

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : 2 904 143  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : 06 53082

51) Int Cl<sup>8</sup> : H 01 L 27/146 (2006.01), H 04 N 3/15

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 24.07.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.01.08 Bulletin 08/04.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : STMICROELECTRONICS SA  
Société anonyme — FR, COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE — FR et STMICROELECTRONICS (CROLLES) 2 SAS — FR.

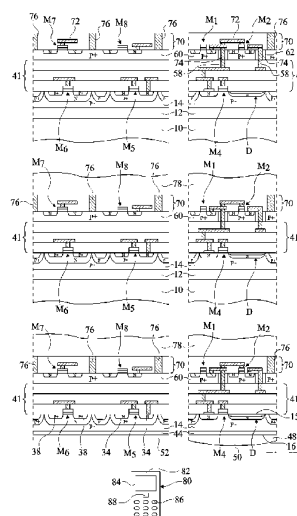
72) Inventeur(s) : CAZAUX YVON, CORONEL PHILIPPE, FENOUILLET BERANGER CLAIRE et ROY FRANCOIS.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET BEAUMONT.

54) CAPTEUR D'IMAGES ECLAIRE PAR LA FACE ARRIERE A TEMPERATURE DE SUBSTRAT UNIFORME.

57) L'invention concerne un capteur d'images comprenant des cellules photosensibles comportant des photodiodes (D) et au moins un circuit supplémentaire à forte dissipation thermique comportant des transistors (M<sub>7</sub>, M<sub>8</sub>). Le capteur d'images est réalisé de façon monolithique et comprend une couche (60) d'un matériau semiconducteur ayant des première et deuxième faces opposées (15, 16) et comprenant, du côté de la première face (15), des premières régions (34, 38) correspondant aux bornes de puissance des transistors, l'éclairage du capteur d'images étant destiné à être réalisé du côté de la deuxième face; un empilement de couches isolantes (70) recouvrant la première face; un renfort (78) thermiquement conducteur recouvrant l'empilement du côté opposé à la couche; et des vias (76) thermiquement conducteurs reliant la couche au renfort.



FR 2 904 143 - A1



**CAPTEUR D'IMAGES ECLAIRE PAR LA FACE ARRIERE A TEMPERATURE DE  
SUBSTRAT UNIFORME**

Domaine de l'invention

La présente invention concerne un capteur d'images réalisé sous forme monolithique destiné à être utilisé dans des dispositifs de prise de vue tels que, par exemple, des caméras, des caméscopes, des téléphones portables ou encore des appareils photographiques numériques.

Exposé de l'art antérieur

La figure 1 illustre schématiquement un exemple de circuit d'une cellule photosensible d'une matrice de cellules photosensibles d'un capteur d'images. A chaque cellule photosensible de la matrice sont associés un dispositif de précharge et un dispositif de lecture. Le dispositif de précharge est constitué d'un transistor MOS à canal N  $M_1$ , interposé entre un rail d'alimentation Vdd et un noeud de lecture S. La grille du transistor de précharge  $M_1$  est propre à recevoir un signal de commande de précharge RST. Le dispositif de lecture est constitué de la connexion en série de premier et second transistors MOS à canal N  $M_2$ ,  $M_3$ . Le drain du premier transistor de lecture  $M_2$  est connecté au rail d'alimentation Vdd. La source du second transistor de lecture  $M_3$  est connectée à une borne d'entrée P d'un circuit de traitement (non représenté). La

grille du premier transistor de lecture  $M_2$  est reliée au noeud de lecture S. La grille du deuxième transistor de lecture  $M_3$  est propre à recevoir un signal de lecture RD. La cellule photosensible comprend une photodiode D dont l'anode est reliée à une source d'un potentiel de référence GND, par exemple la masse du circuit, et dont la cathode est reliée au noeud S par l'intermédiaire d'un transistor MOS à canal N de transfert de charges  $M_4$ . La grille du transistor de transfert  $M_4$  est propre à recevoir un signal de commande de transfert de charges T. De façon générale, les signaux RD, RST, et T sont fournis par des circuits de commande non représentés en figure 1 et peuvent être fournis à l'ensemble des cellules photosensibles d'une même rangée de la matrice de cellules. Le noeud S joue le rôle d'une région de stockage de charges, la capacité apparente au noeud de lecture S étant constituée des capacités des sources des transistors  $M_1$  et  $M_4$ , de la capacité d'entrée du transistor  $M_2$  ainsi que de l'ensemble des capacités parasites présentes au noeud S. Selon une variante, on peut prévoir une diode spécifique dont la cathode est reliée au noeud S et dont l'anode est reliée à la masse.

Le fonctionnement de ce circuit va maintenant être décrit. Un cycle de photodétection commence par une phase de précharge pendant laquelle on impose au noeud de lecture S un niveau de tension de référence. Cette précharge s'effectue en rendant passant le transistor de précharge  $M_1$ . Une fois la précharge effectuée, le transistor de précharge  $M_1$  est bloqué. On lit alors l'état de charge de référence au noeud S. Le cycle se poursuit par un transfert vers le noeud S des charges photogénérées, c'est-à-dire créées et stockées en présence d'un rayonnement, dans la photodiode D. Ce transfert s'effectue en rendant passant le transistor de transfert  $M_4$ . Le transfert fini, le transistor  $M_4$  est bloqué et la photodiode D recommence à photogénérer et à stocker des charges qui seront ultérieurement transférées vers le noeud S. Simultanément, à la fin du transfert, on lit le nouvel état de charge au noeud S. Le

signal de sortie transmis à la borne P dépend alors du pincement du canal du premier transistor de lecture  $M_2$ , qui est directement fonction de la charge stockée dans la photodiode.

