

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 juin 2003 (19.06.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/050875 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
H01L 27/146, 31/18

(72) Inventeur: **MONGELLAZ, François** (décédé).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/04234

(72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : **LINCOT, Daniel** [FR/FR]; 46, rue des Sources, F-92160 Antony (FR).

(22) Date de dépôt international :
9 décembre 2002 (09.12.2002)

(74) Mandataire : **LEHU, Jean**; c/o Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(81) État désigné (*national*) : US.

(26) Langue de publication : français

(84) États désignés (*régional*) : brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(30) Données relatives à la priorité :
01/15911 10 décembre 2001 (10.12.2001) FR

Publiée :

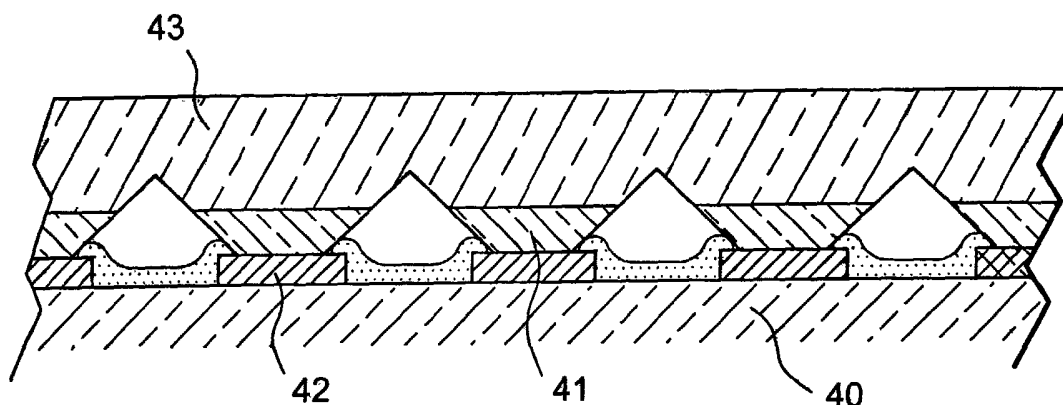
— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(71) Déposants (*pour tous les États désignés sauf US*) : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR]; 31/33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR). **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE** [FR/FR]; 3, rue Michel Ange, F-75794 Paris Cedex 16 (FR).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AN IMAGING DEVICE

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UN DISPOSITIF D'IMAGERIE



(57) Abstract: The invention concerns a method for producing an imaging device comprising at least a pixel matrix made of a photon-sensing semiconductor material (43) deposited on a substrate incorporating electronic devices and having metallic surfaces (42), wherein, prior to depositing the semiconductor material (43) on said substrate, a material designed to promote adherence of the semiconductor material is deposited solely on the metallic surfaces (42) of said substrate.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de réalisation d'un dispositif d'imagerie comprenant au moins une matrice de pixels en matériau semi-conducteur (43) détecteur de photons déposé sur un substrat intégrant des dispositifs électroniques et présentant des surfaces métalliques (42), dans lequel, préalablement au dépôt du matériau semi-conducteur (43) sur ledit substrat, un matériau apte à favoriser l'adhérence du matériau semi-conducteur est déposé uniquement sur les surfaces métalliques (42) de ce substrat.



WO 03/050875 A2

PROCÉDE DE REALISATION D'UN DISPOSITIF D'IMAGERIE

DESCRIPTION

Domaine technique

5 La présente invention concerne un procédé de réalisation d'un dispositif d'imagerie.

Etat de la technique

Un procédé de réalisation d'un dispositif d'imagerie de rayonnement X est décrit dans le document
10 référéncé [1] en fin de description. Comme illustré sur la figure 1, ce dispositif d'imagerie comprend une matrice de pixels réalisée en matériau semi-conducteur, pour convertir les photons X incidents en charges électriques. Ce matériau semi-conducteur est déposé sur
15 un panneau de lecture de charges électriques à base de silicium 11, comprenant plusieurs dispositifs électroniques intégrés chacun au niveau d'un pixel de la matrice 12.

