(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 532 297**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **83 13802**

(51) Int Cl³ : C 03 B 29/00; H 01 L 21/316.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 26 août 1983.

(30) Priorité US, 27 août 1982, n° 412,455.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 9 du 2 mars 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *Société dite : VARIAN ASSOCIATES, INC.* — US.

(72) Inventeur(s) : Daniel Francis Downey.

(73) Titulaire(s) :

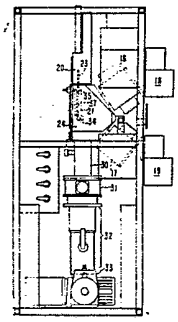
(74) Mandataire(s) : Lavoix.

(54) Procédé de refonte d'une couche de verre au phosphosilicate, notamment pour le traitement de composants semi-conducteurs.

(57) L'invention concerne un procédé de refonte d'une couche de verre au phosphosilicate.

Le procédé consiste essentiellement à introduire un article 37 revêtu d'une couche de verre au phosphosilicate dans une chambre de traitement 24, à réduire 32, 33 la pression dans cette chambre de traitement, et à chauffer l'article dans la chambre par une source à corps noir 35 possédant une caractéristique de flux d'énergie plane et constante, l'article étant chauffé pendant un temps suffisant et à une température suffisante pour entraîner un écoulement plastique de la couche de verre.

L'invention s'applique notamment au traitement des composants semi-conducteurs.



FR 2 532 297 - A1

La présente invention se rapporte à la fabrication des composants semi-conducteurs et concerne plus particulièrement la refonte de couches isolantes en verre de composants semi-conducteurs pour former une couverture uniforme et une couverture avec des gradins inclinés sur la surface à couvrir.

Dans la fabrication des composants semi-conducteurs, de multiples couches de matières sont appliquées sur la surface d'une plaquette semi-conductrice, généralement en silicium. Les couches peuvent être appliquées selondivers procédés comme par diffusion, implantation d'ions et dépôt de vapeur chimique. Chacune des couches remplit une ou plusieurs fonctions spécifiques. Etant donné que les composants semi-conducteurs deviennent progressivement plus complexes et plus miniaturisés, les procédés utilisés pour les fabriquer deviennent plus spécialisés et critiques.

Le verre au phosphosilicate qui est un bioxyde de silicium dopé avec une quantité préscrite de phosphore a été largement utilisé comme une couche isolante entre des éléments conducteurs de composants semi-conducteurs. Le verre au phosphosilicate est avantageux comme couche de passivation grâce à sa capacité d'absorption des ions alcalins. Des couches de verre au phosphosilicate sont également utilisées pour modifier la topographie superficielle dans des circuits intégrés à très grande échelle, lorsque la topographie du substrat est très complexe en raison de la nature de la structure à couches multiples. Le verre au phosphosilicate déposé par vapeur chimique est relativement peu uniforme sur la surface du composant et présente une mauvaise couverture des gradins. Par conséquent, les couches de verre au phosphosilicate doivent être chauffées jusqu'à leur point de ramollissement pour produire une coulée plastique et obtenir une épaisseur uniforme et une couverture à gradins inclinés. Une couverture uniforme est nécessaire pour préserver les propriétés d'isolement de la couche tandis qu'une couverture à gra-

dins inclinés est nécessaire pour éviter des ruptures diélectriques aux gradins dans les couches sous-jacentes. Dansle cas de circuits intégrés à très grande échelle, la refonte de la couche de verre au phosphosilicate élimine les irrégularités à la surface du composant.

Des couches de verre au phosphosilicate avec des teneurs en phosphore dans la plage d'environ 6 pour cent à 10 pour cent sont couramment utilisées. Avec des concentrations en phosphore inférieures à 16 pour cent environ, le point de fusion de la couche est très élevé. Avec des concentrations en phosphore supérieures à environ 10 pour cent, la couche de verre au phosphosilicate devient hygroscopique et pose des problèmes de fiabilité des composants.

Différents procédés ont été mis en oeuvre pour produire une refonte des couches de verre au phosphosilicate. La technique courante pour assurer cette refonte consiste en un traitement dans un four avec les températures de 1000°C à 1100°C pendant des durées de l'ordre de 10 à 60 minutes. Une atmosphère d'azote est couramment utilisée. Il y a lieu de se référer par exemple à l'article Armstrong et col., "A Scanning Electron Microscope Investigation of Glass Flow in MOS Integrated Circuits Fabrication," J. Electrochem. Soc.: Solid State Science and Technology, Vol. 121, N° 2, Février 1974, page 307. La refonte de verre au phosphosilicate dans des fours a été améliorée en utilisant des atmosphères d'oxygène ou de vapeur. Il a également été déterminé que la durée et/ou la température du traitement au four du verre phosphosilicate peut être réduite en augmentant la pression de l'atmosphère dans le four. Voir par exemple Razouk et col. "Pressure Induced Phosphosilicate Glass Flow", J. Electrochem. Soc.: Extended Abstracts, vol. 82-1, Mai 1982, page 138. La refonte du verre au phosphosilicate résultant d'un traitement au four est généralement satisfaisante. Mais le traitement des plaquettes semi-conductrices à ces températures pendant des durées notables produit une dif-

fusion ou une redistribution indésirable des impuretés de dopage, à la fois latéralement et verticalement. Cela est particulièrement nuisible pour des implantations à forte dose de l'ordre de 10^{15} - 2 x 10^{16} par centimètre carré comme celles utilisées pour la fabrication des composants MOS à haute densité. La redistribution peut en outre rendre difficile sinon impossible à fabriquer des jonctions peu profondes et/ou des composants à intégration à très grande échelle. En outre, le traitement courant au four est long et n'est pas particulièrement économe en énergie.

