

Procédé de gravure par plasma pour pellicules à base d'aluminium.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 L 21/306, 21/70; H 05 H 1/18.

(22)

Date de dépôt..... 18 août 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : Japon, 17 août 1979, n° 104032/79; 28 septembre 1979,
n° 124207/79 et 124209/79.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 9 du 27-2-1981.

(71)

Déposant : Société dite : TOKUDA SEISAKUSYO, LTD. et Société dite : TOKYO SHIBAURA
DENKI KABUSHIKI KAISHA, résidant au Japon.

(72)

Invention de : Tetuo Kurisaki, Yasuhiro Horiike et Takashi Yamazaki.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé de gravure par plasma et, plus particulièrement, un procédé de gravure par plasma pour pellicules à base d'aluminium.

Le procédé de gravure par plasma utilisant un gaz fluorocarboné tel que le tétrafluorure de carbone comme gaz générateur de plasma est largement utilisé pour graver des pellicules de silicium polycristallin ou des pellicules de nitrure de silicium lors de la fabrication de circuits intégrés à grande échelle. Toutefois, le tétrachlorure de carbone est utilisé comme gaz générateur de plasma pour la gravure de pellicules d'aluminium. Les radicaux ou ions de chlore existant dans le plasma ainsi produit réagissent avec l'aluminium en transformant celui-ci en chlorure d'aluminium. Le chlorure d'aluminium est ensuite attaqué.

Toutefois, dans le procédé de gravure par plasma classique utilisant le seul tétrachlorure de carbone comme gaz générateur de plasma, l'attaque de l'aluminium commence avec un retard de plusieurs minutes à plusieurs dizaines de minutes après la mise en contact du plasma et de l'aluminium. Ce retard est source de divers problèmes : l'ajustement de la durée de gravure est difficile à effectuer, le revêtement protecteur tend à être décapé avant que l'attaque de l'aluminium ne puisse commencer si bien que le tracé du revêtement protecteur peut être détérioré ou disparaître, une plus grande quantité de résidu est produite, etc..

Le procédé de gravure par plasma classique présente en outre des problèmes pratiques puisqu'il existe une relativement faible sélectivité d'attaque pour l'aluminium vis-à-vis du silicium ou de l'oxyde de silicium. Par exemple, lorsque l'épaisseur d'une pellicule d'aluminium formée sur un substrat de silicium ou une pellicule d'oxyde de silicium n'est pas uniforme, la gravure effectuée au niveau de parties plus minces se termine avant celle effectuée au niveau de parties plus épaisses. Ainsi, le substrat de silicium ou la pellicule d'oxyde de silicium se trouvant au-dessous des parties plus minces est attaqué pendant la poursuite de la gravure des parties plus épaisses. Ceci peut fort bien conduire à une détérioration des éléments.

De plus, avec le procédé de gravure par plasma classique, l'attaque tend à progresser dans des parties de la pellicule d'aluminium recouvertes par un masque de revêtement protecteur suivant un tracé prédéterminé (gravure latérale) et le masque de revêtement protecteur tend à parfois à gonfler pendant la gravure de l'aluminium. Ceci pose des problèmes lors de traitements de grande précision.

L'invention a donc pour objet de proposer un procédé de gravure par plasma dans lequel il n'y a pas de retard avant le démarrage de l'attaque de pellicules à base d'aluminium et par lequel des pellicules à base d'aluminium peuvent être sélectivement gravées avec précision.

Selon un autre but de l'invention, il est proposé un procédé de gravure par plasma pour lequel la gravure latérale de pellicules à base d'aluminium peut être réduite au minimum.

Selon un autre but de l'invention, il est proposé un procédé de gravure par plasma dans lequel la pellicule de revêtement protecteur utilisée comme masque pendant la gravure d'une pellicule à base d'aluminium ne gonfle pas.

L'invention permettant de réaliser les buts indiqués ci-dessus, ainsi que d'autres buts, propose un procédé de gravure par plasma comprenant les opérations suivantes :

placer une pièce comportant une pellicule à base d'aluminium offrant une partie exposée d'une cathode placée en regard d'une anode;

charger un gaz générateur de plasma constitué de tétrachlorure de carbone et de chlore gazeux à une pression de 0,1 mm de mercure ou moins, entre l'anode et la cathode, le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale étant égal à 0,8 ou moins;

appliquer une puissance électrique de haute fréquence entre l'anode et la cathode afin de produire un plasma à partir du gaz générateur de plasma; et

effectuer la gravure de la partie exposée de la pellicule à base d'aluminium par le plasma.

Selon un aspect de l'invention, la pellicule à base d'aluminium couvre le substrat de silicium ou la pellicule d'oxyde de silicium. Dans ce cas, le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale est ordinairement de 0,1 ou plus, de préférence 0,2 ou plus, et de façon plus préférée encore 0,6 ou plus. Le gaz générateur de plasma est de préférence chargé à une pression de 0,01 à 0,06 mm de mercure et, de façon plus préférée encore, de 0,02 à 0,06 mm de mercure.

Selon un autre aspect de l'invention, la pellicule à base d'aluminium est recouverte d'une pellicule de revêtement protecteur suivant un tracé prédéterminé. Dans ce cas, le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale est ordinairement de 0,6 ou moins, de préférence de 0,2 à 0,45 et, de façon encore plus préférée, de 0,3 à 0,35. La gravure s'effectue pour une tension de chute cathodique de -50 V, ou moins, et, de préférence, de -50 V à -220 V.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue simplifiée d'un appareil à utiliser dans le procédé de gravure par plasma selon l'invention;
- la figure 2 est un graphe montrant la vitesse de gravure d'une pellicule d'aluminium par le gaz générateur de plasma utilisé selon l'invention, par comparaison avec celle obtenue au moyen du tétrachlorure de carbone classiquement utilisé;
- la figure 3 est un graphe montrant la relation existant entre le rapport de la pression partielle de chlore gazeux du gaz générateur de plasma utilisé dans l'invention et la tension de chute cathodique;
- la figure 4 est un graphe montrant la variation de la tension de chute cathodique en fonction de la variation de pression totale du gaz générateur de plasma de l'invention;
- la figure 5 est une vue apportant des explications sur la tension de chute cathodique;
- les figures 6A à 6C sont des vues en coupe illustrant l'état d'une pièce gravée selon l'invention;

- les figures 7 et 8 sont des graphes montrant des caractéristiques de gravure du gaz générateur de plasma utilisé dans l'invention sous différentes pressions constantes;

5 - la figure 9 est un graphe montrant les caractéristiques de gravure du gaz générateur de plasma utilisé dans l'invention sous différentes pressions;

10 - la figure 10 est un graphe montrant la relation existant entre l'amplitude de gravure latérale de la pellicule d'aluminium et l'amplitude de gonflement du revêtement protecteur d'une part, et, d'autre part, la pression totale du gaz générateur de plasma utilisé dans l'invention; et

15 - la figure 11 est un graphe montrant la relation existant entre l'amplitude de gravure latérale de la pellicule d'aluminium et l'amplitude de gonflement du revêtement protecteur d'une part, et d'autre part, la pression partielle du chlore gazeux dans le gaz générateur de plasma utilisé dans l'invention.