Ce procédé de réalisation consiste en un
20 transfert par phase vapeur (méthode CSVT ou "Closed-Spaced Vapor Transport") du matériau semi-conducteur sur un substrat à base de silicium intégrant les dispositifs électroniques.

Comme illustré sur la figure 2, une source
25 21 comportant le matériau semi-conducteur 22, qui peut être massive ou sous forme de poudre, est chauffée à une température T1 de l'ordre de 600°C. Le matériau semi-conducteur utilisé comme source (CdTe, PbI₂, HgI₂) est proche du substrat 23 (1 à 10 mm). La température
30 du substrat est réglée à une température T2 inférieure

à T1. Elle varie de 200°C à 600°C selon la nature du semi-conducteur utilisé et la qualité de la couche exigée. Le gradient de température qui est créé permet un transport de matière entre la source 21 et le substrat 23. Les propriétés physiques des semi-conducteurs utilisés associées à l'utilisation de la méthode CSVT permettent d'imposer au substrat une température (200°C à 450°C) compatible à la tenue en température des dispositifs électroniques.

Le dispositif d'imagerie de rayonnements X ainsi obtenu peut avoir des dimensions allant de quelques centimètres x quelques centimètres à plus de 40 centimètres x 40 centimètres. Il peut être utilisé, en particulier, pour l'imagerie médicale : il est apte à fonctionner en mode radiographie ou en mode radioscopie.

Dans un tel dispositif la surface du substrat, sur laquelle le dépôt de matériau semi-conducteur s'effectue, est une surface hétérogène. En effet, comme illustré sur la figure 3, la surface de ce substrat 31, qui peut être amorphe, amorphe recristallisé, polycristallin ou monocristallin, est composée d'une couche de passivation 32 (SiO_x , ou SiN , ou SiO_x+SiN), dans laquelle des ouvertures laissent libres les surfaces métalliques 33 (aluminium ou un autre métal) qui assurent la pixélisation de chaque matrice. Le matériau semi-conducteur doit être en contact électrique avec ces surfaces métalliques et adhérer à celles-ci.

Le dépôt du matériau semi-conducteur s'effectue donc sur une surface comportant des zones de

compositions chimiques différentes. L'affinité chimique entre les matériaux composant ces zones et le matériau semi-conducteur à déposer est fonction des conditions de dépôt. L'obtention d'une bonne affinité chimique, qui est le garant d'une bonne adhérence entre le substrat de silicium et le matériau semi-conducteur, impose des conditions de dépôt : températures T1 et T2, vitesse de croissance, histoire thermique, qui influent sur les propriétés physiques du matériau semi-conducteur. Les propriétés physiques ainsi obtenues ne sont pas nécessairement compatibles avec celles recherchées pour la détection de rayonnement.

Il y a donc un problème d'adhérence entre la surface du substrat de silicium et le matériau semi-conducteur.

L'invention a pour objet de résoudre un tel problème d'adhérence.

Exposé de l'invention

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'un dispositif d'imagerie comprenant au moins une matrice de pixels en matériau semi-conducteur détecteur de photons déposé sur un substrat intégrant des dispositifs électroniques et présentant des surfaces métalliques, caractérisé en ce que, préalablement au dépôt du matériau semi-conducteur sur ledit substrat, un matériau conducteur apte à favoriser l'adhérence du matériau semi-conducteur est déposé sur les surfaces métalliques de ce substrat.

Le substrat peut être en un matériau choisi parmi Si, GaAs, InP et leurs composés respectifs.

Le matériau semi-conducteur peut être l'un des matériaux suivants : CdTe, Se, PbI₂, PbO, HgI₂, GaAs, TlBr, BiI₃ ou TlPbI₃.

Le matériau pour favoriser l'adhérence peut
5 être choisi parmi Zn, Ti, Pt et Ni.

La surface du substrat est une surface hétérogène, qui est composée d'une couche de passivation, dans laquelle des ouvertures laissent
10 libres les surfaces métalliques. Elle peut être réalisée dans l'un des matériaux suivants : SiO_x, ou SiN, ou SiO_x+SiN. Les surfaces métalliques sont par exemple en aluminium, en or ou en cuivre.

