(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 665 302**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **91 09662**

(51) Int Cl[5] : H 01 L 27/148; G 01 R 31/26//G 09 F 9/33

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 30.07.91.

(30) **Priorité** : 30.07.90 JP 20176890.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 31.01.92 Bulletin 92/05.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

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

(71) **Demandeur(s) :** *MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA* — JP.

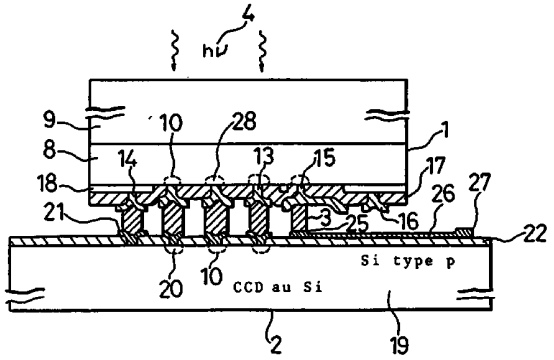
(72) **Inventeur(s) :** Yasuaki Yoshida.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Cabinet Plasseraud.

(54) Dispositif photodétecteur comportant des blocs de connexion.

(57) Un dispositif photodétecteur comprend une partie de réception de lumière (1), une partie de lecture de signal (2), des premiers blocs pour connecter électriquement la partie de réception de signal et la partie de lecture de signal, un élément de test placé sur la partie de réception de signal, une structure d'interconnexion (26) placée sur la partie de lecture de signal, et un second bloc (3) disposé de façon à connecter électriquement l'élément de test et la structure d'interconnexion. Ce dispositif permet de mesurer la caractéristique d'une jonction pn (10) de la partie de réception de lumière après la fabrication complète, ce qui offre la possibilité d'analyser aisément un défaut éventuel.



FR 2 665 302 - A1

DISPOSITIF PHOTODETECTEUR COMPORTANT DES BLOCS DE CONNEXION

La présente invention concerne un dispositif photodétecteur, et elle porte plus particulièrement sur une structure de test d'un imageur infrarouge.

La figure 8 montre une vue en perspective d'un imageur infrarouge de l'art antérieur, et la figure 9 est un schéma de circuit correspondant à la figure 8. Sur ces figures, la référence 1 désigne un réseau de photodiodes bidimensionnel qui comprend par exemple 128 x 128 pixels. Un dispositif à couplage de charge (ou CCD) au silicium 2 qui est destiné à accomplir l'opération de lecture de signal est placé sur le réseau de photodiodes bidimensionnel 1. Des blocs d'indium 3 sont disposés entre le dispositif à couplage de charge au silicium 2 et le réseau de photodiodes bidimensionnel 1, pour les connecter ensemble. La référence 4 désigne un rayon incident. La référence 5 désigne un circuit de sortie, la référence 6 désigne un dispositif à couplage de charge vertical et la référence 7 désigne un dispositif à couplage de charge horizontal.

Le réseau de photodiodes bidimensionnel 1 et le dispositif à couplage de charge au silicium 2 sont connectés électriquement par des blocs d'indium 3. Le rayon infrarouge 4 qui est détecté par le réseau de photodiodes bidimensionnel 1 est mémorisé pendant une durée prédéterminée par le dispositif à couplage de charge au silicium 2, et il est converti en un signal en séquence temporelle, pour être ainsi émis par le circuit de sortie 5.

Lorsqu'on utilise $Cd_{O,2}$ $Hg_{0,8}Te$ pour le matériau du réseau de photodiodes bidimensionnel 1 constituant l'imageur infrarouge décrit ci-dessus, il est bien connu qu'on peut former une image de rayons infrarouges dans la bande de 10 micromètres.