Un appareil utilisé dans le procédé de gravure par plasma selon l'invention est présenté sur la figure 1. Comme le montre cette figure, l'appareil comprend un récipient 1 hermétiquement fermé
20 constitué par exemple d'acier inoxydable et présentant un orifice d'entrée 2 pour le tétrachlorure de carbone et un orifice d'entrée 3 pour le chlore gazeux. Dans ce récipient, sont disposées une anode 4 en forme de plaque constituant une partie de la paroi du récipient et une cathode 5 en forme de plaque disposée parallèlement à l'anode.
25 Une chambre 6 de gravure par plasma est formée entre les électrodes 4 et 5.

L'anode 4 est isolée du récipient 1 par des corps isolants 8 et 9 constitués par exemple de "Teflon" et est reliée à la terre par un fil conducteur 10. La cathode 5 est portée par l'inter-
30 médiaire de corps isolants 11 et 12 par une plaque de support 7 disposée dans le récipient de manière à former un espace 13 entre elle-même et la cathode. La cathode est connectée, via l'espace 13, une partie obturatrice 27 hermétique à l'air, un fil conducteur 14 et un circuit externe d'adaptation 15, à une source 16 de puissance
35 électrique de haute fréquence.

Des tuyaux 19 et 20 de refroidissement par eau, servant à éliminer la chaleur produite pendant la gravure, sont disposés respectivement au niveau des électrodes 4 et 5.

Le conteneur 1 comporte en outre un orifice de sortie 21 relativement grand qui est destiné au gaz générateur de plasma et dans lequel deux soupapes de conductance 22 et 24 destinées à ajuster à pression interne du récipient 1 sont disposées via un piège à azote liquide 23. La soupape 24 se trouvant à la partie inférieure du courant est reliée à un moyen d'évacuation, comme par exemple une pompe à diffusion, une pompe du type "Roots", ou une pompe rotative.

Une sonde 17 de détection de tension de haute fréquence est placée entre la cathode 5 et le circuit 15 d'adaptation. Cette sonde 17 ramène la tension détectée à un millième de sa valeur initiale et l'applique à un synchronoscope 18. L'intérieur de la chambre de gravure 6 peut être vu à travers une fenêtre d'observation 25.

Pour mettre en oeuvre le procédé de gravure par plasma de l'invention au moyen de l'appareil de gravure du type indiqué ci-dessus, on place sur la cathode une pièce 26 possédant une pellicule à base d'aluminium offrant une partie exposée, par exemple une pellicule à base d'aluminium qui est formée sur un substrat de silicium ou sur une pellicule d'oxyde d'aluminium formée elle-même sur un substrat de silicium et qui est couverte d'un masque en revêtement protecteur suivant un tracé prédéterminé. En ce qui concerne les pellicules à base d'aluminium, on comprendra qu'il est possible d'utiliser, au lieu de pellicules en aluminium pur, des pellicules d'aluminium contenant quelques unités pour cent de silicium ou de cuivre.

Après réduction de la pression interne du récipient 1 à une valeur inférieure à 0,01 mm de mercure par un moyen d'évacuation, on charge dans le conteneur 1 le tétrachlorure de carbone et le chlore gazeux respectivement par les entrées 2 et 3. On ajuste la pression interne du conteneur 1 au moyen des soupapes 22 et 23. Lorsqu'on utilise le piège à azote liquide 23, on obtient une amélioration de l'évacuation d'un facteur huit par comparaison avec le cas où on ne l'utilise pas, tout en supprimant tout risque pour le moyen d'évacuation.

On applique une puissance électrique de haute fréquence à partir de la source 16 (généralement de 100 W à 300 W (ce qui correspond à une densité de 0,12 W par cm^2 à 0,36 W par cm^2)) aux électrodes 4 et 5 tout en refroidissant ces électrodes au moyen
5 des tuyaux de refroidissement 19 et 20. On produit ensuite une décharge lumineuse, et un plasma est créé entre les électrodes. La partie exposée de la pellicule à base d'aluminium de la pièce 26 est alors gravée par ce plasma.

L'invention repose principalement sur la découverte
10 qu'il est possible de réduire notablement le retard apporté au démarrage de la gravure de la pellicule d'aluminium en ajoutant du chlore gazeux au tétrachlorure de carbone qui a été classiquement utilisé comme gaz générateur de plasma. Ainsi, la demanderesse a procédé à des expériences de gravure de pellicules d'aluminium au moyen de
15 tétrachlorure de carbone et d'un mélange de tétrachlorure de carbone et de chlore gazeux et a effectué la mesure de la vitesse de gravure dans chacun des cas. Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 2. Sur cette figure, la courbe a présente le cas de la gravure effectuée au moyen du tétrachlorure de carbone seul dans les condi-
20 tions suivantes : alimentation électrique de haute fréquence de 200 W et pression de 0,04 mm de mercure. Les courbes b, c, d et e présentent les cas où un mélange de tétrachlorure de carbone et de chlore gazeux a été chargé de façon que le rapport de la pression partielle du corps gazeux à la pression totale vaille 15/40 tandis que l'opération était
25 réalisée sous des pressions respectives de 0,1 mm de mercure, 0,08 mm de mercure, 0,06 mm de mercure et 0,04 mm de mercure, par réglage de la pression au moyen d'une soupape principale 22.

Comme le montre la figure 2, le temps qui s'écoule avant le commencement de la gravure est beaucoup plus court lorsqu'on
30 utilise un mélange de tétrachlorure de carbone gazeux et de chlore gazeux que lorsqu'on utilise du tétrachlorure de carbone gazeux seul comme gaz générateur de plasma. Cet effet est même plus prononcé lorsque la pression régnant pendant la gravure a une valeur réduite.