Avantageusement les zones de matériau apte à favoriser l'adhérence déposée sont jointives. Ce
15 matériau a une épaisseur comprise entre quelques Angströms et quelques micromètres.

Dans un premier mode de réalisation le matériau pour favoriser l'adhérence est déposé par bain chimique. Le dépôt par bain chimique peut être réalisé
20 en mettant la surface métallique de ce substrat au contact d'une solution réactive contenant l'élément à déposer sous forme dissoute. Dans une première catégorie de solutions l'élément à déposer réagit avec le métal, en le dissolvant par oxydation et en se
25 déposant à sa place. Cet élément à déposer est compris parmi les matériaux suivants : Zn, Cd, Sn, Se, Cu, Te, Bi et In. Dans une deuxième catégorie de solutions, l'élément à déposer est introduit dans la solution avec un élément capable de le déposer sur le substrat. Les
30 éléments à déposer sont compris parmi les matériaux suivants : Ni, Sn, Cu, Au.

Dans un deuxième mode de réalisation le matériau apte à favoriser l'adhérence est déposé par électro-dépôt. Ce matériau est compris parmi les matériaux suivants : un métal : Zn, Cu, Ni, Pb, Te, Se, Cd, Sn, Au, un alliage métallique ou un composé non métallique, comme par exemple oxyde ou hydroxide, un chalcogénure métallique (MS, MSe, MTe où M est un métal).

Le substrat jouant le rôle de première électrode est immergé dans une solution chimique adaptée contenant les éléments à déposer sous forme d'ions, une fonction spécifique du substrat permettant de relier toutes les surfaces métalliques ensemble et de les porter toutes au même potentiel. Une seconde électrode est immergée dans la solution, elle-même portée à un potentiel fonction de la réaction d'électrolyse. Le passage d'un courant entre les deux électrodes permet d'obtenir des réactions d'oxydo-réduction, et de déposer le composé apte à favoriser l'adhérence à la surface d'une des électrodes

Dans un troisième mode de réalisation le matériau est déposé en phase vapeur ou gazeuse ou par pulvérisation. Le substrat est introduit dans un bâti afin d'être recouvert d'une couche de matériau apte à favoriser l'adhérence, cette couche étant déposée de manière non sélective et recouvrant la totalité de la surface du substrat. Ce matériau est alors gravé de manière sélective de façon à ne laisser le matériau présent que sur les surfaces métalliques. Le matériau peut ainsi être gravé par des opérations de photolithographie ou d'ablation laser.

Le procédé de l'invention utilise ainsi un matériau qui assure l'adhérence entre les surfaces métalliques du substrat et le matériau semi-conducteur.

5 Il permet alors un dépôt de la couche de semi-conducteur sur le substrat.

Dans un exemple de réalisation, on utilise le procédé de l'invention pour obtenir un dispositif
10 d'imagerie de rayonnements X qui comprend au moins une matrice de pixels permettant de convertir des photons X incidents en charges électriques, notamment dans la fabrication de panneaux de lecture pour système d'imagerie X dans le domaine médical.

15 **Brève description des figures**

Les figures 1 et 2 illustrent le fonctionnement d'un procédé de l'art connu,

La figure 3 illustre la coupe de la surface d'un panneau de lecture avant le dépôt de la couche de
20 matériau semi-conducteur,

La figure 4 illustre la coupe d'un ensemble panneau de lecture + zones d'adhérence non jointive + couche de semi-conducteur obtenu avec le procédé de l'invention,

25 La figure 5 illustre la coupe d'un ensemble panneau de lecture + zones d'adhérence jointive + couches de semi-conducteur obtenu avec le procédé de l'invention,

30 La figure 6 illustre le fonctionnement de la méthode électrolytique qui peut être utilisée dans le procédé de l'invention.

Exposé détaillé de modes de réalisation

Conformément au document référencé [1], dans le procédé de l'invention, une matrice de pixels en matériau semi-conducteur détecteur de photons est
5 réalisée par le dépôt d'une couche de ce matériau sur un substrat intégrant des dispositifs électroniques et présentant des surfaces métalliques.