La figure 2 représente une vue schématique de dessus d'un capteur d'images réalisé sous forme monolithique. La figure 2 illustre un exemple classique de répartition des composants électroniques (photodiodes et transistors) associés au capteur d'images. Les transistors et les photodiodes associés aux cellules photosensibles sont généralement réalisés au centre du capteur d'images au niveau du bloc 1 (pixels). Tout autour du bloc 1 sont réalisés les transistors des circuits périphériques qui, de façon générale, réalisent divers traitements des signaux associés aux cellules photosensibles. A titre d'exemple, les blocs 2 (readout) correspondent aux circuits dédiés à la fourniture des signaux de commande de la matrice de cellules photosensibles et à la lecture des signaux fournis par les cellules photosensibles (notamment les circuits de traitement précédemment mentionnés). De façon générale, d'autres circuits périphériques peuvent être prévus pour réaliser des fonctions supplémentaires directement au niveau du capteur d'images, telles que, par exemple, la correction de défauts des signaux lus aux noeuds de lecture des cellules photosensibles, la mémorisation d'images, des opérations de traitement du signal, etc. Ainsi, le bloc 3 (memory) peut correspondre à des circuits périphériques dédiés à la mémorisation d'images. Les blocs 4 (digital) peuvent correspondre à des circuits périphériques dédiés à la réalisation d'opérations de traitement du signal. Les blocs 5 peuvent correspondre aux circuits périphériques dédiés au traitement de signaux d'interface entrée/sortie, et comprennent notamment des transistors qui sont directement reliés aux plots de connexion du capteur d'images.

De façon classique, les composants électroniques du capteur d'images sont réalisés au niveau d'un substrat d'un matériau semiconducteur, par exemple une plaquette de silicium, recouvert d'un empilement de couches isolantes au niveau duquel

sont formés les pistes et vias conducteurs permettant la connexion des composants électroniques du capteur d'images. L'empilement de couches isolantes est recouvert, au moins en partie centrale, de filtres colorés et de lentilles associés aux cellules photosensibles, les filtres colorés pouvant ne pas être présents lorsque le capteur d'images est un capteur noir et blanc. Un tel capteur d'images est dit éclairé par la face avant.

Un inconvénient d'un capteur d'images éclairé par la face avant est que le parcours en ligne droite des rayons lumineux depuis chaque lentille jusqu'à la photodiode de la cellule photosensible associée peut être gêné par les pistes et les vias conducteurs présents au niveau de l'empilement de couches isolantes recouvrant le substrat. Il peut alors être nécessaire de prévoir des dispositifs optiques supplémentaires, en plus des lentilles précédemment mentionnées, pour assurer que la majorité des rayons lumineux qui atteignent la face avant du capteur d'images parviennent jusqu'aux photodiodes des cellules photosensibles. On aboutit alors à des capteurs d'images pouvant avoir une structure relativement complexe difficile à réaliser.

Une solution pour éviter l'utilisation de dispositifs optiques supplémentaires et/ou pour améliorer l'absorption de la lumière au niveau du substrat du capteur d'images consiste à éclairer le capteur d'images par la face arrière du substrat au niveau duquel sont formées les photodiodes. Le capteur d'images est alors dit éclairé par la face arrière.

La figure 3 représente un exemple de réalisation classique sous forme monolithique d'un capteur d'images éclairé par la face arrière. En partie droite, on a représenté la photodiode D et le transistor  $M_4$  d'une cellule photosensible du capteur d'images et, en partie gauche, on a représenté deux transistors MOS  $M_5$  et  $M_6$  associés aux circuits périphériques du capteur d'images. Le capteur d'images comprend un substrat 14 de type P faiblement dopé ( $P^-$ ) comprenant une face avant 15 et une face arrière 16. La cellule photosensible et les transistors des

circuits périphériques sont, à titre d'exemple, délimités par des régions d'isolement de champ 20, par exemple en oxyde de silicium, entourées chacune d'une région 22 de type P plus fortement dopée que le substrat 14 ( $P^+$ ). La photodiode D comprend une région 24 de type N formée dans le substrat 14. Dans le cas où on utilise des photodiodes du type complètement déplété ou déserté, la région 24 est recouverte d'une région 26 de type P plus fortement dopée que le substrat 14. Une région 28 de type N, formée dans le substrat 14, correspond à la région de drain du transistor  $M_4$ . Une portion isolante 30 s'étend sur la face avant 16 du substrat 14, entre les régions 28 et 24 et correspond à l'oxyde de grille du transistor  $M_4$ . La portion isolante 30 est recouverte d'une portion de silicium polycristallin 32 correspondant à la grille du transistor  $M_4$ . Un caisson 33, formé dans le substrat 14, de type P plus fortement dopé que le substrat 14 ( $P^+$ ) correspond au caisson du transistor  $M_5$ . Deux régions de type N 34, formées dans le caisson 33, correspondent aux bornes de puissance du transistor  $M_5$ . Une portion isolante 35 s'étend entre les régions 34 et correspond à l'oxyde de grille du transistor  $M_5$ . Une portion de silicium polycristallin 36 recouvre la portion isolante 35 et correspond à la grille du transistor  $M_5$ . Un caisson 37 de type N, formé dans le substrat 14, correspond au caisson du transistor  $M_6$ . Deux régions de type P 38, formées dans le caisson 37, correspondent aux bornes de puissance du transistor  $M_6$ . Une portion isolante 39 s'étend entre les régions 38 et correspond à l'oxyde de grille du transistor  $M_6$ . Une portion de silicium polycristallin 40 recouvre la région isolante 39 et correspond à la grille du transistor  $M_6$ .