Sur cette base, la demanderesse a étudié quelles
35 améliorations pouvaient être apportées à la sélectivité d'attaque de métaux à base d'aluminium relativement au silicium et au dioxyde

de silicium. En résultat, il a été découvert que, lorsque le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale vaut 0,8 ou moins et que la pression totale régnant pendant la gravure est de 0,1 mm de mercure ou moins, la sélectivité de gravure de métaux à base d'aluminium par rapport au silicium et au dioxyde de silicium était améliorée. Le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale est de préférence 0,1 ou plus spécialement 0,2 ou plus, de façon plus préférée de 0,4 à 0,8, et, de façon encore plus préférée, de 0,6 à 0,8, lorsque le but visé est une amélioration de la sélectivité. Lorsque le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale est de 0,7 ou moins et, de façon plus préférée, de 0,6 ou moins, on réalise une gravure stable puisque la vitesse de gravure et la sélectivité vis-à-vis des métaux à base d'aluminium ne varient pas brusquement.

La sélectivité de gravure de métaux à base d'aluminium est extrêmement bonne lorsque la pression régnant durant la gravure est de 0,01 mm de mercure ou plus, et, de façon plus préférée, de 0,02 à 0,06 mm de mercure.

La puissance électrique appliquée n'exerce pas une très grande influence sur la sélectivité de gravure de métaux à base d'aluminium, et on a obtenu des résultats analogues dans la gamme de 100 W à 300 W, ce qui correspond à des densités de $0,12 \text{ W/cm}^2$ à $0,36 \text{ W/cm}^2$.

Alors que le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale n'influence pas fortement la puissance électrique de haute fréquence et la tension de chute cathodique, il est apparu que la pression de gravure était étroitement reliée à la tension de chute cathodique. Par exemple, la relation existant entre le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale et la tension de chute cathodique est sensiblement constante, comme cela est montré par les courbes a, b et c de la figure 3, lorsque la pression de gravure est constante et que la puissance électrique de haute fréquence vaut 100 W ($0,12 \text{ W par cm}^2$), 200 W ($0,24 \text{ W par cm}^2$), et 300 W ($0,36 \text{ W par cm}^2$). Toutefois, lorsque la pression de gravure varie dans des conditions d'application de puissance électrique de haute fréquence analogues, alors que le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale est maintenu

constant à une valeur de 0,015/0,04, le potentiel de chute cathodique varie lui aussi largement, comme cela est indiqué par les courbes a (pour une puissance de 100 W), b (pour une puissance de 200 W) et c (pour une puissance de 300 W), en relation avec la figure 4. Le potentiel de chute cathodique est produit par la chute de potentiel apparaissant au niveau de la cathode pour permettre l'atteinte d'un équilibre lorsque les électrons du plasma se déplacent pendant la demi-période positive et les ions positifs se déplacent pendant la demi-période négative jusqu'à la cathode, une telle opération pouvant dans d'autres conditions être perturbée par la plus grande force de transfert des électrons. Ainsi, le potentiel de chute cathodique peut être correctement représenté par l'expression $(V_1 + V_2)/2$, où comme le montre la figure 5, V_1 est la différence entre la tension positive maximale et le niveau zéro et V_2 est la différence entre la tension négative maximale et le niveau zéro; ce potentiel de chute cathodique est généralement représenté par $V_2/2$ puisque V_1 est très petit.

La demanderesse a également étudié des phénomènes de gravure latérale et de gonflement et de déformation de la pellicule de revêtement protecteur survenant pendant la gravure d'une pellicule à base d'aluminium disposée sous une pellicule de revêtement protecteur au moyen d'un gaz générateur de plasma constitué de tétrachlorure de carbone gazeux et de chlore gazeux. Il est apparu que le potentiel de chute cathodique ainsi que le rapport de la pression partielle du chlore gazeux de la pression totale étaient étroitement associés à ces phénomènes. Lorsque la gravure est effectuée pour un rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale de 0,6 ou moins et pour un potentiel de chute cathodique de -20 V ou moins, la gravure latérale diminue sensiblement. Pour éliminer la gravure latérale, le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale doit être de préférence de 0,2 à 0,45 et, de façon plus préférée, de 0,3 à 0,35, tandis que le potentiel de chute cathodique doit être de préférence compris entre -50 V et -220 V. Lorsqu'une pellicule à base d'aluminium placée sur une pastille 61 est gravée à l'aide d'un masque en revêtement protecteur 63 dans les conditions mentionnées ci-dessus, un résidu 64 (qui est principalement constitué

d'aluminium d'après les résultats d'une micro-analyse par sonde électronique) se dépose sur les faces latérales de la pellicule 63 en revêtement protecteur et de la pellicule 62 à base d'aluminium se trouvant au-dessous d'elle, comme cela est présenté sur la figure 6A. La gravure latérale de la pellicule à base d'aluminium est empêchée par l'existence du résidu 64. Après la gravure, on découpe la pellicule en revêtement protecteur 63 au moyen d'un plasma d'oxygène (figure 6B), et on traite le résidu restant 64 au moyen d'un agent général d'élimination de revêtement protecteur par exemple à 110°C pendant 5 minutes. On obtient alors un tracé finement détaillé pour la pellicule 62 à base d'aluminium, comme le montre la figure 6C. Il est ainsi possible d'obtenir par exemple un tracé de 1 micron d'épaisseur et des lignes et des espaces ayant chacun 1 micron de largeur.

Par conséquent, pour réduire sensiblement le retard au démarrage de l'opération de gravure de la pellicule à base d'aluminium, pour améliorer la sélectivité de gravure de la pellicule à base d'aluminium par rapport au silicium et à l'oxyde de silicium, et pour éliminer le décapage latéral de la pellicule à base d'aluminium et le gonflement de la pellicule en revêtement protecteur, il est préférable d'effectuer la gravure dans les conditions suivantes : le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale est compris entre 0,2 et 0,6, la pression de gravure vaut 0,1 mm de mercure ou moins, et le potentiel de chute cathodique est compris entre -50 V et -220 V.

On va maintenant illustrer l'invention de façon plus détaillée au moyen des exemples suivants. Pour mettre en oeuvre de tels exemples, on a utilisé l'appareil de gravure par plasma présenté sur la figure 1.

Exemple 1

On maintient la pression de décapage constante à 0,1, puis 0,04 mm de mercure et on fait varier le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale. On mesure les vitesses de gravure de la pellicule d'aluminium, du substrat de silicium et de la pellicule d'oxyde de silicium. Les résultats sont portés sur la figure 7 (pour 0,1 mm de mercure) et sur la figure 8 (pour 0,04 mm de mercure). Sur les figures 7 et 8, la courbe a présente le cas de

la pellicule d'aluminium, la courbe b présente celui du substrat de silicium, et la courbe c celui de la pellicule de dioxyde de silicium. Les courbes d et e présentent la sélectivité de gravure de l'aluminium par rapport au silicium et de l'aluminium par rapport à l'oxyde de silicium.