La figure 4 montre une vue en plan d'une structure d'un réseau de photodiodes bidimensionnel utilisant $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$, et la figure 5 montre une coupe selon la ligne A-A' de la figure 4. Sur ces figures, un substrat 9 consiste en CdTe. Une couche de semiconducteur de type p 8, consistant en $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$, est placée sur le substrat 9. Une région de type n 28 est formée dans la région de surface de la couche de semiconducteur 8, et elle forme une jonction pn 10 avec la couche de semiconducteur 8. La référence 11 désigne une région de réception de la lumière incidente dans le réseau de photodiodes 1. Un groupe d'éléments de test 12, qui est constitué par des plots d'électrodes du côté n, 15, et par un plot d'électrode du côté p, 16, sont formés sur toute la région autre que la région de réception de lumière rectangulaire 11. Une électrode du côté p, 18, est formée sur la surface de la couche de semiconducteur 8, sauf dans la région de réception de lumière 11. Des plots d'électrodes du côté n, 13, sont formés sur la région de type n 28 dans la région de réception de lumière 11, et un plot d'électrode du côté p, 14, est formé sur l'électrode du côté p, 18, face aux plots d'électrodes du côté n. Enfin, une couche d'isolation 17 est formée sur la surface de la couche de semiconducteur 8 et sur l'électrode du côté p, 18. Une couche n^+ 28 est formée dans la couche de semiconducteur 8.

La figure 4 montre un exemple d'un réseau de 3 x 3 pixels dans la région de réception de lumière 11. On utilise habituellement un dispositif ayant par exemple 128 x 128 pixels.

Dans le réseau de photodiodes bidimensionnel ayant la structure décrite ci-dessus, un rayon infrarouge 4 tombe sur le côté du substrat 9 et il est converti en paires électron-trou dans la couche de semiconducteur 8, et celles de ces paires qui ont atteint la jonction pn 10 par diffusion sont détectées sous la forme d'un signal.

Le groupe d'éléments de test 12 permet de contrôler les caractéristiques de la jonction pn 10 qui est formée sur le réseau de photodiodes bidimensionnel 1, en appliquant une sonde d'une carte à sondes sur le plot d'électrode du côté n, 15, et sur le plot d'électrodes du côté p, 16, du groupe d'éléments de test, permettant ainsi de mesurer par exemple une caractéristique I-V de la jonction pn 10.

La figure 6 est une vue en plan montrant des dispositifs à couplage

de charge au silicium qui sont connectés au réseau de photodiodes bidimensionnel de la figure 4, et la figure 7 montre une coupe selon les lignes B-B' de la figure 6. Sur ces figures, la référence 19 désigne un substrat en silicium de type p, et une région n^+ est formée dans le substrat en silicium de type p, 19. Une couche d'isolation 22 est formée sur la surface du substrat en silicium de type p 19 et des plots 21 sont formés sur le substrat en silicium de type p 19 ou sur la couche n^+ 20, à travers la couche d'isolation 22. La référence 23 désigne un plot de connexion et la référence 24 désigne une interconnexion pour l'attaque du dispositif à couplage de charge vertical 6 et du dispositif à couplage de charge horizontal 7, et cette interconnexion 24 est représentée schématiquement, sans montrer ses détails.

Le dispositif à couplage de charge vertical 6 est un dispositif à couplage de charge destiné à collecter des charges dans la direction verticale, et le dispositif à couplage de charge horizontal 7 est un dispositif à couplage de charge qui est destiné à collecter des charges dans la direction horizontale. Un circuit de sortie 5 est incorporé pour émettre le signal de sortie du dispositif à couplage de charge horizontal 7.

Dans le réseau de photodiodes bidimensionnel 1 qui est décrit ci-dessus, lorsque le traitement de fabrication de la tranche est terminé, on évalue les caractéristiques de la jonction pn 10 au moyen du groupe d'éléments de test 12, pour vérifier la qualité du réseau de photodiodes 1, et pour effectuer une sélection, après quoi on forme des blocs d'indium sur les plots 13 correspondant à l'électrode du côté n, et sur les plots 14 correspondant à l'électrode du côté p. Comme le montre la figure 3, le réseau est ensuite soudé par retournement (technique "flip-chip") à une température élevée d'environ 150° C, et il est soudé par thermocompression au dispositif à couplage de charge au silicium 2, pour achever ainsi la fabrication d'un imageur infrarouge.