Des faisceaux laser ont également été utilisés pour refondre le verre au phosphosilicate. Un faisceau laser à l'anhydride carbonique fonctionnant dans la plage de 9 à 11 microns a été focalisé pour balayer la surface d'une plaquette semi-conductrice, produisant ainsi un chauffage localisé et une refonte de la couche de verre au phosphosilicate. Voir par exemple Jeuch et col., "P-Glass Reflow With a Tunable CO_2 Laser," Poster Paper Materials Research Society Conference, Boston, 16 à 20 Novembre 1981, et Delfino et col., "Laser Activated Flow of Phosphosilicate Glass," J. Electrochem; Society: Extended Abstracts, Vol. 82-1, Mai 1982, page 143. Le traitement au laser assure généralement une refonte satisfaisante du verre au phosphosilicate et, en raison du chauffage rapide de la couche de verre, il élimine largement leproblème de redistribution des impuretés dans la matière semi-conductrice. mais les faisceaux de laser ont un rendement énergétique extrêmement mauvais et imposent des dispositifs mécaniques, électro-optiques ou électromécaniques pour balayer et focaliser le faisceau, ce qui augmente la complexité du dispositif de traitement thermique.

En outre, le chauffage extrêmement rapide de la couche de verre au phosphosilicate par le laser peut entraîner des fissures, un décollage ou un soulèvement de la couche de verre par rapport à la plaquette.

La demande de Brevet des Etats Unis d'Amérique N° 262 838 déposée le 12 Mai 1981 au nom de la demanderesse décrit un processeur dans lequel un radiateur à corps noir ayant une caractéristique de flux d'énergie plan constant est placé en face d'une matière semi-conductrice. La source à corps noir est capable de recuire les dommages du cristal dans des plaquettes semi-conductrices et d'activer des dopants en impuretés dans le silicium en des durées de l'ordre de 10 secondes.

Un objet de l'invention est donc de proposer un nouveau procédé perfectionné pour produire une fonte plastique d'une couche de verre appliquée sur la surface d'une matière semi-conductrice.

Un autre objet de l'invention est de proposer un procédé de traitement thermique d'une plaquette semi-conductrice de manière à provoquer une fonte plastique d'une couche de verre au phosphosilicate tout en réduisant la redistribution des impuretés de dopage dans la plaquette semi-conductrice.

Un autre objet enfin de l'invention est de proposer un procédé simple et rapide pour produire une fonte plastique d'une couche de verre appliquée sur la surface d'une plaquette semi-conductrice, de manière que la couche présente une épaisseur uniforme et forme une couverture à gradins inclinés.

Selon l'invention, ces objets et avantages ainsi que d'autres sont obtenus grâce à un procédé de traitement d'un article sur une surface duquel est appliquée une couche de verre isolante, ce procédé consistant à faire couler plastiquement la couche de verre. Le procédé consiste essentiellement à introduire l'article dans une chambre de traitement, à réduire la pression dans la chambre de traitement, et à chauffer l'article dans la chambre par une source à corps noir possédant une caractéristique de flux d'énergie plan constant . L'article est positionné en alignement plan parallèle avec la source à corps noir et il est chauffé pendant un temps suffisant et à une tem-

pérature suffisante pour que la source à corps noir fasse couler plastiquement la couche de verre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre.

Aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemples nullement limitatifs:

La Figure 1 est une vue en perspective et en coupe partielle d'un appareil de traitement utilisé pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention,

la Figure 2 est une vue de côté de l'appareil de la Figure 1,

la Figure 3 est une vue de côté d'une plaque destinée à maintenir une plaquette semi-conductrice dans l'appareil de traitement des Figures 1 et 2,

la Figure 4 est une vue de face d'un radiateur à corps noir qui produit un flux d'énergie plan constant et destiné à être incorporé dans l'appareil de traitement des Fig. 1 et 2, et

les Figures 5A et 5B sont des coupes d'une plaquette semi-conductrice courante montrant une couche de verre au phosphosilicate respectivement avant et après le traitement selon l'invention.