Pour résoudre le problème d'adhérence défini précédemment, le procédé de l'invention consiste
10 à déposer, préalablement au dépôt du matériau semi-conducteur sur le substrat, un matériau apte à favoriser l'adhérence du matériau semi-conducteur ultérieurement déposé sur les surfaces métalliques du substrat. Ce matériau a pour objet d'assurer
15 l'adhérence et la continuité électrique entre les surfaces métalliques du substrat et la couche de semi-conducteur et par là, entre la couche de semi-conducteur et le substrat.

Le substrat peut être en un matériau choisi
20 parmi Si, GaAs, InP et leurs composés respectifs.

La couche de semi-conducteur peut être déposée par la méthode CSVT ou la méthode CSS ("Close Space Sublimation") mais aussi par des méthodes de transport par phase vapeur avec ou sans agent chimique,
25 de sérigraphie, ou d'épitaxie en phase liquide, dans la mesure où les impératifs de températures définis précédemment sont respectés.

Le matériau semi-conducteur utilisé peut être choisi parmi les matériaux suivants : CdTe, PbI₂,
30 PbO, HgI₂, GaAs, Se, TlBr, BiI₃, TlPbI₃.

Le matériau apte à favoriser l'adhérence du matériau semi-conducteur sur le substrat sera choisi en fonction du couple matériau du circuit de lecture/matériau détecteur de photons pour ses caractéristiques cristalline, électrique. Par exemple, il pourra être choisi parmi le Zn, Ti, Pt et Ni.

Lorsque la réalisation de la couche de matériau semi-conducteur est envisagée par épitaxie, alors le matériau apte à favoriser l'adhérence peut être un homo-germe, c'est-à-dire qu'il est composé des mêmes composés chimiques que la couche de semi-conducteur à réaliser. Le matériau faisant office d'homo-germe pour la croissance d'une couche de CdTe est donc CdTe, pour une couche de PbI_2 est PbI_2 , pour une couche de HgI_2 est HgI_2 , et pour une couche de PbO est PbO (il en est de même pour GaAs, Se, TlBr, BiI_3 , TlPbI_3).

Pour le choix du matériau apte à favoriser l'adhérence, un homme de métier pourrait aussi être amené à choisir un matériau de structure cristalline différente de celle de la couche de semi-conducteur. Un tel choix permet, en effet, de mettre en évidence la présence du matériau. De plus, on peut s'attendre à ce que ce dernier, de par sa structure cristalline différente, fasse office de barrière de diffusion entre les éléments chimiques constituant les surfaces métalliques et la couche de matériau semi-conducteur, les propriétés électriques de cette dernière étant très sensibles à la présence de dopants, même en faibles quantités (de l'ordre de quelques ppb à quelques ppm).

Mais l'utilisation d'un matériau germe de mêmes structures cristallines, ou "homo-germe", selon l'invention élargit le domaine des conditions de croissance compatibles avec l'adhérence, car il y a
5 forcément affinité chimique. Le choix des conditions de croissance conduit nécessairement à l'élaboration d'une couche de semi-conducteur possédant les propriétés physiques requises.

10 Ce matériau apte à favoriser l'adhérence est déposé sur les surfaces métalliques et a une épaisseur comprise entre quelques d'Angströms et quelques micromètres.

Comme illustré sur la figure 4, ce matériau
15 41 doit être présent à la surface du substrat 40, être adhérent aux surfaces métalliques 42 dudit substrat, assurer une continuité électrique avec ces surfaces métalliques, et permettre l'adhérence du matériau semi-conducteur 43. Sur cette figure 4, les zones 41 formées
20 par ce matériau déposé sur les surfaces métalliques sont non jointives.

Mais on peut avoir intérêt, comme illustré sur la figure 5, à ce que ces zones soient jointives pour des raisons de nucléation de la couche de semi-
25 conducteur 43 qui est déposée au-dessus.