Comme décrit ci-dessus, lorsqu'un réseau de photodiodes bidimensionnel 1 est soudé par la technique de retournement sur un dispositif à couplage de charge au silicium 2, il est nécessaire d'accomplir un traitement de soudage par thermocompression à haute température. Le réseau de photodiodes bidimensionnel 1 est donc susceptible d'être détérioré par la contrainte thermique et la contrainte mécanique au moment du soudage, et il

est en outre nécessaire de refroidir le dispositif à environ 77 K pendant son fonctionnement réel. Il y a donc un risque considérable d'apparition de craquelures dans le réseau de photodiodes bidimensionnel sous l'effet de la contrainte thermique qui est due à la différence de coefficient de dilatation thermique entre le substrat en silicium 19 du dispositif à couplage de charge au silicium 2 et le substrat en CdTe 9 du réseau de photodiodes 1.

Cependant, dans l'imageur infrarouge de l'art antérieur ayant la structure ci-dessus, on ne peut pas contrôler directement les caractéristiques du réseau de photodiodes bidimensionnel 1 après que ce dernier et le dispositif à couplage de charge au silicium 2 ont été soudés par la technique de retournement, et la cause précitée entraîne une dégradation des caractéristiques I-V du réseau de photodiodes bidimensionnel 1. Par conséquent, même si la sensibilité de l'imageur infrarouge se dégrade, on ne peut pas déterminer si la cause du défaut réside dans le réseau de photodiodes bidimensionnel 1 ou dans le dispositif à couplage de charge au silicium 2.

L'invention vise à résoudre les problèmes décrits ci-dessus, et elle a pour but de procurer un dispositif photodétecteur capable de contrôler les caractéristiques du réseau de photodiodes bidimensionnel, même après que ce dernier a été soudé par la technique de retournement ou "flip-chip".

La présente invention procure un élément de test disposé sur un substrat de réception de lumière, et une structure d'interconnexion reliée à l'élément de test au moyen d'un bloc placé sur le substrat de lecture de signal. Pour mesurer une caractéristique d'un dispositif photodétecteur, on place une sonde d'une carte à sondes sur la structure d'interconnexion du substrat de lecture de signal, et on mesure la caractéristique d'une jonction pn du substrat de réception de lumière. Par conséquent, même après que le substrat de réception de lumière et le substrat de lecture de signal ont été connectés électriquement par soudage par retournement, on peut spécifier directement les caractéristiques d'un élément de test qui se trouve sur le substrat de réception de lumière.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif . La suite de la description se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue en plan montrant un dispositif à couplage de charge au silicium d'un dispositif photodétecteur conforme à un premier mode de réalisation de l'invention ;

La figure 2 est une coupe montrant un dispositif photodétecteur conforme au premier mode de réalisation de l'invention ;

La figure 3 est une coupe montrant un dispositif photodétecteur conforme à l'art antérieur ;

La figure 4 est une vue en plan montrant un réseau de photodiodes bidimensionnel qui est commun à la présente invention et à l'art antérieur ;

La figure 5 est une coupe selon la ligne A-A' de la figure 4 ;

La figure 6 est une vue en plan montrant un dispositif à couplage de charge au silicium conforme à l'art antérieur ;

La figure 7 est une coupe selon la ligne B-B' de la figure 6 ;

La figure 8 est une vue en perspective montrant un dispositif photodétecteur conforme à l'art antérieur ; et

La figure 9 est un schéma montrant le dispositif de la figure 8.

On voit sur la figure 1 une vue en plan d'un dispositif à couplage de charge au silicium d'un dispositif photodétecteur conforme à un mode de réalisation de l'invention, tandis que la figure 2 montre une coupe du dispositif photodétecteur, correspondant à une ligne de coupe C-C' de la figure 1.

Sur la figure 2, le réseau de photodiodes bidimensionnel 1 lui-même est identique à celui de l'art antérieur. Un plot d'électrode du côté n, 15, du groupe d'éléments de test 12, destiné à contrôler les caractéristiques de la jonction pn 10, est formé sur le réseau de photodiodes bidimensionnel 1, avec interposition de la couche d'isolation 17. Un plot d'électrode du côté p, 16, est connecté au métal d'électrode du côté p, 18, à travers la couche d'isolation 17. Un plot de connexion 25 du groupe d'éléments de test 12 est placé sur le substrat 19 du dispositif à couplage de charge au silicium 2. Une structure d'interconnexion 26 pour diriger vers l'extérieur le signal du groupe d'éléments de test 12 est placée sur la couche d'isolation 22 qui est formée sur la surface du substrat en silicium de type p, 19, du dispositif à couplage de charge au silicium 2. Un plot de soudage 27 est placé à l'extrémité de la structure d'interconnexion 26 du groupe d'éléments de test 12.