L'invention concerne donc un procédé de traitement d'un article, en général d'une plaquette semi-conductrice, sur une surface de laquelle est appliquée une couche de verre isolante. Le traitement entraîne un écoulement plastique de la couche de verre, ce dont il résulte une couche de verre avec une bonne uniformité et une couverture avec des gradins inclinés. Le verre le plus couramment utilisé dans le traitement des semi-conducteurs est du verre au phosphosilicate avec une teneur en phosphore entre 6 et 10% en poids. La plaquette semi-conductrice est introduite dans une chambre de traitement. A l'intérieur de la chambre se trouve une source à corps noir avec une caractéristique de flux d'énergie plane constante. La source à corps noir produit une émission importante dans

la région de 7 à 10 microns du spectre infrarouge. La plaquette semi-conductrice est positionnée en alignement plan parallèle avec la source à corps noir. La chambre de traitement est ensuite vidée et la source à corps noir est alimentée ou est explosée à la plaquette en enlevant une plaque d'obturateur. La source à corps noir chauffe rapidement la couche de verre au phosphosilicate à une température suffisante pour entraîner son écoulement plastique. La plaquette est ensuite enlevée du voisinage de la source à corps noir et refroidie. l'ensemble du processus prend environ quelques secondes ou quelques dizaines de secondes, inhibant ainsi toute redistribution d'impuretés. En raison de la nature plane de la source à corps noir, la couche de verre est chauffée uniformément sur toute la surface de la plaquette.

Les Figures 1 et 2 illustrent un appareil de traitement qui convient pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention . Le dispositif de traitement est réalisé de manière à recevoir, à traiter thermiquement, et à décharger des plaquettes semi-conductrices; L'appareil de traitement 10 est représenté sur la Figure 1 en perspective et en coupe partielle représente d'une façon générale le IA6200 Isothermal Annealer manufacture et diffusé par Extrion Division de Varian Associates, INc. Des panneaux de commande électronique 13 sont inclus dans le meuble 11 et sont accessibles par des portes 12. L'appareil utilise la gravité Weyflow ™, dans un poste d'extrémité à gravité comme décrit dans le brevet des Etats Unis D'Amérique N° 3 901 183 pour l'insertion et l'enlèvement des plaquettes de silicium. Dans le poste d'extrémité Wayflow™, une plaquette est introduite à partir d'une cassette placée dans un porte-cassette 18, par un verrou d'entrée 16 (voir le Brevet des Etats Unis d'Amérique N° 3 954 191) dans une chambre à vide 24, 20. Les plaquettes glissent par gravité sur un plateau 21 qui est ensuite orienté dans une position de réception appropriée; Après l'introduction de la plaquette, le plateau 21 est

tourné autour de l'axe 34 vers une position de recuit en face de la source à corps noir 22. La source à corps noir 22 peut être obturée par une plaque d'obturateur 23, jusqu'à ce que le plateau amène la plaquette en opposition. En variante, la source 22 peut être en marche, mais au ralenti jusqu'à ce que la plaquette soit en place ou d'autres variantes peuvent être utilisées. La distance entre la plaquette et la source à corps noir 22 peut varier depuis environ 6 mm, jusqu'à toute autre distance praticable. La distance réelle est déterminée par des conditions d'uniformité et par la place prise par l'obturateur, les écrans et le plateau. En ce qui concerne l'uniformité, la zone active de la source est de préférenee au moins aussi grande que la plaquette car le facteur d'irradiation entre la source et la plaquette doit être aussi élevé et uniforme que possible. La température de la source à corps noir est généralement comprise entre 1000°C et 1500°C pour effectuer la refonte du verre au phoshposilicate et la durée du traitement varie entre 5 et 60 secondes comme cela sera décrit ci-après. Le chauffage se fait par rayonnement de sorte que la température de la plaquette augmente jusqu'à un équilibre qui est à peu près la température de la source thermique. Mais dans certains cas, la plaquette n'atteint pas l'équilibre car la refonte se fait avant que la température d'équilibre soit atteinte. Après la refonte du verre au phosphosilicate , la plaquette est enlevée par la porte de sortie 17 dans une cassette, dans un porte-cassette 19.

Pour faciliter un chauffage uniforme, il est souhaitable de chauffer par rayonnement et non par convection. Un contrôle est maintenu de la pression au moins entre la source à corps noir et la matière semi-conductrice. La pression dont cette région varie de 1.33010^{-4} Pascal à la pression ambiante et elle est choisie de manière que le trajet libre moyen du gaz soit très supérieur à la

distance entre la source et la plaquette. Un chauffage notable par conduction est ainsi éliminé. Comme le montre la Figure 2, une pompe préliminaire mécanique 33 est utilisée en série avec une pompe à diffusion 32 pour vider la chambre 24 par le tube 30 et le déflecteur 31. Ainsi, la pression dans la chambre de travail 24,20 est contrôlée, avec comme critère ci-dessus que le trajet libre moyen des moléculesde gaz soit très supérieur à la distance entre la source à corps noir 35 et la plaquette 37. Par conséquent, le chauffage par rayonnement au moyen de la source thermique 35 prédomine.

La plaquette 37 est chauffée par un flux d'énergie plan constant produit par la source de rayonnement à corps noir 35. Le terme de flux d'énergie plan constant signifie que sur un front plan, un flux d'énergie constant est produit mar la source. La puissance peut varier par variation continue de la source mais le flux d'énergie sur le front plan reste constant. Le plan isotherme chauffe uniformément la plaquette 37. Cela résulte en partie du fait que le rayonnement du corps noir se situe principalement dans l'infrarouge et que le silicium est partiellement transparent au rayonnement infrarouge. Ainsi, le rayonnement pénètre en quelques millisecondes dans une plaquette d'une épaisseur de quelques centaines de microns et la chauffe uniformément. Pour la refonte du verre au phosphosilicate, le rayonnement du corps noir dans la partie de 7 à 10 microns du spectre infrarouge est d'un intérêt primordial.