Les figures 7 et 8 montrent que la sélectivité de gravure de l'aluminium par rapport au silicium et à l'oxyde de silicium est améliorée lorsque le rapport de la pression partielle du chlore gazeux est de 0,8 ou moins. La pellicule d'aluminium n'est pas beaucoup plus gravée lorsque le rapport de la pression partielle du chlore gazeux est de 0,9.

Exemple 2

On maintient le rapport de la pression partielle du chlore gazeux constant à 0,015/0,04, et on fait varier la pression de gravure aux valeurs suivantes : 0,04, 0,05, 0,07, 0,085, 0,1, 0,11 et 0,12 mm de mercure. On mesure les vitesses de gravure de la pellicule d'aluminium, du substrat de silicium et de la pellicule d'oxyde de silicium. Les résultats sont portés sur la figure 9. Sur cette figure, la courbe a présente le cas de la pellicule d'aluminium, la courbe b présente celui du substrat de silicium, et la courbe c celui de la pellicule d'oxyde de silicium. Les courbes d et e indiquent les sélectivités de gravure de Al/Si et Al/SiO₂.

La figure 9 montre que la sélectivité de gravure de la pellicule d'aluminium est améliorée lorsque la pression de gravure vaut 0,1 mm de mercure ou moins. La pellicule d'aluminium n'est pas beaucoup plus gravée lorsque la pression de gravure vaut 0,15 mm de mercure.

Exemple 3

On maintient le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à 0,015/0,04, on utilise une puissance électrique de haute fréquence de 200 W, et on fait varier la pression de gravure dans le cas de la gravure d'une pellicule d'aluminium placée sous un masque de revêtement protecteur. On mesure la gravure latérale de la pellicule d'aluminium et le gonflement du revêtement protecteur. Les résultats sont portés sur la figure 10. Sur cette figure, la courbe a présente l'amplitude de gravure latérale (rapport de la longueur découpée latéralement à la profondeur découpée) et la courbe b représente l'amplitude de gonflement du revêtement protecteur (rapport de l'épais-

seur initiale à l'épaisseur finale). On observe dans la pellicule d'aluminium une gravure latérale dépassant l'épaisseur de la pellicule d'aluminium lorsque la pression de gravure est supérieure à 0,1 mm de mercure. Lorsqu'on compare ces résultats à ceux de la figure 4, on voit qu'il est préférable que la chute cathodique soit de -20 V ou moins.

Exemple 4

On maintient la pression de décapage constante à 0,04 mm de mercure, on utilise une puissance électrique de haute fréquence de 200 W, et on fait varier le rapport de la pression partielle du chlore gazeux. On mesure la gravure latérale de la pellicule d'aluminium placée au-dessous de la pellicule de revêtement protecteur, ainsi que le gonflement du revêtement protecteur. Les résultats sont portés sur la figure 11. Sur cette figure, la courbe a présente l'amplitude de gravure latérale de la pellicule d'aluminium et la courbe b présente l'amplitude de gonflement du revêtement protecteur.

On voit sur la figure 11 que, si le rapport de la pression partielle du chlore gazeux est de 0,6 ou moins, la gravure latérale et le gonflement du revêtement protecteur sont notablement plus diminués que dans le cas où l'on emploie du tétrachlorure de carbone gazeux seul.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du procédé dont la description vient d'être donnée simplement à titre illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

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

1. Procédé de gravure par plasma, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations suivantes :
placer une pièce comportant une pellicule à base d'aluminium offrant une partie exposée sur une cathode disposée en regard d'une anode;
charger un gaz générateur de plasma constitué de tétrachlorure de carbone et de chlore gazeux à une pression de 0,1 mm de mercure ou moins entre l'anode et la cathode, le rapport de la pression partielle du chlore gazeux à la pression totale étant de 0,8 ou moins;
appliquer une puissance électrique de haute fréquence entre l'anode et la cathode afin de produire un plasma à partir du gaz générateur de plasma; et
effectuer la gravure de la partie exposée de la pellicule à base d'aluminium par le plasma.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport de la pression partielle du chlore gazeux est de 0,1 à 0,8.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le rapport de la pression partielle du chlore gazeux est de 0,2 à 0,8.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'un gaz générateur de plasma est chargé à une pression d'environ 0,01 à 0,06 mm de mercure.
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport de la pression partielle du chlore gazeux est de 0,6 ou moins.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rapport de la pression partielle du chlore gazeux est de 0,2 à 0,45.
7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la gravure est effectuée pour un potentiel de chute cathodique de -50 V ou moins.
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la gravure est effectuée pour un potentiel de chute cathodique de -50 V à -220 V.