Le plot d'électrode du côté n 15 du groupe d'éléments de test 12 du réseau de photodiodes bidimensionnel 1, est connecté électriquement par l'intermédiaire du bloc d'indium 3 au plot 25 qui se trouve maintenant sur la couche d'isolation 22 du dispositif à couplage de charge au silicium 2, et le plot 25 est connecté à un plot de soudage 27 par la structure d'interconnexion 26 sur la surface de la couche d'isolation 22, pour diriger vers l'extérieur le signal de détection du groupe d'éléments de test 12.

Dans la structure de ce mode de réalisation, au cours de l'étape de fabrication du dispositif à couplage de charge au silicium 2, le plot 25 pour la connexion du groupe d'éléments de test 12 se trouvant sur le réseau de photodiodes 1, la structure d'interconnexion 26 et le plot de soudage 27 sont formés sur la couche d'isolation 22 du dispositif à couplage de charge au silicium simultanément à la formation du plot 21, et au moment du soudage par retournement (technique "flip-chip") du dispositif à couplage de charge au silicium 2 et du réseau de photodiodes bidimensionnel 1, le plot d'électrode du côté n, 15, du groupe d'éléments de test 12 sur le réseau de photodiodes bidimensionnel 1, et le plot de connexion de groupe d'éléments de test 25 sur le dispositif à couplage de charge 2 sont connectés par des blocs d'indium 3, ce qui permet d'obtenir aisément la structure désirée.

Dans la structure de ce mode de réalisation, même après le soudage par retournement du réseau de photodiodes 1 et du dispositif à couplage de charge 2, on peut mesurer aisément les caractéristiques de la jonction pn 10 du réseau de photodiodes 1, telles que les caractéristiques I-V, en appliquant une sonde d'une carte à sondes sur le plot de soudage 27, grâce à quoi même si la sensibilité de l'imageur infrarouge est dégradée, il est possible de spécifier avec précision si la cause du défaut du dispositif photodétecteur réside dans la partie de réception de lumière ou dans la partie de lecture, après le soudage par retournement, permettant ainsi d'effectuer aisément une analyse de défaut.

Bien que dans le mode de réalisation qui est décrit ci-dessus, on utilise un dispositif à couplage de charge au silicium dans la partie de lecture de signal, il est également possible d'appliquer l'invention à l'autre procédé de lecture de signal, utilisant par exemple un système MOS.

Bien que le mode de réalisation ci-dessus porte sur un imageur infra-

rouge, il est possible d'employer un autre capteur, tel qu'un imageur fonctionnant dans la gamme visible, en remplaçant la section de réception de lumière.

Comme il ressort de façon évidente de la description qui précède, et conformément à l'invention, on place un élément de test sur le substrat de la partie de réception de lumière, on forme une structure d'interconnexion sur le substrat de lecture de signal, de façon que cette structure soit isolée des autres éléments, et on connecte la structure d'interconnexion et l'élément de test au moyen de blocs conducteurs. On peut donc mesurer les caractéristiques au moyen de l'élément de test qui est formé sur le substrat de la partie de réception de lumière, même après qu'il a été soudé par retournement, ce qui permet d'effectuer aisément une analyse de défaut.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif et au procédé décrits et représentés, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif photodétecteur, caractérisé en ce qu'il comprend : une partie de réception de lumière (1), comprenant une jonction pn (10) ; une partie de lecture de signal (2) ; des premiers blocs destinés à connecter électriquement la partie de réception de lumière (1) et la partie de lecture de signal (2) ; un élément de test (12) placé sur la partie de réception de lumière (1) ; une structure d'interconnexion (26) sur la partie de lecture de signal (2) ; et un second bloc (3) placé de façon à connecter électriquement l'élément de test (12) et la structure d'interconnexion (26).