Le substrat 14 est recouvert d'un empilement de couches isolantes 41 au niveau duquel sont formées des pistes métalliques 44 de différents niveaux de métallisation et des vias métalliques 46 permettant la connexion des composants des cellules photosensibles et des circuits périphériques. L'empilement 41 est recouvert d'une couche isolante 42. Un renfort 43,

correspondant par exemple à une plaquette de silicium massif, recouvre la couche isolante 42. Une implantation de type P 44 plus fortement dopée que le substrat est réalisée du côté de la face arrière 16 du substrat 14. Lorsque le capteur d'images est un capteur couleur, on prévoit, pour chaque cellule photosensible, un filtre coloré 48 recouvert d'une lentille 50 du côté de la face arrière 16 du substrat 14. Au niveau des circuits périphériques, une couche isolante 52 recouvre la face arrière 16 du substrat 14.

Un capteur d'images éclairé par la face arrière présente l'avantage que les parcours des rayons lumineux qui atteignent le capteur du côté de la face arrière 16 ne sont pas gênés par les pistes et vias métalliques 44, 46 prévus au niveau de l'empilement de couches isolantes 41.

Parmi les circuits périphériques, certains présentent une forte dissipation thermique. Il s'agit, par exemple, des circuits de génération des alimentations, des étages de sortie haute fréquence, des boucles à verrouillage de phase, etc. Un inconvénient est qu'un capteur d'images est très sensible à la température. En effet, le principe de fonctionnement du capteur d'images correspond à l'absorption de photons dans le substrat 14 qui entraîne la génération de paires électron/trou, les électrons étant capturés par les photodiodes des cellules photosensibles. Toutefois, des électrons d'origine thermique sont également susceptibles d'être capturés par les photodiodes. Ceci se traduit par l'apparition d'un bruit d'origine thermique au niveau des signaux mesurés au noeud de lecture d'une cellule photosensible qu'on appelle généralement "courant d'obscurité". Lorsqu'il est présent, il est préférable que le courant d'obscurité soit sensiblement identique pour toutes les cellules photosensibles du capteur d'image pour que les signaux mesurés aux noeuds de lecture, en particulier en cas de faible éclairage, aient une amplitude sensiblement uniforme. Il est donc souhaitable que le substrat dans lequel sont formées les photodiodes des cellules photosensibles soit maintenu à une

température la plus uniforme possible, et si possible, à une température qui reste modérée.

Lorsque le capteur d'images est éclairé par la face avant, le substrat dans lequel sont formés les composants électroniques du capteur d'image a généralement une épaisseur de  
5 plusieurs centaines de micromètres. Un tel substrat permet une bonne évacuation de la chaleur fournie par les circuits à forte dissipation thermique. En outre, le substrat est généralement  
10 disposé au niveau d'un boîtier thermiquement conducteur facilitant encore davantage l'évacuation de la chaleur. De ce fait, la température du substrat reste sensiblement uniforme ce qui permet de conserver un courant d'obscurité, lorsqu'il est présent, relativement constant sur l'ensemble des cellules photosensibles.

15 Une difficulté apparaît lorsque le capteur d'images est éclairé par la face arrière dans la mesure où le substrat  
14 a alors une faible épaisseur, par exemple de l'ordre de quelques micromètres et est thermiquement isolée. Il est alors difficile d'évacuer la chaleur fournie par les circuits périphériques à  
20 forte dissipation thermique. Ceci se traduit par des variations locales de la température pouvant entraîner une augmentation locale du courant d'obscurité.

#### Résumé de l'invention

La présente invention vise un capteur d'images éclairé  
25 par la face arrière et comportant des circuits à forte dissipation thermique qui permet de maintenir le substrat au niveau duquel sont formés les composants électroniques du capteur d'images à une température sensiblement uniforme.

Selon un autre objet de la présente invention, le  
30 capteur d'images est susceptible d'être réalisé par un procédé compatible avec les technologies CMOS.

La présente invention vise également un procédé de  
fabrication d'un capteur d'images éclairé par la face arrière et  
comportant des circuits à forte dissipation thermique qui permet  
35 de maintenir le substrat au niveau duquel sont formés les compo-

sants électroniques du capteur d'images à une température sensiblement uniforme.

Pour atteindre tout ou partie de ces objets ainsi que d'autres, un aspect de présente invention prévoit un capteur d'images comprenant des cellules photosensibles comportant des photodiodes et au moins un circuit supplémentaire à forte dissipation thermique comportant des transistors. Le capteur d'images est réalisé de façon monolithique et comprend une couche d'un matériau semiconducteur ayant des première et deuxième faces opposées et comprenant, du côté de la première face, des régions correspondant aux bornes de puissance des transistors, l'éclairage du capteur d'images étant destiné à être réalisé du côté de la deuxième face ; un empilement de couches isolantes recouvrant la première face ; un renfort thermiquement conducteur recouvrant l'empilement du côté opposé à la couche ; et des vias thermiquement conducteurs reliant la couche au renfort.

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, la couche comprend, en outre, du côté de la première face, des régions supplémentaires correspondant aux photodiodes.

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, les régions sont disposées à la périphérie des régions supplémentaires.

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, les vias sont réalisés au moins au niveau desdites régions.

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, l'épaisseur de la couche est inférieure à 5  $\mu\text{m}$ .