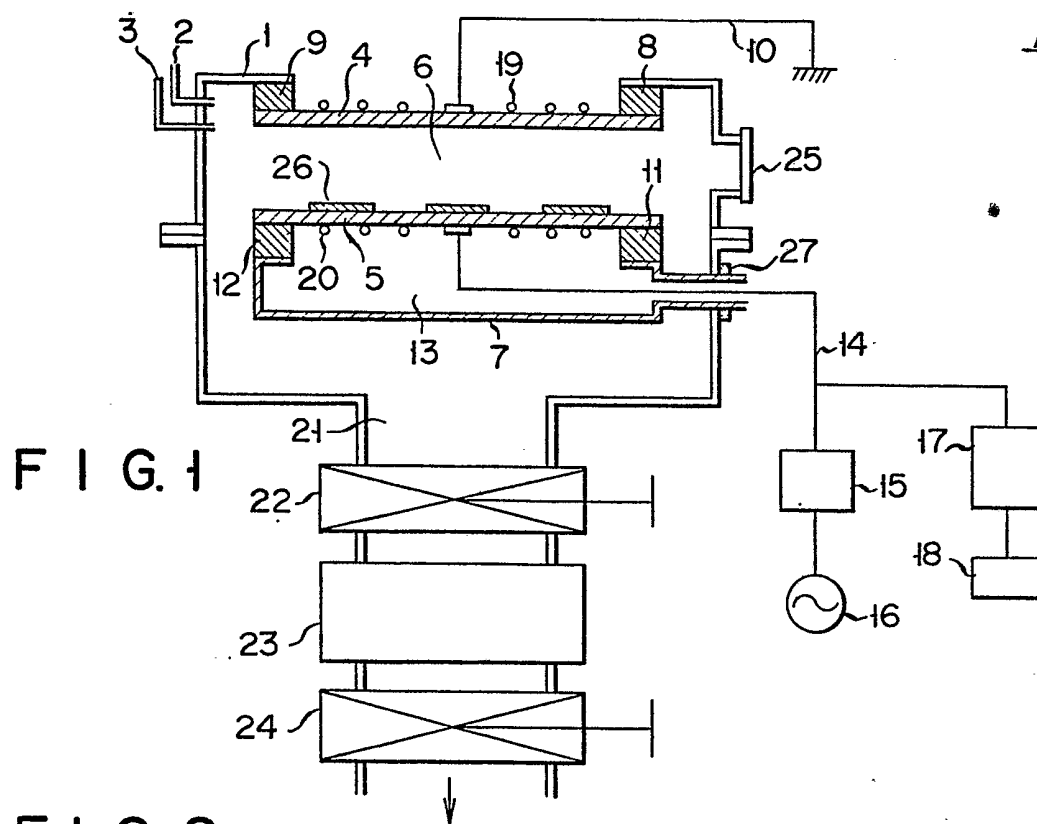


FIG. 2

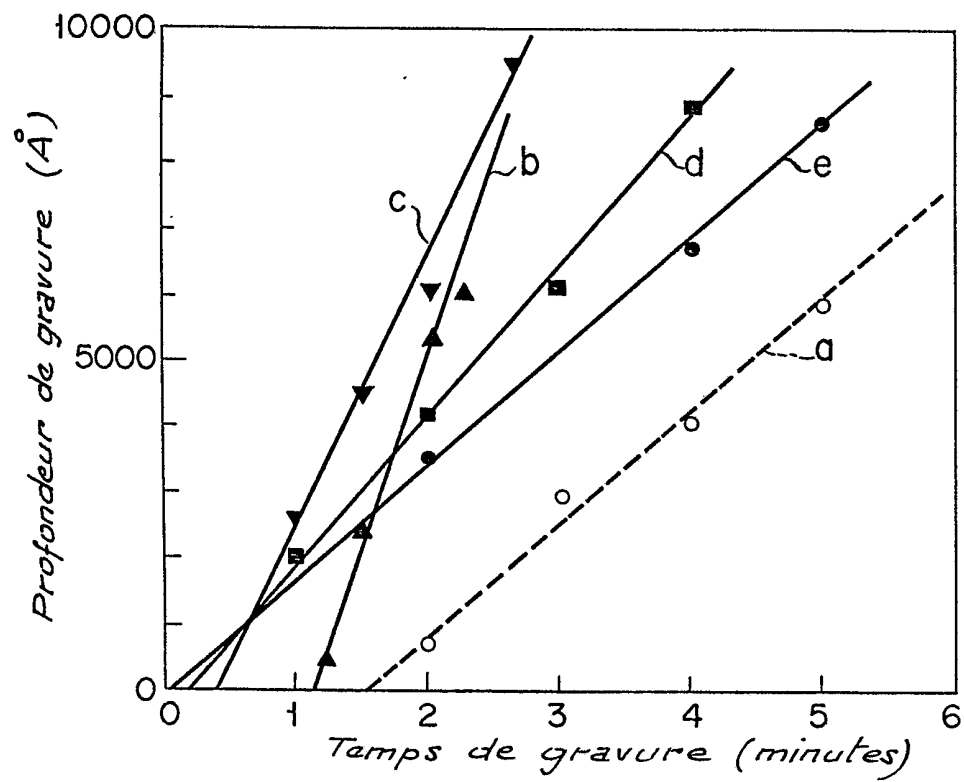


FIG. 3