Quand le traitement thermique est terminé, la source thermique est masquée par l'obturateur mécanique 23 représenté sur la Fig. 1, ou elle est mise au ralenti ou elle est arrêtée. Si la plaquette est en silicium, elle est de préférence refroidie jusqu'à 700°C ou moins afin qu'elle puisse être enlevée de la chambre de recuit. Cela se fait par un refroidissement actif du plateau

ou en faisant tourner le plateau de manière de la la plaquette rayonne vers les parois de la chambre qui apparaissent alors comme un dissipateur à corps noir. Comme le montre la Figure 3, le plateau 21 est constitué par un bloc métallique 19 à l'arrière duquel sont fixés des tubes de refroidissement 40. Les tubes de refroidissement 40 contiennent de l'eau refroidie (10°-15°C à 4 litres par minute) ou autres agents de refroidissement et ils sont reliés par des passages de traversée (non représentés) à une source extérieure à la chambre de recuit. Une bande circonférentielle 42 en un métal réfractaire est prévue sur la face avant du plateau pour favoriser un recuit uniforme. Cette bande peut être chauffée pour assurer unprofil de température uniforme entre les bords de la plaquette et son centre. Des écrans plans 40 et 41 sont également positionnés entre la source thermique 35 et les parois de la chambre à vide. Ces écrans réduisent les pertes thermiques selon la formule 1/n+1, où n est le nombre des écrans qui se suivent, pourvu qu'il existe une séparation sous vide entre chacun d'entre eux. Un mode de réalisation par radiateur à corps noir 35 est représenté en détail sur la Figure 4. Pour obtenir un chauffage uniforme sur la surface de la plaquette, la source à corps noir présente une distribution thermique uniforme sur sa surface. Cette distribution thermique uniforme produit un front thermique plan c'est-à-dire que la même température apparaît sur des plans parallèles en avant de la source. Ainsi, étant donné que le chauffage de la plaquette se fait par rayonnement, le rayonnement chauffe cette plaquette avec une isotropie bidimensionnelle. Pour obtenir les isothermes, une source plane est utilisée de préférence bien que cela ne soit nécessaire.

La source à corps noir préférée est faite d'une matière résistante qui peut être moulée ou découpée en une forme plane comprenant un ensemble de bandes. La source préférée est en graphite dont un exemple est le Stackpole 2020 qui est disponible en feuilles et qui peut

être découpé sous la forme en méandres de la Figure 4. Une feuille 50 de graphite d'une épaisseur d'environ 1,6 à 3,2 mm est formée pour produire la configuration en méandres consistant en des bandes 54. Les angles de la source à corps noir 55 sont fixés sur les angles opposés d'un cadre métallique 41 par des goujons conducteurs 52 et 53. Dans un mode préféré de réalisation, la feuille de carbone est fraisée avant que les bandes soient découpées afin de réduire son épaisseur à l'intérieur de la circonférence 51. Il en résulte que la température est plus élevée dans la zone circulaire à l'intérieur de la circonférence 51, à savoir la zone placée en face de la plaquette maintenue sur un plateau. En général, cette source plane à bandes en méandres utilise une source d'alimentation d'environ 5 kilowatts bien que la puissance d'entrée soit d'autant plus basse quand l'efficacité des écrans est plus élevée. Pour un chauffage plus uniforme, la surface effective de la source à corps noir doit être au moins aussi grande que la plaquette à chauffer et cette dernière doit être aussi près que possible de la source.

Pour la refonte du verre au phosphosilicate selon le procédé selon l'invention, il est préférable que la radiateur plan à corps noir soit élevé jusqu'à une température entre 1000°C et 1500°C pendant une période 5 à 60 secondes en fonction de la teneur en phosphore du verre. Il faut noter que lorsque la teneur en phosphore augmente, le point de fusion du verre diminue. Par conséquent, la durée et/ou la température du traitement peuvent être réduits pour des couches de verre au phosphosilicate avec une plus haute teneur en phosphore. Il faut aussi noter que pour une composition donnée de verre au phosphosilicate, différentes combinaisons de durée et de température peuvent être utilisées pour effectuer la refonte de la couche de verre. Il est en outre préférable que, pendant le traitement du verre au phosphosilicate par le radiateur à corps noir plan, la chambre de traitement

soit maintenue sous un vide entre $1,3310^{-4}$ et $1,3310^{-4}$ Pascal.