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, le capteur d'images comprend, en outre, une couche supplémentaire d'un matériau semiconducteur ayant des troisième et quatrième faces opposées et comprenant, du côté de la troisième face, des régions supplémentaires correspondant aux photodiodes, la couche supplémentaire étant destinée à être éclairée par la quatrième face ; et un empilement supplémentaire

de couches isolantes interposé entre la troisième face de la couche supplémentaire et la deuxième face de la couche.

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, le capteur d'images comprend, en outre, au moins une  
5 portion isolante dans la couche ; au moins un via électriquement conducteur traversant la portion isolante et reliant une première piste électriquement conductrice disposée dans l'empilement et une seconde piste électriquement conductrice disposée dans l'empilement supplémentaire.

10 Un autre aspect de la présente invention prévoit un procédé de fabrication d'un capteur d'images comprenant des cellules photosensibles comportant des photodiodes et au moins un circuit périphérique à forte dissipation thermique comportant des transistors. Le procédé comprend les étapes consistant à  
15 former une couche d'un matériau semiconducteur ayant des première et deuxième faces opposées, l'éclairage du capteur étant destiné à être réalisé du côté de la deuxième face ; à former dans la couche, du côté de la première face, des régions correspondant aux bornes de puissance des transistors ; à  
20 recouvrir la première face d'un empilement de couches isolantes et former, dans l'empilement, des vias thermiquement conducteurs ; et à recouvrir l'empilement d'un renfort thermiquement conducteur, les vias reliant la couche au renfort.

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, le procédé comprend, en outre, l'étape consistant à former  
25 dans la couche, du côté de la première face, des régions supplémentaires correspondant aux photodiodes.

Selon un exemple de réalisation de la présente invention, le procédé comprend, en outre, les étapes préalables  
30 consistant à former une couche supplémentaire d'un matériau semiconducteur comportant des troisième et quatrième faces opposées, la couche supplémentaire étant destinée à être éclairée par la quatrième face ; à former, dans la couche supplémentaire, du côté de la troisième face, des régions  
35 supplémentaires correspondant aux photodiodes ; et à recouvrir

la troisième face d'un empilement supplémentaire de couches isolantes, ladite couche recouvrant, du côté de la deuxième face, l'empilement supplémentaire.

Brève description des dessins

5                    Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante d'exemples de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

10                    la figure 1, précédemment décrite, représente un schéma électrique d'une cellule photosensible ;

                    la figure 2, précédemment décrite, représente un exemple de répartition des composants du capteur d'images réalisé sous forme monolithique ;

15                    la figure 3, précédemment décrite, représente un exemple de réalisation classique sous forme monolithique d'un capteur d'images éclairé par la face arrière ;

                    les figures 4A à 4E illustrent les étapes successives d'un exemple de procédé de fabrication d'un premier exemple de  
20 réalisation d'un capteur d'images éclairé par la face arrière selon l'invention ;

                    les figures 5A à 5F illustrent les étapes successives d'un exemple de procédé de fabrication d'un second exemple de  
réalisation d'un capteur d'images éclairé par la face arrière  
25 selon l'invention ; et

                    la figure 6 représente, de façon schématique, un téléphone portable comprenant un capteur d'images selon l'invention.

Description détaillée

30                    Par souci de clarté, de mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références aux différentes figures et, de plus, comme cela est habituel dans la représentation des circuits intégrés, les diverses figures ne sont pas tracées à l'échelle.

35                    Un aspect de la présente invention consiste, pour un capteur d'images éclairé par la face arrière, à évacuer la

chaleur émise par les circuits à forte dissipation thermique vers le renfort du capteur d'images au travers de l'empilement de couches isolantes séparant le substrat du renfort.

Les figures 4A à 4E illustrent un exemple de procédé de fabrication d'un premier exemple de réalisation d'un capteur d'images éclairé par la face arrière selon l'invention. Les éléments communs à la figure 3 ont été désignés par de mêmes références.

La figure 4A représente un support 10 de silicium massif recouvert d'une couche isolante 12, par exemple un oxyde thermique. Le substrat 14 est formé sur la couche isolante 12 éventuellement avec interposition d'une couche d'amorce. Le substrat 14 a une épaisseur de quelques micromètres, de préférence inférieure à 5  $\mu\text{m}$ . Une telle structure correspond à une structure SOI (acronyme anglais pour Silicon On Insulator).

La figure 4B représente la structure obtenue après avoir formé la totalité des composants électroniques des cellules photosensibles et des circuits périphériques, ainsi que l'empilement 41 de couches isolantes, les pistes métalliques 44 et les vias 46. Pour chaque cellule photosensible, bien que seul la photodiode D et le transistor  $M_4$  soient représentés en figure 4B, les autres transistors de la cellule, à savoir les transistors  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$ , sont également formés au niveau du substrat 14. Le premier exemple de réalisation selon l'invention prévoit de réaliser au niveau des circuits périphériques des vias 52 traversant la totalité de l'empilement de couches isolantes 41 et dont une extrémité est au contact du substrat 14. Les vias 52 peuvent être prévus uniquement au niveau des circuits périphériques à forte dissipation thermique ou au niveau de la totalité des circuits périphériques. La densité des vias 52 au niveau des circuits périphériques à forte dissipation thermique pouvant éventuellement être plus élevée que pour les autres circuits périphériques. Les vias 52 sont réalisés en un matériau qui est un bon conducteur de la chaleur mais pas nécessairement un bon conducteur électrique. A titre d'exemple,

les vias 52 peuvent être réalisés en cuivre ou en nitrure d'aluminium (AlN).

La figure 4C représente la structure obtenue après avoir collé, sur la face supérieure de l'empilement de couches isolantes 41, un élément de renfort constitué, par exemple, de l'empilement de la couche isolante 42 et du renfort en silicium 43, les vias 52 étant prolongés au travers de la couche isolante 42 pour venir au contact du renfort en silicium 43. Le renfort 43 peut avoir une épaisseur de plusieurs centaines de micromètres.