Le matériau apte à favoriser l'adhérence peut être déposé en utilisant différentes méthodes, notamment le bain chimique, l'électro-dépôt, comme
30 décrit dans le document référencé [2], la phase vapeur ou gazeuse ou la pulvérisation.

Ce matériau peut ainsi être déposé par bain chimique. Ce dépôt par bain chimique peut être réalisé en mettant la surface métallique du substrat, par exemple en aluminium, préalablement ou non décapée pour
5 diminuer l'épaisseur de la couche d'oxyde, au contact d'une solution réactive contenant les éléments à déposer sous forme dissoute.

Dans une première catégorie de solutions, l'élément à déposer réagit avec le métal, par exemple
10 l'aluminium, le dissolvant par oxydation et en se déposant à sa place. Cette méthode de dépôt, appelée par déplacement, est préférablement utilisée pour les ions métalliques (ou non) dont le potentiel de réduction est plus élevé que le potentiel d'oxydation
15 de l'aluminium ; ces éléments peuvent être : Zin, Cd, Pb, Sn, Se, Cu, Te, Bi, In, l'élément préféré étant le zinc.

Dans une deuxième catégorie de solutions l'élément à déposer est introduit dans la solution avec
20 un élément capable de le déposer sélectivement sur le substrat, par exemple en aluminium, préalablement recouvert ou non d'une première couche, réalisée par la méthode précédente. Dans ce cas, il n'y a pas attaque de l'aluminium et l'intégrité de la couche d'aluminium
25 peut être préservée. Les éléments à déposer peuvent être le Ni, Sn, Cu, Au... Les éléments préférés sont Ni et Sn.

Les couches déposées chimiquement peuvent comporter plusieurs éléments métalliques, ou non
30 métalliques, conduisant à ces alliages ou des couches (oxydes, hydroxydes, chalcogénures...).

Les solutions permettant ces réactions peuvent être aqueuses ou non aqueuses.

Ce matériau peut également être déposé, par
5 électro-dépôt comme illustré sur la figure 6.

Ce matériau peut être un métal : Zn, Cu, Ni, Pb, Te, Se, Cd, Sn, Au, un alliage métallique, ou un composé non métallique, comme par exemple un oxyde ou hydroxide, un chalcogénure métallique (MS, MSe, MTe
10 où M est un métal). Les matériaux préférés sont : CdTe, CdSe, ZnTe, ZnSe, CdS, ZnS, PbSe, SnOx; SnSx, SnTex, SnSex, CuX, InX. Les alliages ternaires sont aussi possibles. Ce dépôt peut être effectué en milieu aqueux ou en milieu non aqueux, de préférence en milieu
15 aqueux. Ce dépôt peut être effectué suivant les modes galvanostatique, potentiostatique ou toute combinaison de ces méthodes (voltamétrie, dépôt pulsé).

Comme illustré sur la figure 6, le substrat 61 (première électrode) est immergé dans une solution
20 chimique adaptée contenant les éléments à déposer sous forme d'ions 62 (électrolyte). Une fonction spécifique de ce substrat 61 permet de relier toutes les surfaces métalliques ensemble (court-circuit) et permet de les porter toutes au même potentiel. Une seconde électrode
25 63 est immergée dans la solution, elle-même portée à un potentiel fonction de la réaction d'électrolyse. Le passage d'un courant entre les deux électrodes permet d'obtenir des réactions d'oxydoréduction, et de déposer le composé recherché (CdTe, HgI₂, PbI₂, BpO, Ga, As, Se,
30 TlBr, BiI₃, TlPbI₃) à la surface d'une électrode. Etant donné que seules les zones libres des surfaces

métalliques permettent le passage du courant (donc les échanges d'électrons), seules les surfaces métalliques polarisées sont recouvertes du matériau déposé par électrolyse. Dans ce cas, les zones déposées sont non jointives. Dans les autres méthodes (bain, pulvérisation), les zones déposées peuvent être jointives. En effet, le substrat est introduit dans un bâti afin d'être recouvert d'une couche de matériau apte à favoriser l'adhérence. Cette couche est déposée de manière non sélective et recouvre la totalité de la surface du substrat. Dans certains cas, le matériau pourra alors être gravé de manière sélective de façon à ne laisser présent le matériau que sur les surfaces métalliques, par exemple par des opérations de photolithographie ou par ablation laser ou par toute méthode de gravure.