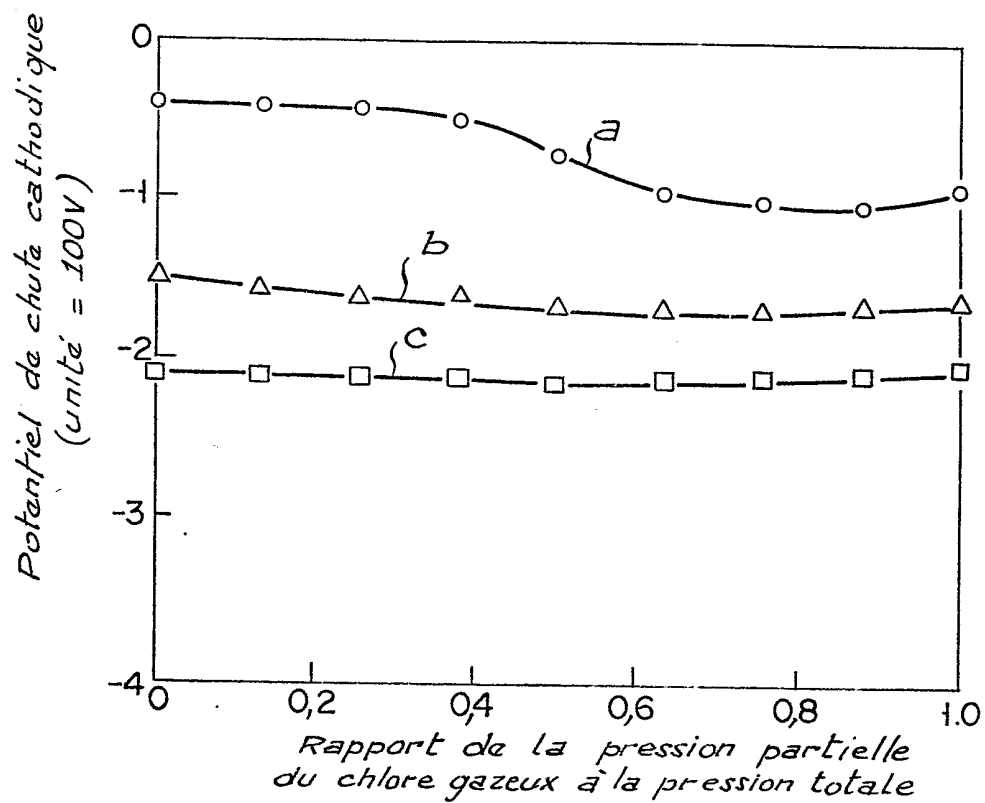
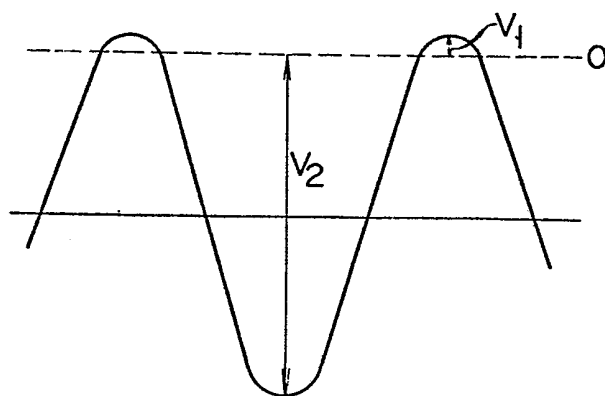
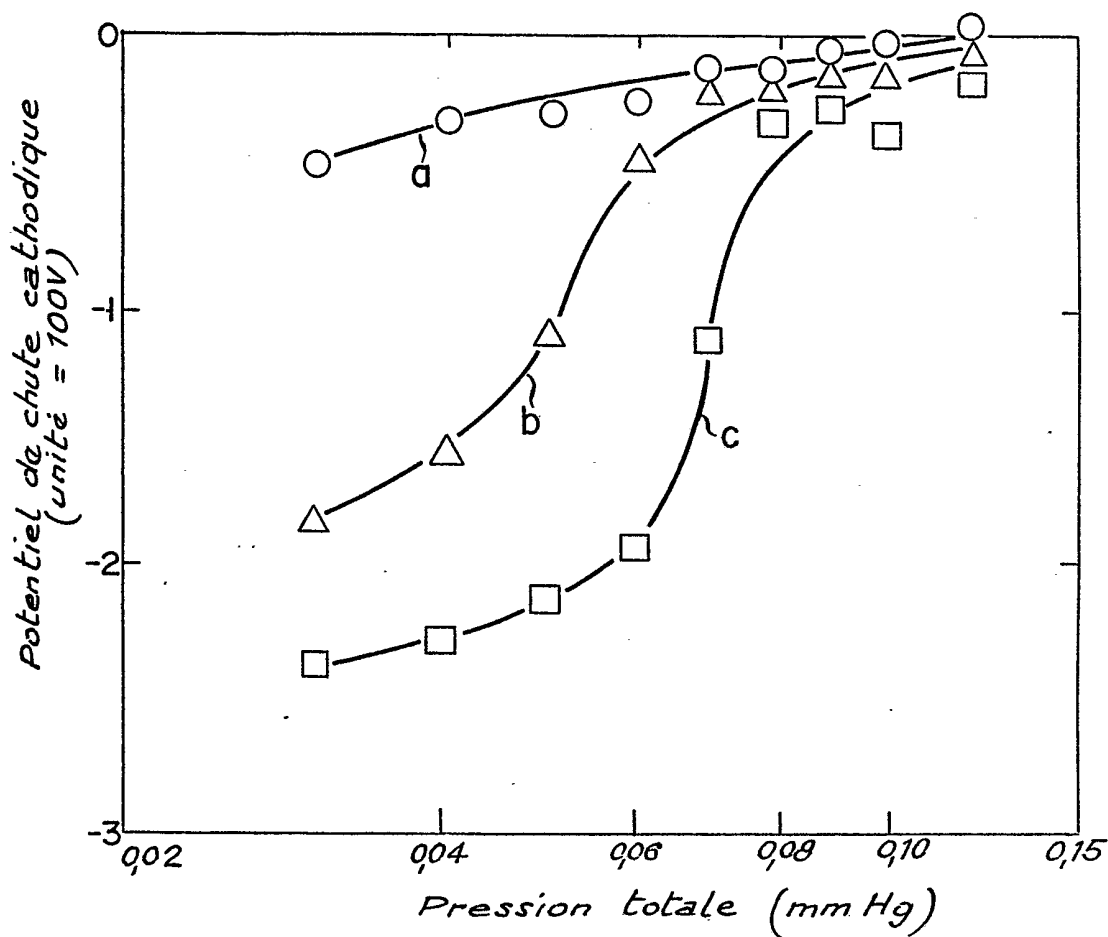