La figure 4D représente la structure obtenue après une étape "d'amincissement" qui consiste à retirer, par exemple par une attaque chimique ou mécano-chimique, le support 10 et la couche isolante 12 de façon à exposer la face inférieure 16 du substrat 14. Le support 10 et la couche isolante 12 peuvent être retirés par gravure, l'arrêt de gravure pouvant être obtenu en jouant sur les différences de sélectivité entre la couche isolante 12 et le substrat 14. Selon une variante de réalisation, le substrat 14 correspond à une couche de silicium de type P faiblement dopée réalisée par épitaxie sur un support de silicium massif de type P plus fortement dopé. Dans ce cas, l'étape d'amincissement consiste à retirer le support de silicium, par exemple par gravure, l'arrêt de gravure pouvant être obtenu en jouant sur les différences de sélectivité entre la couche épitaxiée 14 et le support.

La figure 4E représente la structure obtenue après avoir formé la région 44 de type P plus fortement dopée que le substrat 14 du côté de la face arrière 16 et après avoir formé, sur la face arrière 16, les filtres colorés 48 et les lentilles 50 associés aux cellules photosensibles du capteur d'images et la couche isolante 52 au niveau des circuits périphériques. La région 44 peut être réalisée par une implantation au niveau de la face arrière 16 du substrat 14 suivie d'un recuit d'activation.

Le premier exemple de capteur d'images selon l'invention présente l'avantage, en fonctionnement, que la chaleur fournie par les circuits périphériques à forte dissipation thermique est évacuée, par l'intermédiaire des vias 52, jusqu'au renfort 43 permettant ainsi le maintien du substrat 14 à une température sensiblement uniforme. En outre, le renfort 43 peut lui-même être fixé sur un boîtier conducteur pour améliorer encore davantage l'évacuation de la chaleur.

Les figures 5A à 5F illustrent les étapes d'un exemple de procédé de fabrication d'un second exemple de réalisation d'un capteur d'images éclairé par la face arrière selon l'invention.

La figure 5A illustre la structure obtenue après des étapes analogues à celles qui ont été précédemment décrites pour le procédé de fabrication du premier exemple de réalisation du capteur d'images selon l'invention en relation aux figures 4A et 4B. Toutefois, à la différence de ce qui a été précédemment décrit, on ne réalise, pour chaque cellule photosensible, que la photodiode D et le transistor de transfert  $M_4$ . Côté circuits périphériques, seuls sont réalisés les composants ne présentant pas une forte dissipation thermique. En outre, les vias 52 ne sont pas réalisés. De plus, on prévoit des vias 58 qui s'étendent jusqu'à la face supérieure de l'empilement 41 de couches isolantes.

La figure 5B représente la structure obtenue après avoir formé sur l'empilement de couches isolantes 41 une couche 60 de silicium monocristallin de type P, éventuellement plus fortement dopée que le substrat 14. L'épaisseur de la couche 60 peut varier d'une vingtaine de nanomètres à quelques micromètres, et est, de préférence, inférieure à 5  $\mu\text{m}$ . De façon générale, la couche 60 peut être très mince puisque la fonction d'absorption de la lumière atteignant le capteur d'images n'est pas remplie par cette couche 60. La couche 60 peut être réalisée en déposant du silicium amorphe sur l'empilement de couches isolantes 41 et en réalisant une étape de recristallisation de

la couche de silicium amorphe par un procédé n'entraînant pas une élévation trop importante de la température du reste du capteur d'images, en particulier de l'empilement de couches isolantes 41. En effet, une élévation excessive de la température de l'empilement 41 peut entraîner une détérioration des matériaux utilisés pour la réalisation des couches isolantes 41 et des pistes et vias conducteurs 44, 46. A titre d'exemple, lorsque les pistes métalliques 44 sont réalisées en cuivre, la température de l'empilement 41 ne devrait pas excéder 400°C. Pour ce faire, la recristallisation de la couche de silicium amorphe peut être obtenue par un chauffage global du capteur d'images à faible température ou par un chauffage localisé de la couche de silicium amorphe, par exemple par l'intermédiaire d'un laser.

La figure 5C représente la structure obtenue après avoir formé dans la couche 60 des portions isolantes 62 aboutissant à la formation d'îlots 64 dans la couche isolante 60. A titre d'exemple, les portions isolantes 62 peuvent être obtenues en gravant la couche 60 sur toute son épaisseur et en remplissant les ouvertures obtenues par un matériau isolant, par exemple de l'oxyde de silicium. Les portions isolantes 62 recouvrent les extrémités des vias 58. Selon une variante du second exemple de réalisation, les portions isolantes 62 correspondent aux ouvertures pratiquées dans la couche 60 qui sont laissées telles quelles.

La figure 5D représente la structure obtenue après avoir formé des transistors MOS au niveau de la couche 60 et après avoir recouvert la couche 60 d'un empilement de couches isolantes 70. A titre d'exemple, on a représenté, côté cellules photosensibles, les transistors MOS  $M_1$  et  $M_2$ , et côté circuits périphériques, deux transistors MOS  $M_7$  et  $M_8$ . De façon générale, côté cellules photosensibles, on réalise, pour chaque cellule photosensible, tous les transistors de la cellule photosensible autres que le transistor de transfert  $M_4$ , et côté circuits périphériques, on réalise tous les composants qui n'ont pas déjà

été formés au niveau du substrat 14, c'est-à-dire notamment les composants des circuits périphériques à forte dissipation thermique.