2. Dispositif photodétecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de réception de lumière consiste en un réseau de photodiodes bidimensionnel (1).

3. Dispositif photodétecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de lecture de signal comprend des dispositifs à couplage de charge au silicium (2) ou consiste en un système de lecture de signal du type MOS.

4. Dispositif photodétecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure d'interconnexion (26) qui se trouve sur la partie de lecture de signal (2) est isolée d'autres éléments.

5. Dispositif photodétecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la structure d'interconnexion (26) comporte une partie de soudage de second bloc (25) et une partie de contact avec une carte à sondes (27).

6. Un dispositif photodétecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de réception de lumière (1) détecte des rayons infrarouges.

7. Procédé pour mesurer une caractéristique d'un dispositif photodétecteur comprenant une partie de réception de lumière (1) qui comprend une jonction pn (10), une partie de lecture de signal (2), des premiers blocs pour connecter électriquement la partie de réception de lumière (1) et la partie de lecture de signal (2), un élément de test (12) placé sur la partie de réception de lumière (1), une structure d'interconnexion (26)

placée sur la partie de lecture de signal (2), et un second bloc (3) disposé de façon à connecter électriquement l'élément de test (12) et la structure d'interconnexion (26), ce procédé étant caractérisé par les opérations suivantes : on applique une sonde d'une carte à sondes sur la structure d'interconnexion (26) de la partie de lecture de signal (2) ; et on mesure une caractéristique de la jonction pn (10) de la partie de réception de lumière (1).

8. Procédé pour mesurer une caractéristique d'un dispositif photodétecteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que la structure d'interconnexion (26) comporte une partie de soudage de second bloc (25) et une partie de contact avec une carte à sondes (27), et la sonde de la carte à sondes est appliquée sur la partie de contact avec une carte à sondes (27) de la structure d'interconnexion (26).