REFERENCES

[1] FR-A-2 791 469

5

[2] "Electrochemistry of semiconductors and electronics. Processes and Devices" de John Mc Hardy et Franck Ludwig (Noyes Publications, 1992)

10

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un dispositif
5 d'imagerie comprenant au moins une matrice de pixels en
matériau semi-conducteur détecteur de photons déposé
sur un substrat (40) intégrant des dispositifs
électroniques et présentant des surfaces métalliques
(42), caractérisé en ce que, préalablement au dépôt du
10 matériau semi-conducteur (43) sur ledit substrat, un
matériau conducteur apte à favoriser l'adhérence du
matériau semi-conducteur (43) sur les surfaces
métalliques est déposé sur lesdites surfaces
métalliques (42) de ce substrat (40).

15

2. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel le substrat est en un matériau choisi parmi Si,
GaAs, InP et leurs composés respectifs.

20

3. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel le matériau semi-conducteur (43) est l'un des
matériaux suivants : CdTe, Se, PbI₂, PbO, HgI₂, GaAs,
TlBr, BiI₃ ou TlPbI₃.

25

4. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel le matériau pour favoriser l'adhérence est
choisi parmi Zn, Ti, Pt et Ni.

5. Procédé selon la revendication 1, dans
30 lequel la surface du substrat est une surface
hétérogène, qui est composée d'une couche de

passivation, dans laquelle des ouvertures laissent libres les surfaces métalliques.

6. Procédé selon la revendication 5, dans
5 lequel la couche de passivation est réalisée dans l'un des matériaux suivants : SiO_x , ou SiN , ou SiO_x+SiN .

7. Procédé selon la revendication 5, dans
lequel les surfaces métalliques (42) sont en aluminium,
10 en or ou en cuivre.

8. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel les zones formées par le matériau pour favoriser
l'adhérence déposé (41) sont jointives.

15

9. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel le matériau pour favoriser l'adhérence a une
épaisseur comprise entre quelques Angströms et quelques
micromètres.

20

10. Procédé selon la revendication 1, dans
lequel le matériau pour favoriser l'adhérence est
déposé par bain chimique.

25

11. Procédé selon la revendication 10, dans
lequel on met la surface métallique de ce substrat au
contact d'une solution réactive contenant l'élément à
déposer sous forme dissoute.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'élément à déposer réagit avec le métal, le dissolvant par oxydation et en se déposant à sa place.

5 13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel l'élément à déposer est compris parmi les matériaux suivants : Zin, Cd, Pb, Sn, Se, Cu, Te, Bi, et In.

10 14. Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'élément à déposer est introduit dans la solution avec un élément capable de le déposer sélectivement sur le substrat.

15 15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel les éléments à déposer sont compris parmi les matériaux suivants : Ni, Sn, Cu, Au.

20 16. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le matériau pour favoriser l'adhérence est déposé par électro-dépôt.

25 17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel ce matériau est compris parmi les matériaux suivants : un métal : Zn, Cu, Ni, Pb, Te, Se, Cd, Sn, Au, un alliage métallique, ou composé non métallique, un chalcogénure métallique.

30 18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel le composé non métallique est un oxyde ou un hydroxide.

19. Procédé selon la revendication 16, dans lequel le substrat, jouant le rôle de première électrode, est immergé dans une solution chimique adaptée contenant les éléments à déposer sous forme d'ions, une fonction spécifique du substrat permettant de relier toutes les surfaces métalliques ensemble et de les porter toutes au même potentiel, dans lequel une seconde électrode est immergée dans la solution, elle-même portée à un potentiel fonction de la réaction d'électrolyse, et dans lequel le passage d'un courant entre les deux électrodes permet d'obtenir des réactions d'oxydo-réduction, et de déposer le matériau favorisant l'adhérence à la surface de l'une des électrodes.

20. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le matériau pour favoriser l'adhérence est déposé en phase vapeur ou gazeuse ou par pulvérisation.

20

21. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le substrat est introduit dans un bâti afin d'être recouvert d'une couche de matériau pour favoriser l'adhérence, cette couche étant déposée de manière non sélective et recouvrant la totalité de la surface du substrat, et dans lequel ce matériau est alors gravé de manière sélective de façon à ne laisser ce matériau présent que sur les surfaces métalliques.

22. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le matériau apte à favoriser l'adhérence est

30

identique au matériau semi-conducteur et constitue un homo-germe et dans lequel la couche de matériau semi-conducteur est obtenue par croissance cristalline à partir de cet homo-germe.

5

23. Procédé, selon la revendication 1, de réalisation d'un dispositif d'imagerie de rayonnements X, comprenant au moins une matrice de pixels permettant de convertir des photons X incidents en charges
10 électriques.

1 / 2

FIG. 1

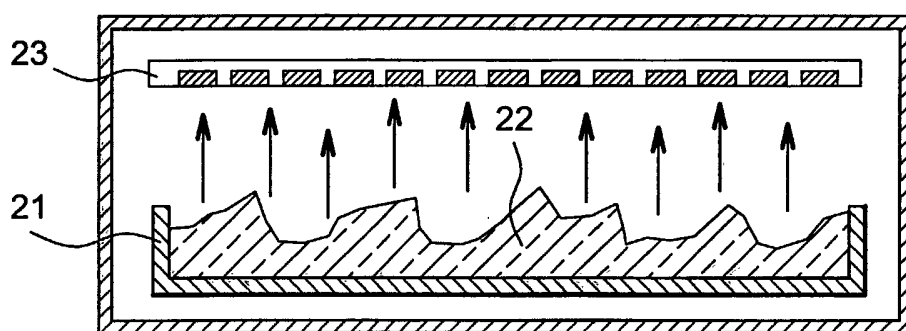
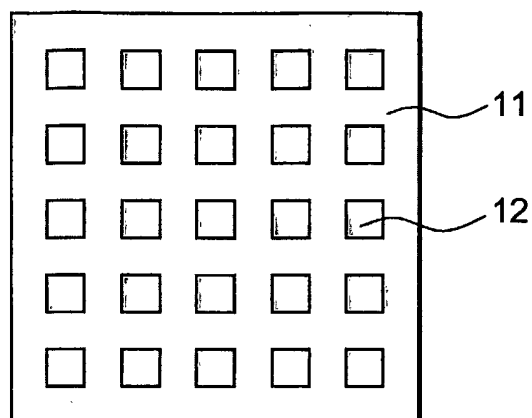