Dans un exemple de refonte de verre au phosphosilicate utilisant l'appareil décrit ci-dessus, du verre dopé avec 8% de phosphore a été traité à une température du radiateur de 1400°C et avec une exposition de 8 secondes. D'excellents résultats de refonte ont été obtenus comme l'a indiqué une analyse au microscope électronique à balayage. Du verre au phosphosilicate dopé avec 6% de phosphore a été traité avec une température du radiateur de 1400°C et une exposition de 15 secondes, créant un contour régulier et des parois latérales inclinées. Une température plus élevée et/ou des durées d'exposition plus longues sont nécessaires pour du verre au phosphosilicate de moindre teneur en phosphore tandis que l'inverse est vrai pour des teneurs en phosphore plus élevées. Selon les résultats recherchés, différentes combinaisons de durée et de température peuvent donner d'excellentes résultats. Par exemple, avec du verre au phosphosilicate d'une teneur en 8% en phosphore, d'autres combinaisons satisfaisantes sont 1100°C pendant 35 secondes, 1250°C pendant 20 secondes et 1350°C pendant 10 secondes. Ces combinaisons de durée et de température peuvent être légèrement réglées pour modifier l'importance de la refonte obtenue. Des combinaisons similaires de durée et de température peuvent être déterminées pour traiter des verres au phosphosilicate avec d'autres teneurs en phosphore. Pour le traitement des couches de verre au phosphosilicate selon le procédé de l'invention, il s'est avéré que la redistribution de dopant a été nettement réduite comparativement aux procédés de recuit au four. Cela est dû principalement à la durée beaucoup plus courte nécessaire pour le procédé selon l'invention.

La Figure 5A représente l'exemple d'un composant semi-conducteur pendant sa fabrication. Le composant comporte des couches planes 110, 112 et un gradin 114 qui peut être formé par des procédés courants de photogravure et d'attaque chimique. Une couche 116 de verre au

phosphosilicate est appliquée sur la surface du composant, généralement par dépôt de vapeur chimique. La couche 116 se comporte comme un isolant entre la couche 114 et des couches conductrices appliquées ensuite, comme des métallisations. Lorsqu'elle est déposée, l'épaisseur de la couche 116 n'est généralement pas uniforme, comme indiqué en 120 et n'assure pas une bonne couverture du gradin 114 comme indiqué en 122. En général, l'épaisseur de la couche 116 est de 1 à 2 microns. Après le chauffage de la couche 116 par le procédé selon l'invention, la matière se ramollit jusqu'à un point où un écoulement plastique peut se produire. Le chauffage ne doit pas être suffisant pour entraîner un passage à l'état liquide. En raison de l'écoulement plastique, les régions d' épaisseur non uniforme sont régularisées et la couverture des gradins peut être inclinée. Des inclinaisons de couverture des gradins au voisinage de 45° ont été obtenues avec le procédé de l'invention. La Fig. 5B montre la couche 116 après la refonte.

Il apparait que le procédé de l'invention est efficace pour effectuer une refonte du verre au phosphosilicate grâce à l'absorption sélective du rayonnement infrarouge provenant de la source à corps noir dans le verre au phosphosilicate, par couplage par rayonnement avec la liaison Si-O qui possède une forte bande d'absorption à une longueur d'onde de 9,25 microns, et par couplage par rayonnement avec la liaison P-O qui possède une forte bande d'absorption à environ 7,7 microns. Le substrat de silicium dopé sous-jacent absorbe également le rayonnement infrarouge et les deux couches viennent en équilibre thermique par des mécanismes de conduction. Il est critique pour l'intégrité de la mince couche de verre phosphosilicate que cette couche et le silicium arrivent aux températures à des vitesses suffisamment comparables pour ne pas entraîner de contraintes thermiques et par conséquent des fissures et des décollements de la couche de verre. Une telle situation peut se pré-

senter lorsqu'une source de lumière monochromatique par exemple un laser, qui n'est couplé que par une bande dans le verre phosphosilicate (par exemple la liaison Si-O ou la liaison P-O) est utilisée. Une situation similaire peut se présenter lorsqu'une source à corps noir n'ayant pas une intensité suffisante dans la région d'infrarouge entre 7 et 8 microns, comme une source à corps noir avec des crêtes dans la plage optique ou au voisinage est utilisée. Dans ce cas, le silicium absorbe tout le rayonnement et s'échauffe plus rapidement que la couche de SiO_2. La valeur du couplage par rayonnement avec la couche de verre au phosphosilicate dépend également de l'épaisseur de cette couche. Il est le plus courant d'utiliser une couche de verre d'une épaisseur entre 1 et 2 microns qui permet un couplage convenable avec la source de rayonnement à corps noir décrite ci-dessus (qui présente une crête à environ 2,0 microns à 1400°C). De minces couches de verre au phosphosilicate peuvent ne pas absorber suffisamment de rayonnement pour s'échauffer à une vitesse suffisante comparativement à la masse de silicium dopé entraînant ainsi des dommages dans la couche de verre. Selon l'invention, le rapport d'absorption de la couche de verre au phosphosilicate (ou toute autre couche de verre) est réglé par rapport à celui du silicium (ou autre substrat) en réglant la distribution spectrale du corps noir de la source rayonnante, par des filtres, des sources multiples ou toute autre conception de source.

Le procédé de l'invention a été décrit en regard des verres au phosphosilicate mais il est bien évident que le procédé peut s'appliquer aux autres types de verre, comme au borosilicate et à l'arsénosilicate. La condition est que la source plane à corps noir soit capable de chauffer rapidement la couche de verre jusqu'au point où un écoulement plastique se produit.