Les procédés de fabrication des transistors  $M_1$ ,  $M_2$ ,  
5  $M_7$ ,  $M_8$  sont adaptés à ne pas entraîner une élévation excessive de la température du reste du capteur d'images. A titre d'exemple, on peut utiliser pour réaliser les grilles des transistors, des matériaux à fort coefficient diélectrique, par exemple de l'oxyde d'Hafnium, qui peuvent être déposés par des  
10 procédés à faible température, ou utiliser des matériaux isolants classiques qui sont alors déposés à faible température, par exemple par des procédés au plasma. En outre, les grilles des transistors peuvent être réalisées par le dépôt d'un matériau à base de nitrure de titane TiN par un procédé de dépôt  
15 de couche atomique ou procédé ALD (pour Atomic Layer Deposition) ou par un dépôt chimique en phase vapeur ou procédé CVD (pour Chemical Vapour Deposition). Des pistes conductrices et vias conducteurs 72 assurant l'interconnexion des transistors sont formés au niveau de l'empilement de couches isolantes 70. En  
20 particulier, des vias 74 sont formés au niveau des portions isolantes 62 pour venir au contact des vias 58 prévus au niveau de l'empilement de couches isolantes 41. En outre, on prévoit des vias de drainage thermique 76 qui traversent la totalité de l'empilement de couches isolantes 70 et viennent en contact à  
25 une extrémité avec la couche semiconductrice 60. Les vias 76 peuvent être réalisés au niveau de la totalité de la couche 60, éventuellement en augmentant la densité de vias 76 à proximité des circuits périphériques à forte dissipation thermique. Selon une variante, les vias 76 peuvent être réalisés seulement au  
30 niveau de la totalité des circuits périphériques réalisés au niveau de la couche 60, ou seulement au niveau des circuits périphériques à forte dissipation thermique. Les vias 76 sont constitués d'un matériau bon conducteur de la chaleur mais pas nécessairement bon conducteur électrique.

La figure 5E représente la structure obtenue après avoir recouvert l'empilement de couches isolantes 70 d'un renfort 78 d'un matériau thermiquement conducteur, par exemple une plaquette de silicium massif. Le renfort 78 peut avoir une épaisseur de plusieurs centaines de micromètres. Les vias 76 viennent au contact du renfort 78.

La figure 5F représente la structure obtenue après avoir réalisé l'étape d'amincissement décrite précédemment pour le procédé de fabrication du premier exemple de réalisation du capteur d'images selon l'invention en relation à la figure 4D et après avoir formé les filtres 48, les lentilles 50 et la couche isolante 52 comme cela a été décrit précédemment pour le procédé de fabrication du premier exemple de réalisation du capteur d'images selon l'invention en relation à la figure 4E.

En fonctionnement, la chaleur produite par les composants formés dans la couche 60 des circuits périphériques à forte dissipation thermique est évacuée jusqu'au renfort 78 par l'intermédiaire des vias 76. En outre, le renfort 78 peut être fixé à un boîtier thermiquement conducteur améliorant encore davantage l'évacuation de chaleur. Comme les circuits à forte dissipation thermique ne sont pas présents au niveau du substrat 14, la température du substrat 14 reste sensiblement uniforme.

La figure 6 illustre un exemple d'utilisation du capteur d'images selon l'invention. La figure 6 représente, de façon très schématique, un téléphone portable 80 comprenant un boîtier 82 au niveau duquel sont disposés un écran 84 et un clavier 86. Le téléphone portable 80 comprend également un système d'acquisition d'images 88 comportant un système optique dirigeant les rayons lumineux vers un capteur d'images selon l'invention.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, la présente invention s'applique également à une cellule photosensible pour laquelle plusieurs photodiodes sont reliées à un même noeud de lecture. En outre,

bien que la présente invention ait été décrite pour une cellule de capteurs d'images dans laquelle le dispositif de précharge et le dispositif de lecture ont une structure particulière, la présente invention s'applique également à une cellule pour  
5 laquelle le dispositif de précharge ou le dispositif de lecture ont une structure différente, par exemple comprennent un nombre différent de transistors MOS.

**REVENDICATIONS**

1. Capteur d'images comprenant des cellules photo-sensibles comportant des photodiodes (D) et au moins un circuit supplémentaire à forte dissipation thermique comportant des transistors ( $M_5, M_6 ; M_7, M_8$ ), caractérisé en ce qu'il est  
5 réalisé de façon monolithique et en ce qu'il comprend :

une couche (14 ; 60) d'un matériau semiconducteur ayant des première et deuxième faces opposées (15, 16) et comprenant, du côté de la première face (15), des régions (34, 38) correspondant aux bornes de puissance des transistors,  
10 l'éclairage du capteur d'images étant destiné à être réalisé du côté de la deuxième face ;

un empilement de couches isolantes (41 ; 70) recouvrant la première face ;

un renfort (43 ; 78) thermiquement conducteur recouvrant l'empilement du côté opposé à la couche ; et  
15

des vias (52 ; 76) thermiquement conducteurs reliant la couche au renfort.

2. Capteur d'images selon la revendication 1, dans lequel la couche (14) comprend, en outre, du côté de la première  
20 face (15), des régions supplémentaires (24, 26) correspondant aux photodiodes (D).

3. Capteur d'images selon la revendication 2, dans lequel les régions (34, 38) sont disposées à la périphérie des régions supplémentaires (24, 26).

25 4. Capteur d'images selon la revendication 1, dans lequel les vias (52 ; 76) sont réalisés au moins au niveau desdites régions (34, 38).