FIG. 2

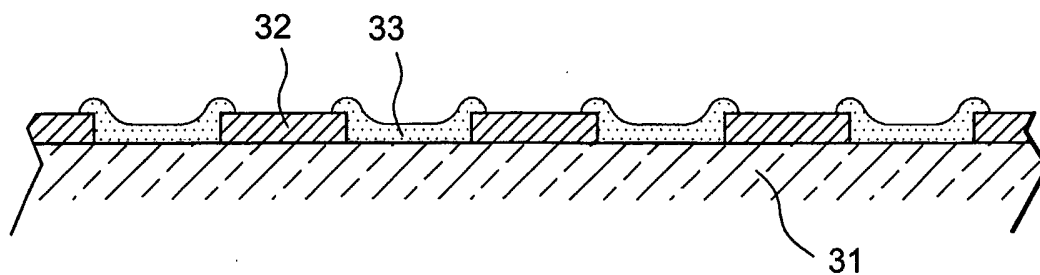


FIG. 3

2 / 2

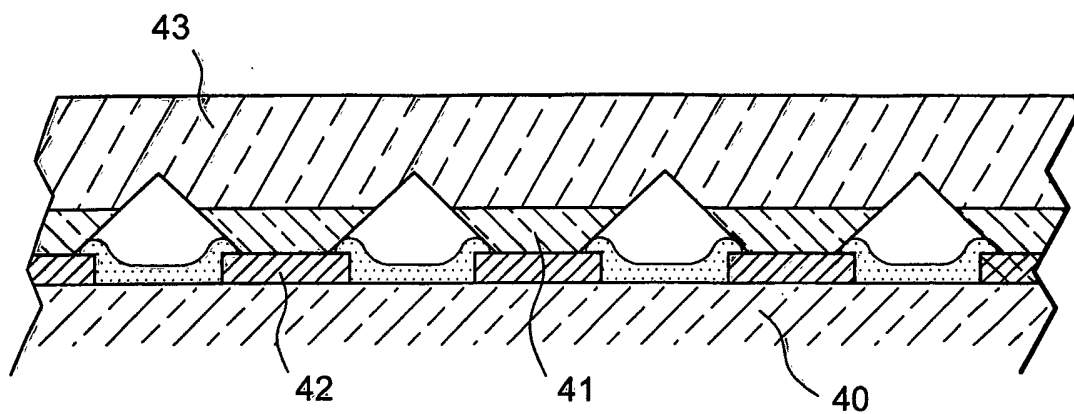


FIG. 4

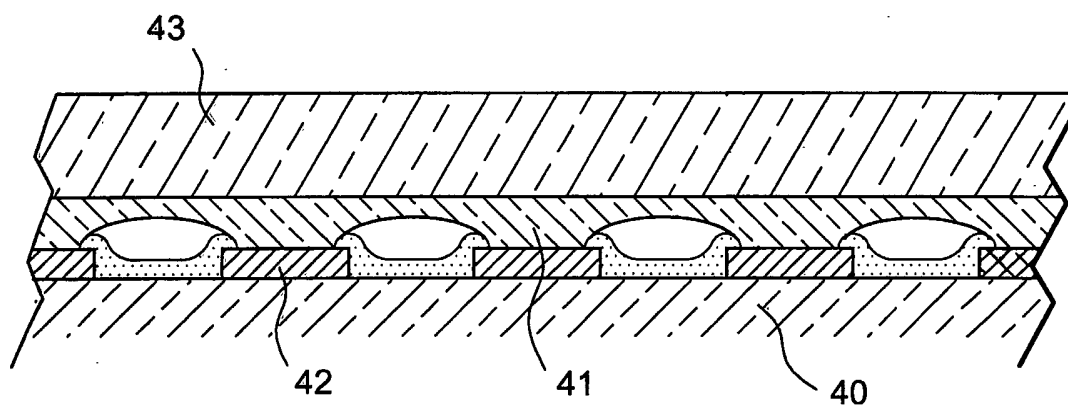


FIG. 5

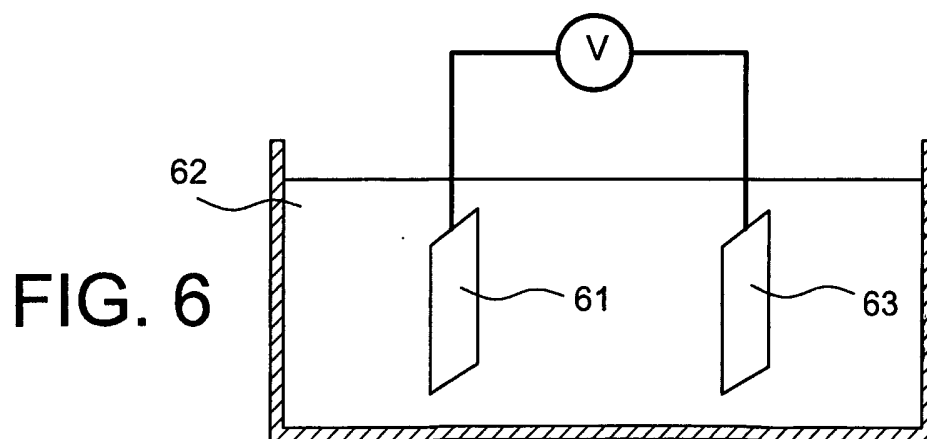


FIG. 6