L'invention apporte donc un procédé pour provoquer un écoulement plastique d'une couche de verre ap-

pliquée sur la surface d'un composant semi-conducteur. Le procédé permet une refonte très rapide du verre, réduisant ainsi à un niveau négligeable la redistribution des impuretés. Par ailleurs, le procédé est simple et d'un bon rondement énergétique.

Il est bien entendu que diverses modifications peuvent être apportées au mode de réalisation décrit et illustré à titre d'exemple nullement limitatif sans sortir du cadre ni de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

1 - Procédé de traitement d'un article de forme générale plane sur une surface de laquelle est appliquée une couche isolante en verre de manière à provoquer un écoulement plastique de la couche de verre, procédé caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à introduire ledit article (37) dans une chambre de traitement (34) à réduire (32, 33) la pression dans ladite chambre de traitement et à chauffer ledit article dans ladite chambre par une source à corps noir (35) possédant une caractéristique de flux d'énergie plane constante, ledit article étant positionné essentiellement en alignement en parallèle avec ladite source à corps noir et étant chauffé pendant un temps suffisant et à une température suffisante par ladite source à corps noir pour entraîner un écoulement plastique de ladite couche de verre.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite couche de verre (116) est une couche de verre au phosphosilicate, ledit chauffage dudit article étant effectué en le chauffant à au moins 1000°C, pendant 5 à 60 secondes.

3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que après le chauffage dudit article, il consiste à refroidir (40) ledit article dans ladite chambre de traitement par refroidissement par rayonnement.

4 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il consiste en outre, après le refroidissement dudit article, à sortir (17) ledit article de ladite chambre de traitement.

5 - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la réduction de pression dans ladite chambre de traitement produit une pression entre $1{,}3310^{-1}$ et $1{,}3310^{-4}$ Pascal pendant l'opération de chauffage dudit article.

6 - Procédé de traitement d'une plaquette semi-conductrice sur une surface de laquelle est appliquée une couche de verre de manière à produire un écoulement

plastique de ladite couche de verre, procédé caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à chauffer ladite plaquette semi-conductrice (37) dans une chambre de traitement (24) vidée au moyen d'une source à corps noir (35) possédant une caractéristique de flux d'énergie plane, ladite plaquette semi-conductrice étant positionnée en alignement plan parallèle avec ladite source à corps noir et étant chauffée pendant un temps suffisant et à une température suffisante par ladite source à corps noir pour provoquer un écoulement plastique de ladite couche de verre.

7 - Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le chauffage de ladite plaquette semi-conductrice est effectué par une source à corps noir (35) produisant un rayonnement substantiel dans la partie infrarouge du spectre.

8 - Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite couche de verre (116) est une couche de verre au phophosphosilicate, ledit chauffage de la plaque semi-conductrice étant effectué par ladite source à corps noir émettant un rayonnement substantiel dans la plage spectrale entre 7 et 10 microns.

9 - Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à régler la distribution spectrale de ladite source à corps noir de manière à équilibrer pratiquement les vitesses d'échauffement de ladite couche de verre et de ladite plaquette semi-conductrice afin d'éviter toute contrainte thermique.

10 - Procédé de traitement d'une plaquette semi-conductrice sur une surface de laquelle est appliquée une couche de verre de manière à entraîner un écoulement plastique de ladite couche de verre, procédé caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à introduire ladite plaquette semi-conductrice (37) dans une chambre de traitement (24), à réduire (32, 33) la pression dans ladite chambre de traitement, à chauffer ladite plaquette semi-conductrice par une source à corps noir (35) possédant

une caractéristique de flux d'énergie plane et une distribution spectrale qui équilibre pratiquement la vitesse d'échauffement de ladite couche de verre et de ladite plaquette semi-conductrice, ladite plaquette semi-conductrice étant positionnée en alignement plan essentiellement parallèle avec ladite source à corps noir et étant chauffée pendant un temps suffisant et à une température suffisante par ladite source à corps noir pour provoquer un écoulement plastique de ladite couche de verre, à refroidir (40) ladite plaquette semi-conductrice dans ladite chambre de traitement par refroidissement par rayonnement, et à sortir (17) ladite plaquette semi-conductrice de ladite chambre de traitement.