5. Capteur d'images selon la revendication 1, dans lequel l'épaisseur de la couche (14 ; 60) est inférieure à 5  $\mu\text{m}$ .

30 6. Capteur d'images selon la revendication 1, comprenant, en outre :

une couche supplémentaire (14) d'un matériau semi-conducteur ayant des troisième et quatrième faces opposées (15, 16) et comprenant, du côté de la troisième face (15), des

régions supplémentaires (24, 26) correspondant aux photodiodes (D), la couche supplémentaire étant destinée à être éclairée par la quatrième face (16) ; et

un empilement supplémentaire (41) de couches isolantes interposé entre la troisième face de la couche supplémentaire et la deuxième face de la couche (60).

7. Capteur d'images selon la revendication 6, comprenant, en outre :

au moins une portion isolante (62) dans la couche (60) ;

au moins un via électriquement conducteur (78) traversant la portion isolante et reliant une première piste électriquement conductrice disposée dans l'empilement (70) et une seconde piste électriquement conductrice (44) disposée dans l'empilement supplémentaire (41).

8. Procédé de fabrication d'un capteur d'images comprenant des cellules photosensibles comportant des photodiodes (D) et au moins un circuit périphérique à forte dissipation thermique comportant des transistors ( $M_5$ ,  $M_6$  ;  $M_7$ ,  $M_8$ ), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

former une couche (14 ; 60) d'un matériau semi-conducteur ayant des première et deuxième faces opposées (15, 16), l'éclairage du capteur étant destiné à être réalisé du côté de la deuxième face (16) ;

former dans la couche, du côté de la première face (15), des régions (34, 38) correspondant aux bornes de puissance des transistors ;

recouvrir la première face (15) d'un empilement de couches isolantes (41 ; 70) et former, dans l'empilement, des vias thermiquement conducteurs (52 ; 76) ; et

recouvrir l'empilement d'un renfort (43 ; 78) thermiquement conducteur, les vias reliant la couche au renfort.

9. Procédé selon la revendication 8, comprenant, en outre, l'étape consistant à former dans la couche (14), du côté

de la première face (15), des régions supplémentaires (24, 26) correspondant aux photodiodes (D).

10. Procédé selon la revendication 8, comprenant, en outre, les étapes préalables suivantes :

5 former une couche supplémentaire (14) d'un matériau semiconducteur comportant des troisième et quatrième faces opposées (15, 16), la couche supplémentaire étant destinée à être éclairée par la quatrième face (16) ;

10 former, dans la couche supplémentaire, du côté de la troisième face (15), des régions supplémentaires (24, 26) correspondant aux photodiodes (D) ; et

recouvrir la troisième face d'un empilement supplémentaire (41) de couches isolantes, ladite couche (60) recouvrant, du côté de la deuxième face, l'empilement supplémentaire.