FIG.1

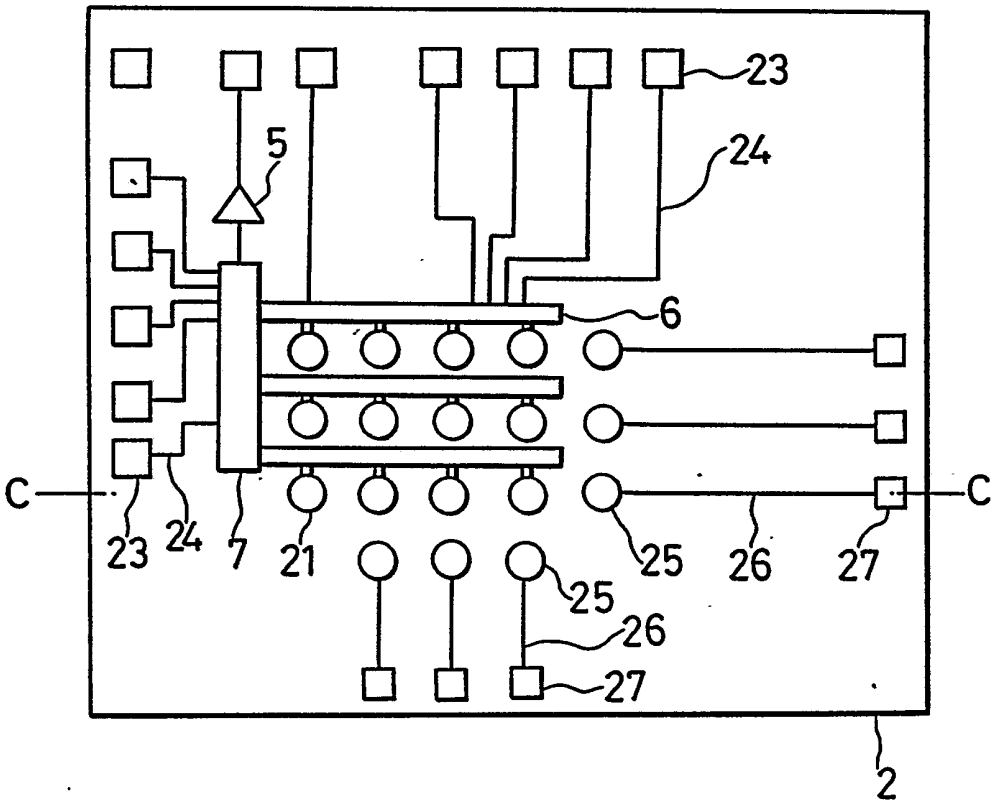

23
5
24
6
C
C
23
24
7
21
25
26
27
25
26
27
2

FIG.2

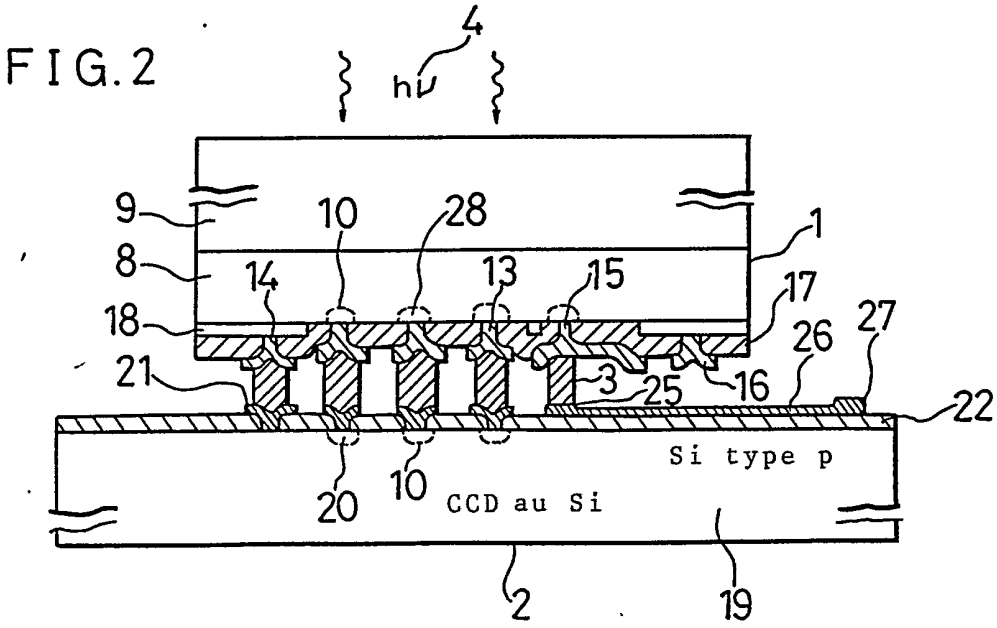

4
hν
9
10
28
1
8
14
13
15
17
18
26
27
21
3
25
16
22
Si type p
20
10
CCD au Si
2
19

FIG.3 (ART ANTERIEUR)