FIG.1

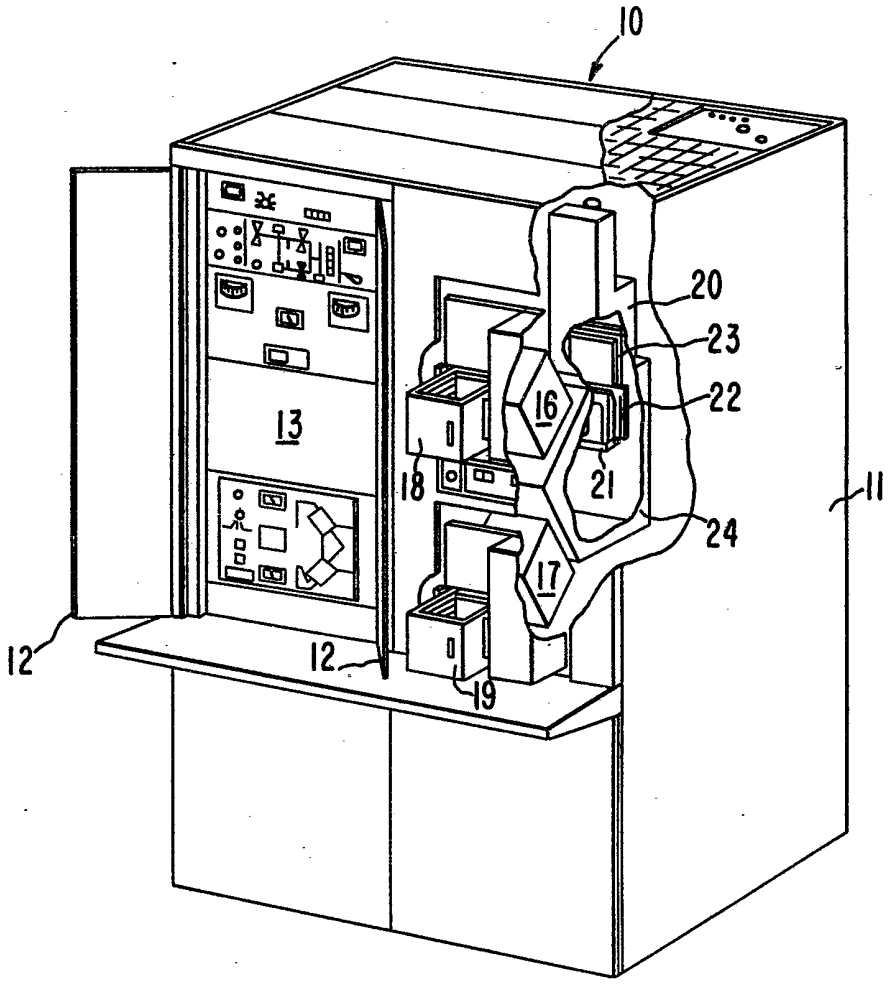
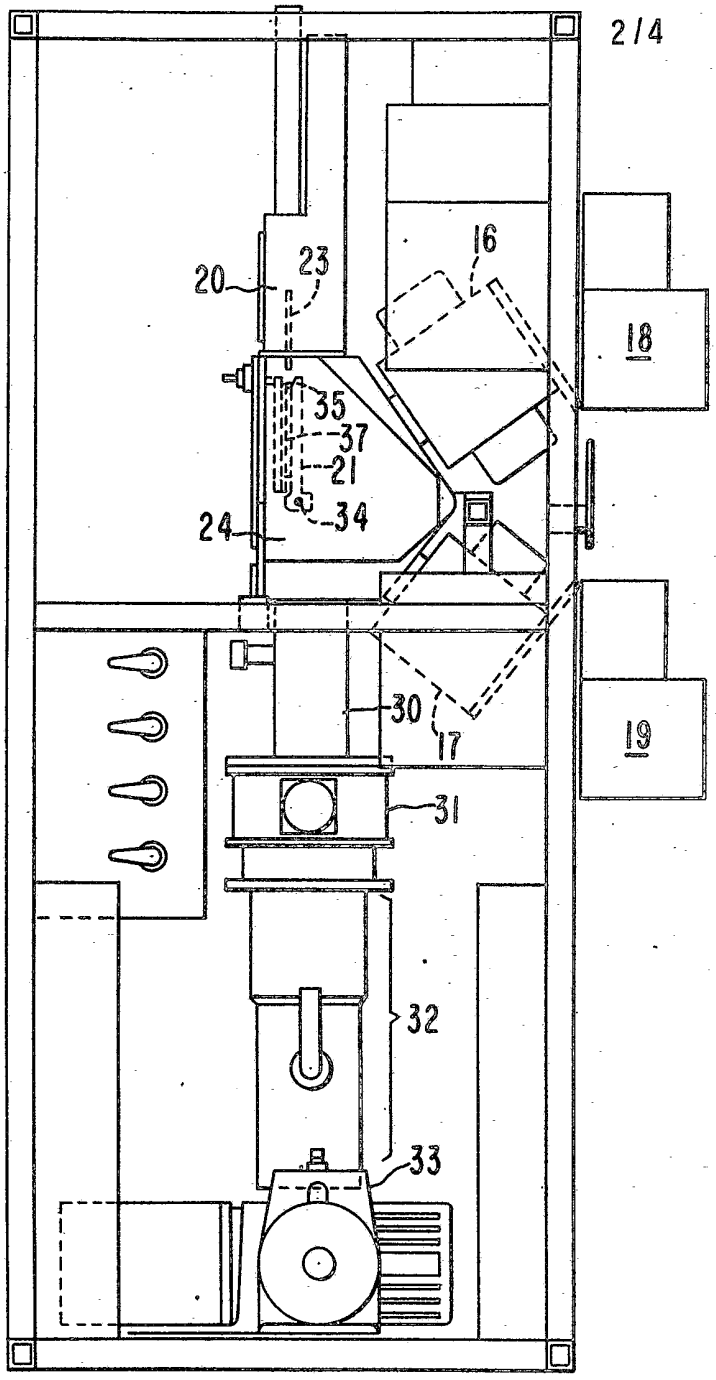