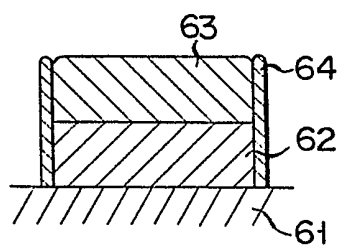
FIG. 5



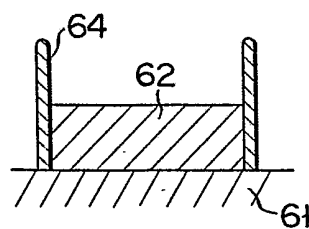
F I G. 4



F I G. 6A



F I G. 6B



F I G. 6C

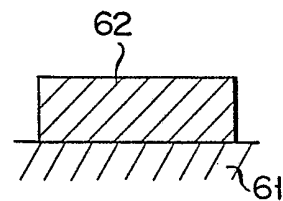
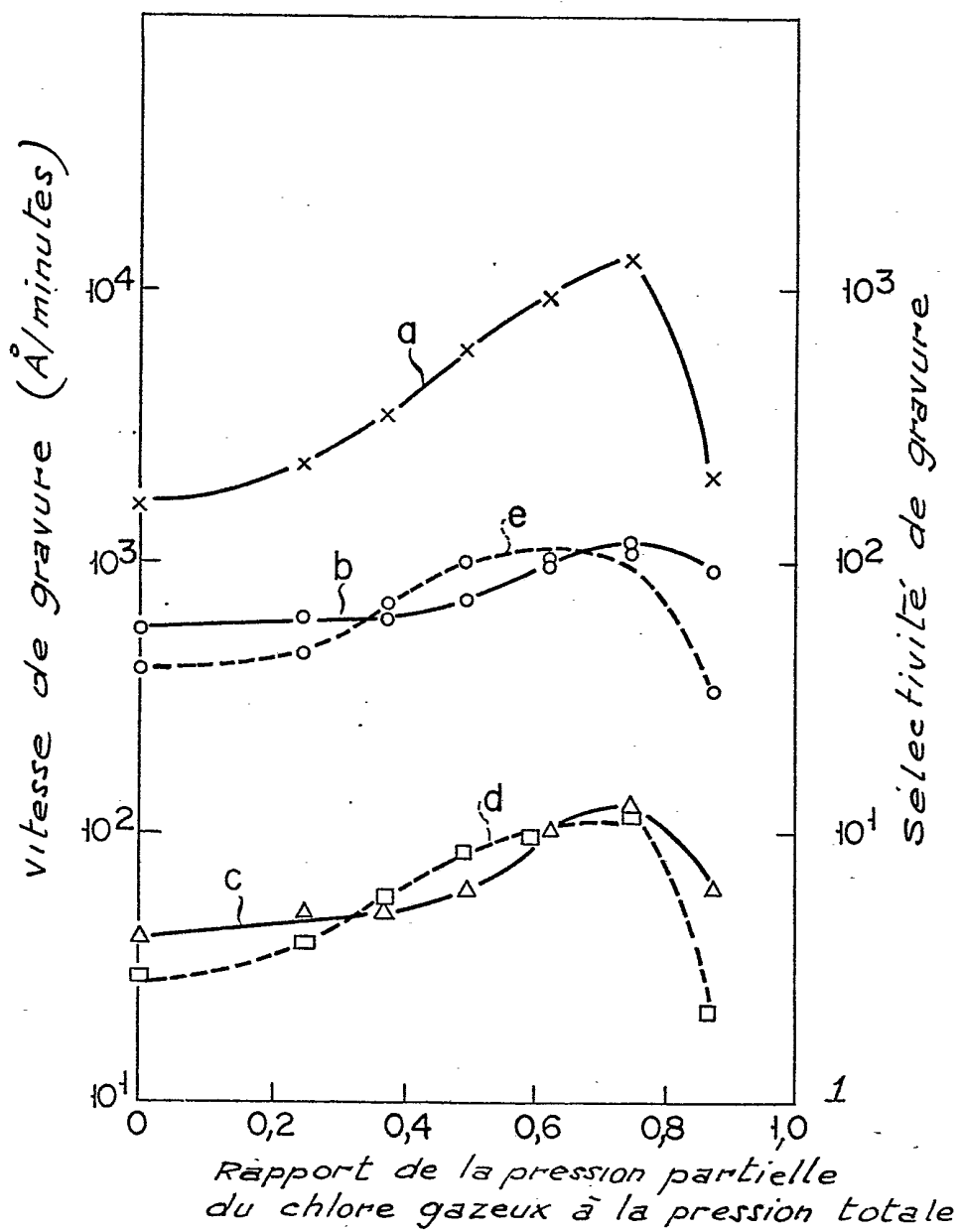
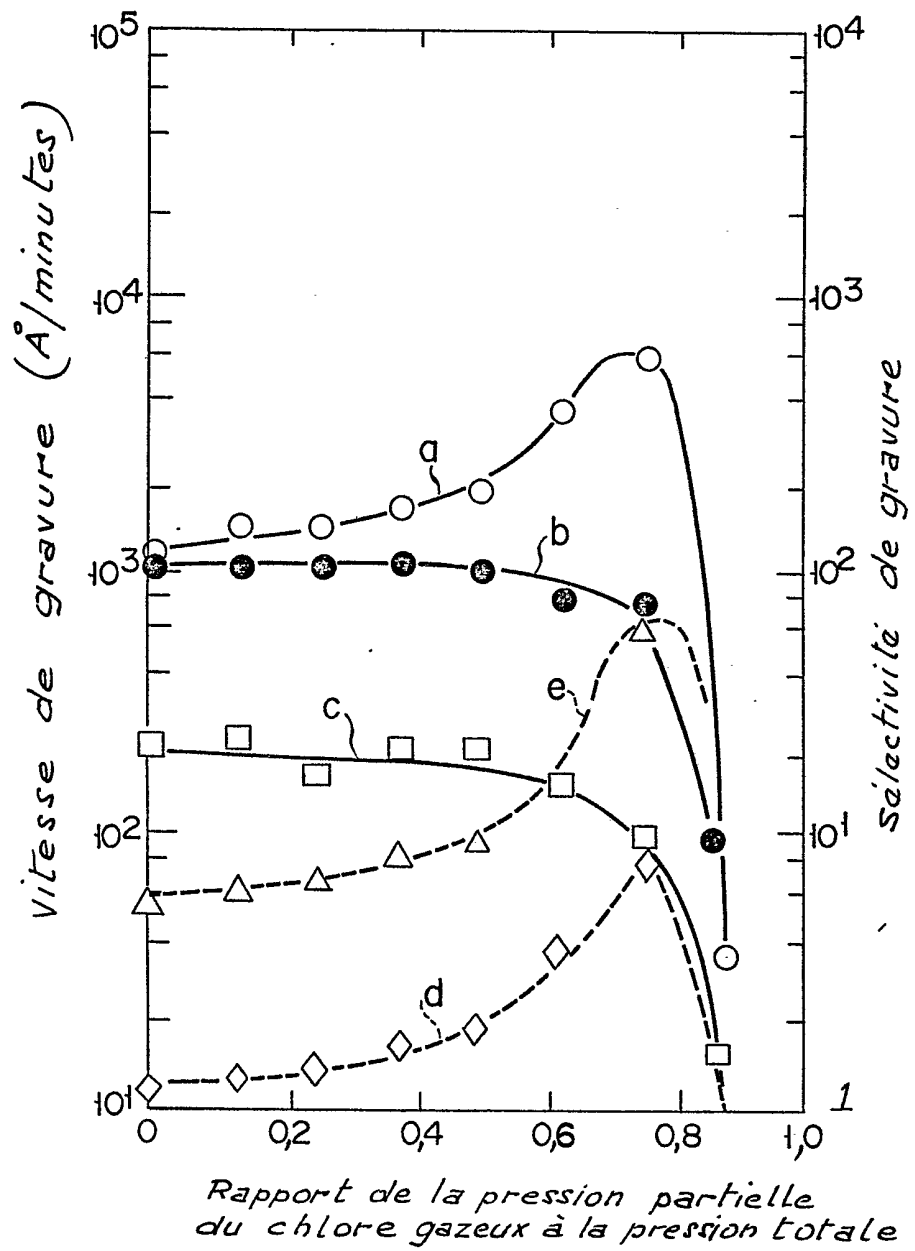