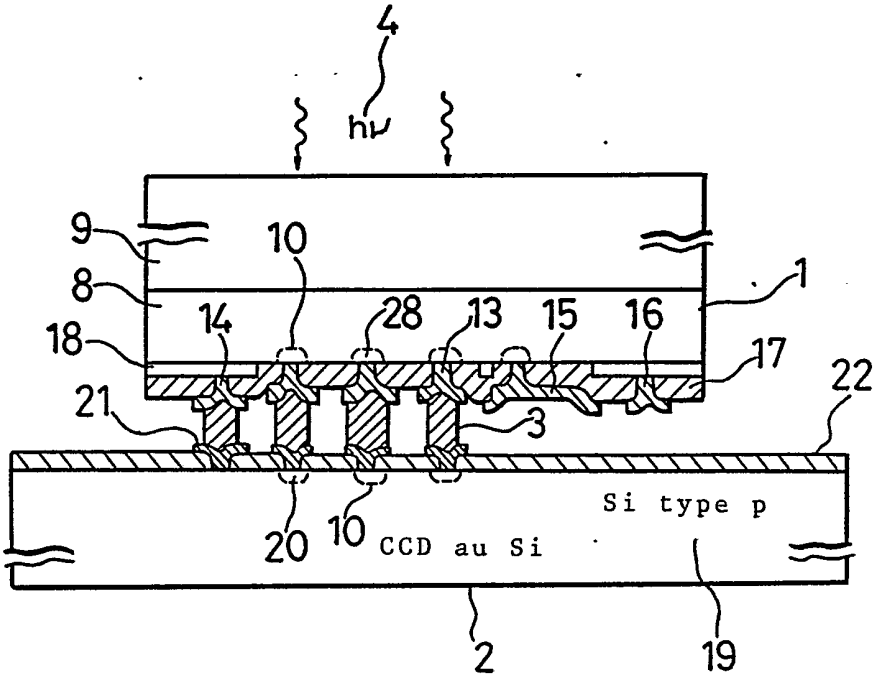


FIG. 4

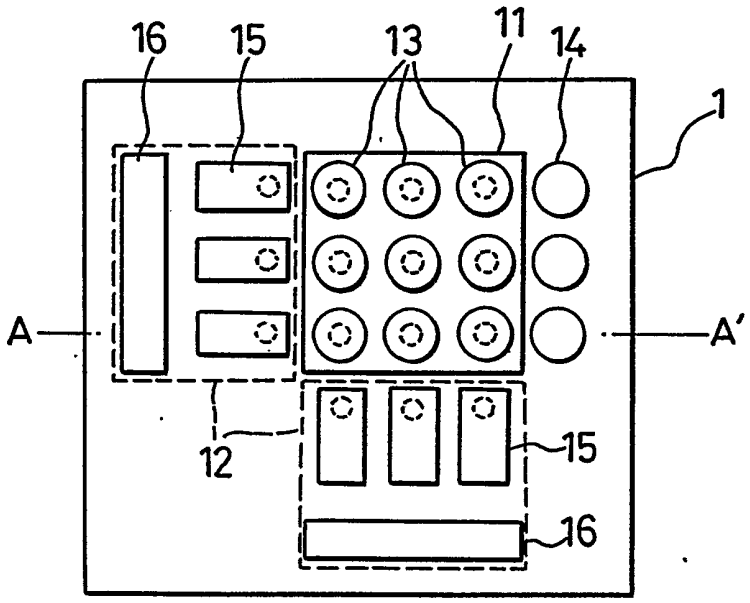


FIG. 5

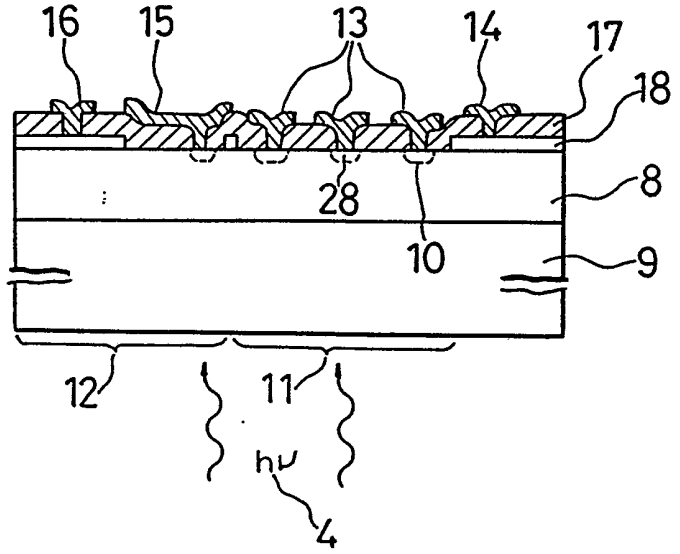


FIG. 6 (ART ANTERIEUR)