FIG.2



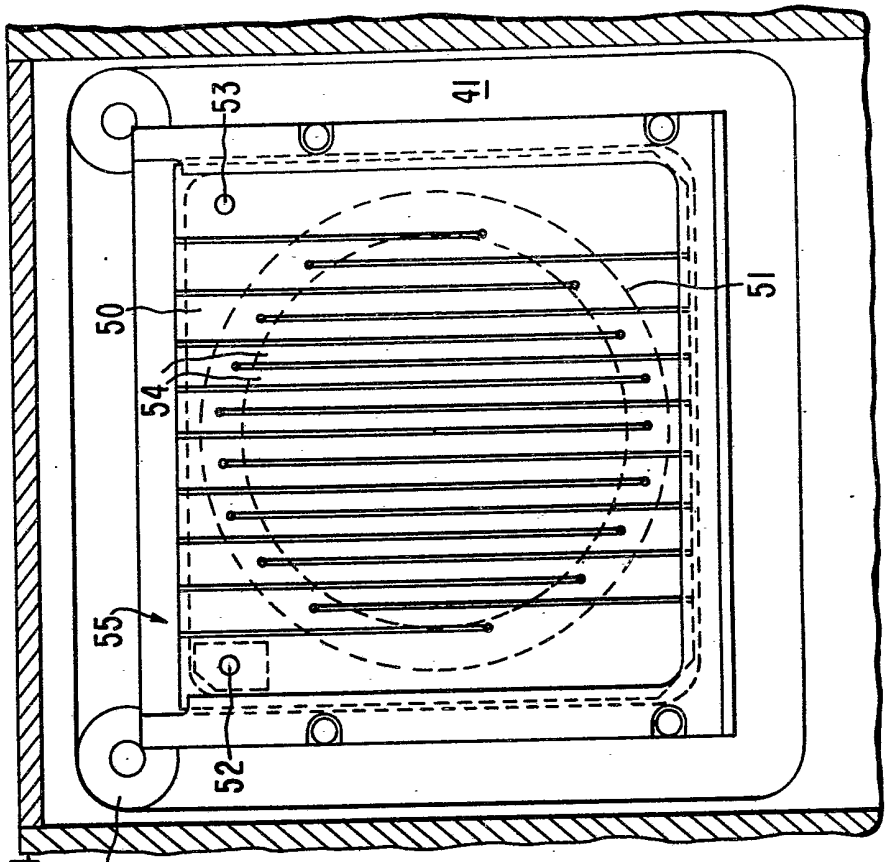


FIG4

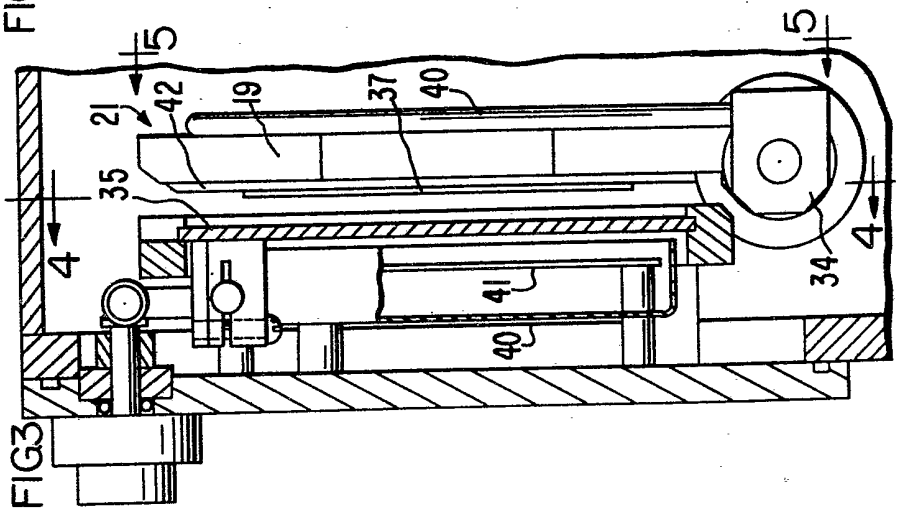


FIG3

FIG.5A

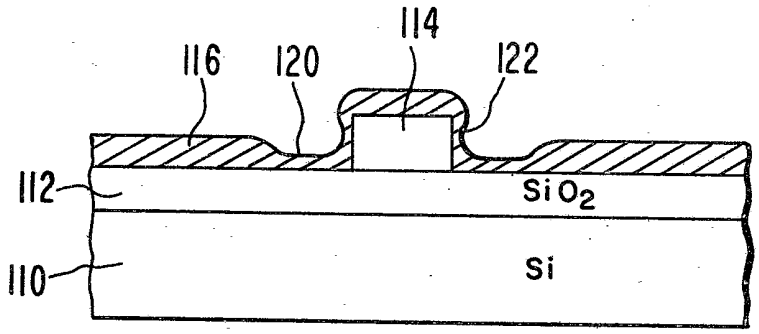


FIG.5B