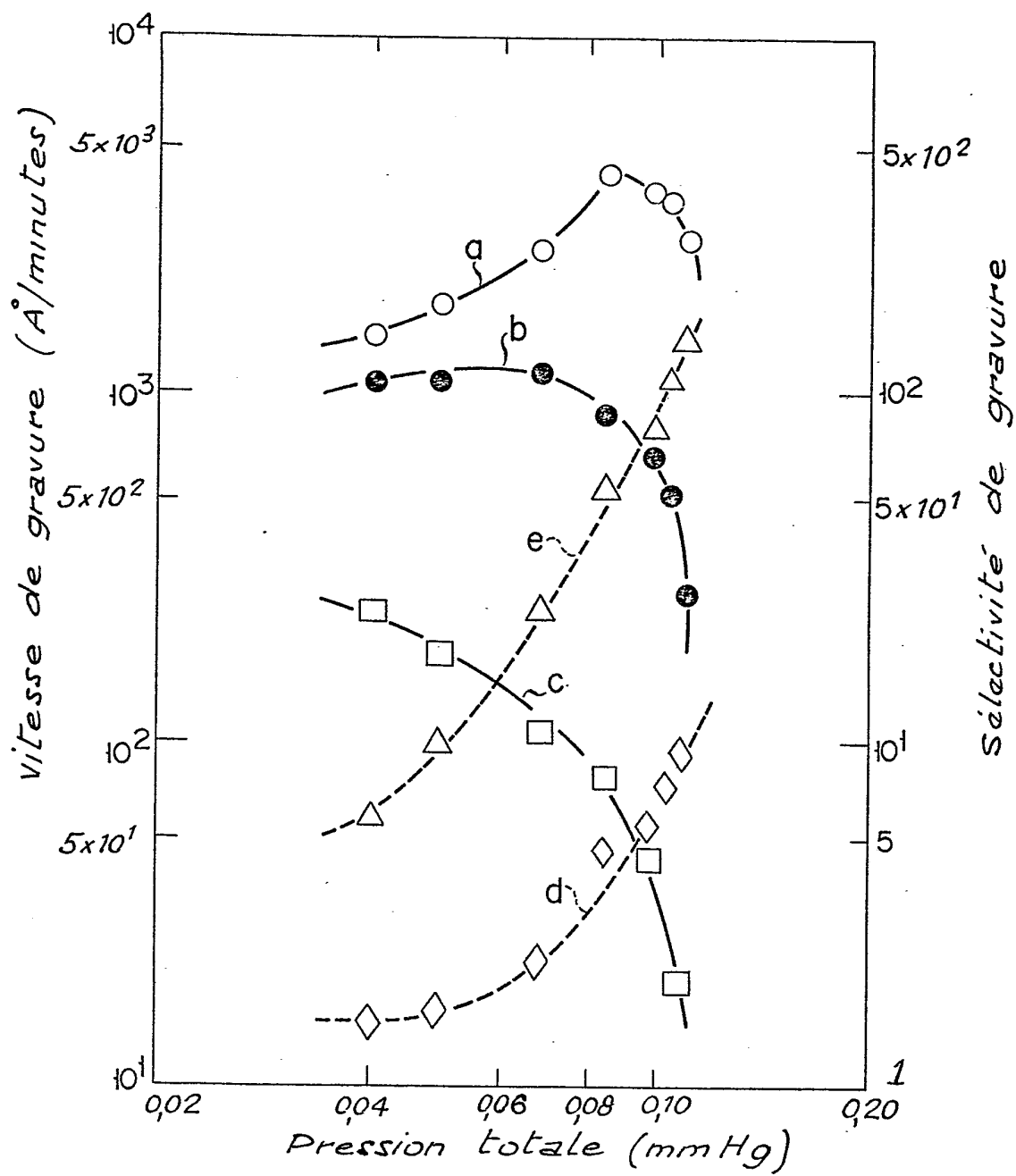
FIG. 7



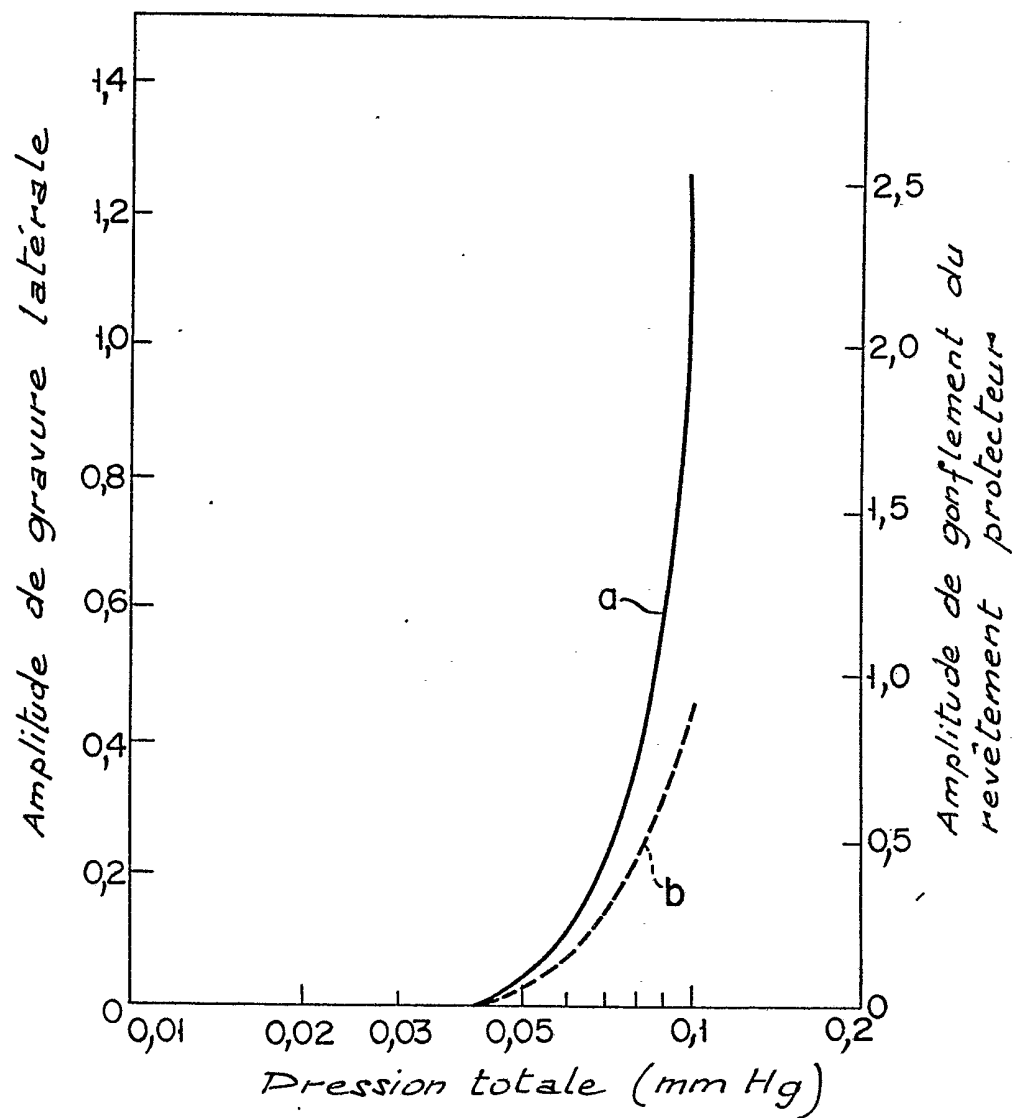
F I G. 8



F I G. 9



F I G. 10



F I G. 11