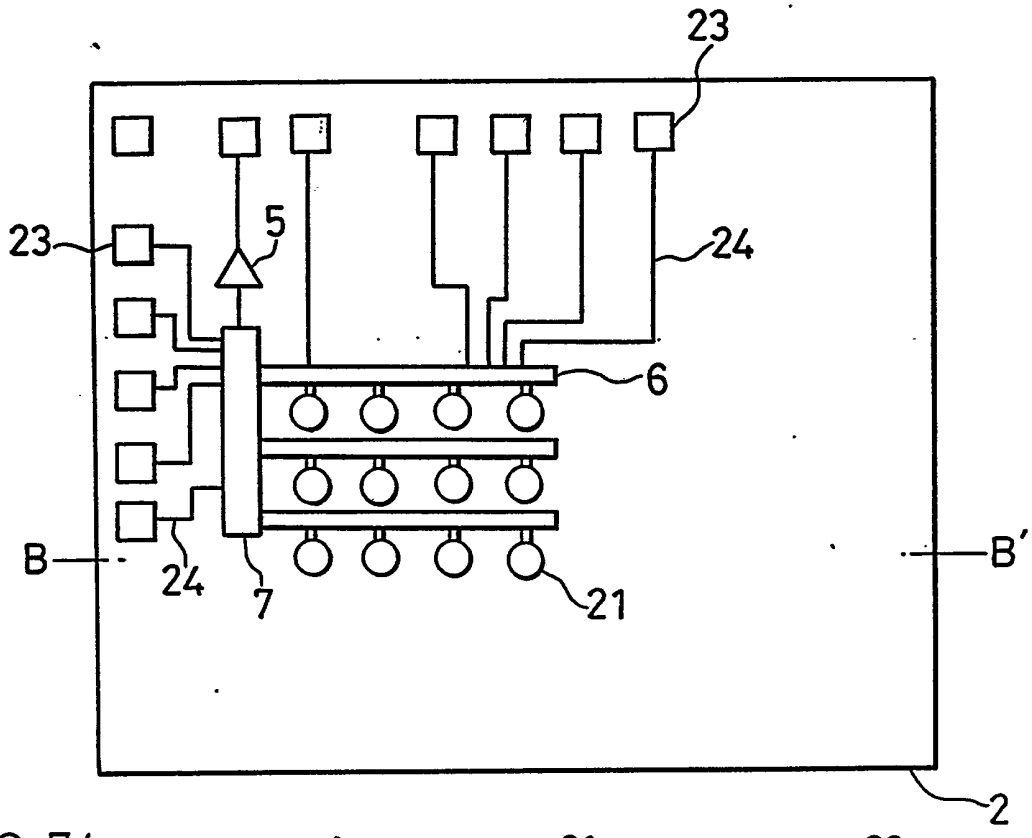


FIG. 7 (ART ANTERIEUR)

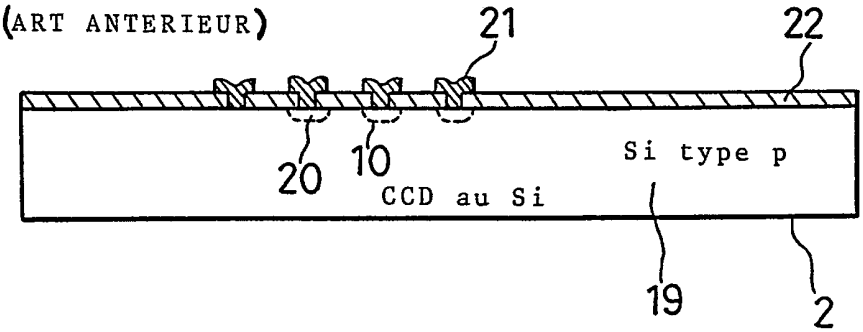


FIG.8 (ART ANTERIEUR)

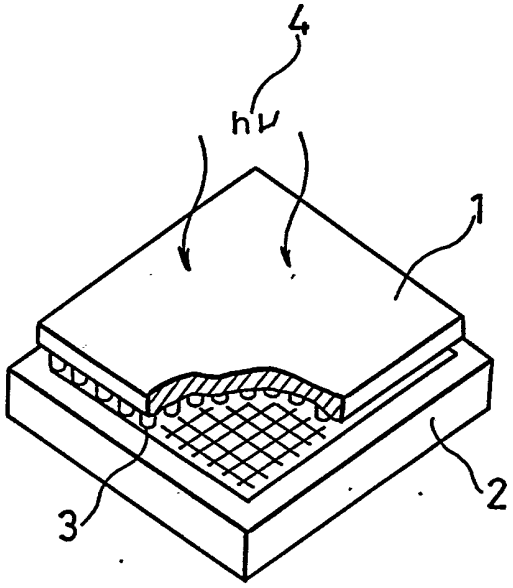


FIG.9 (ART ANTERIEUR)