1/4

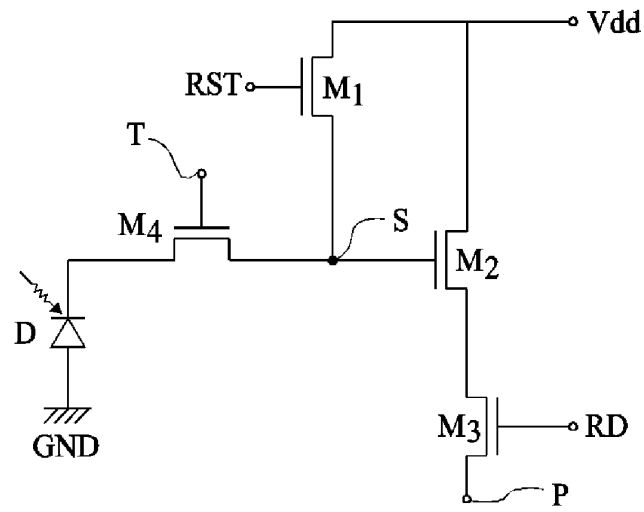


Fig 1

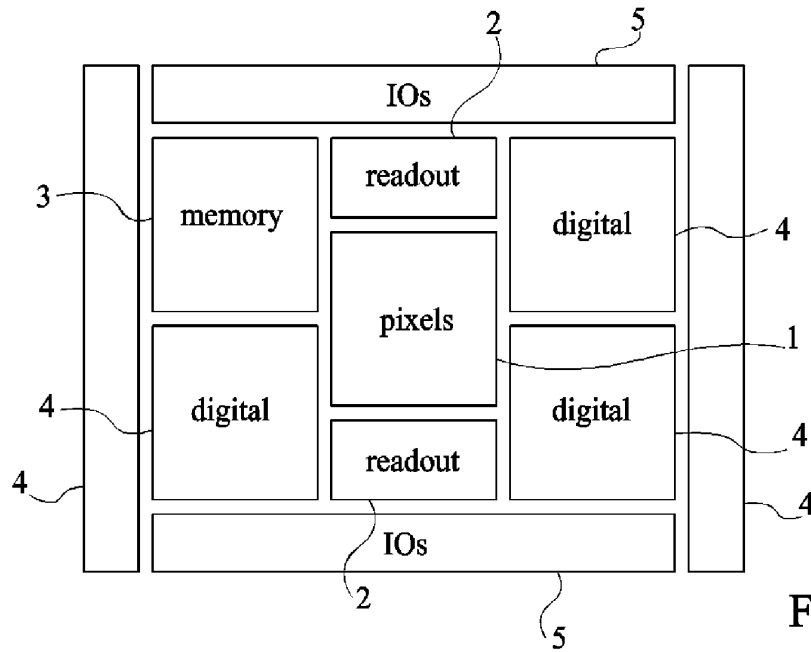


Fig 2

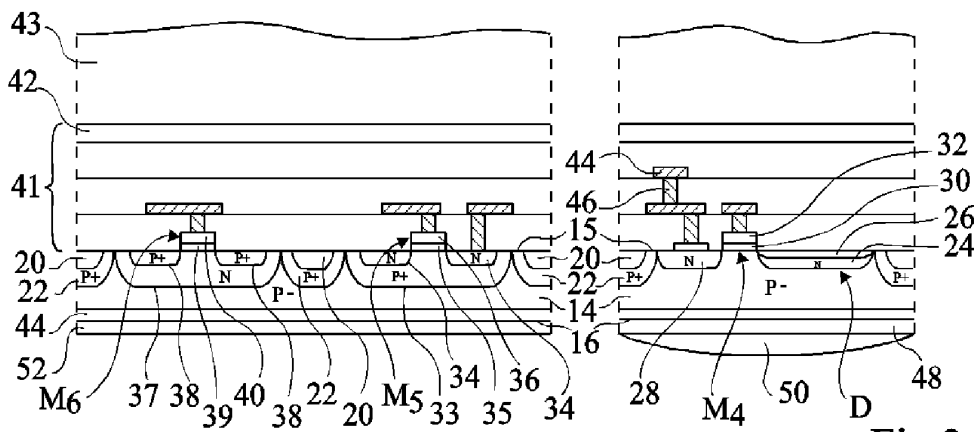


Fig 3

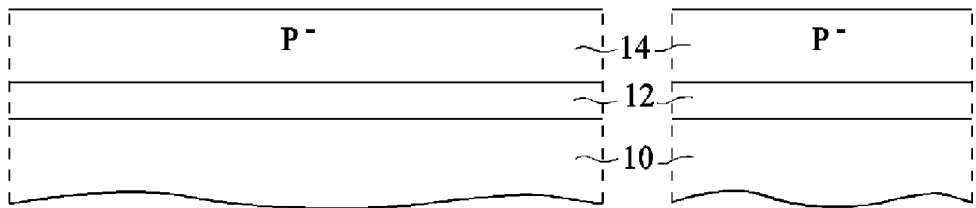


Fig 4A

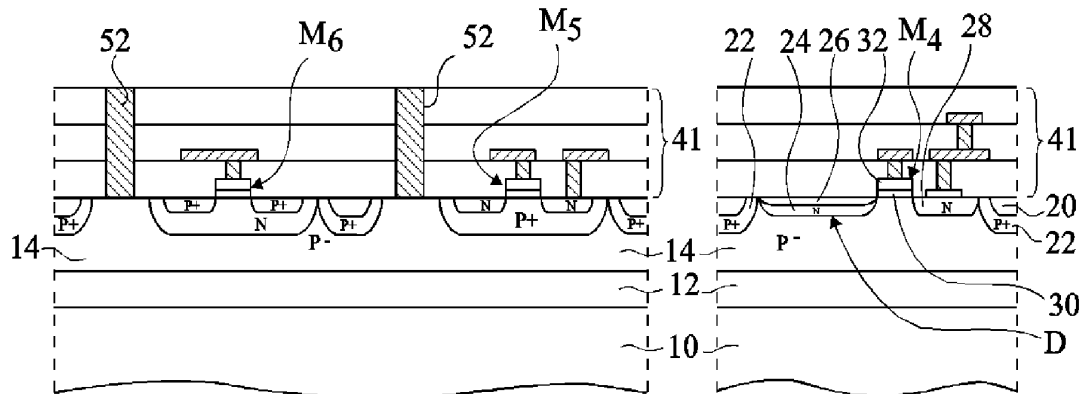


Fig 4B

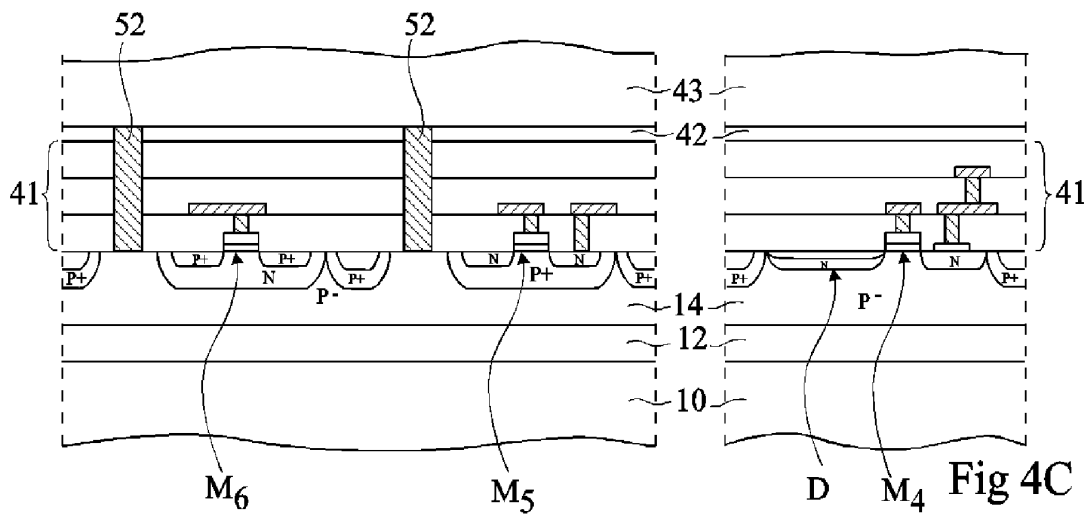


Fig 4C

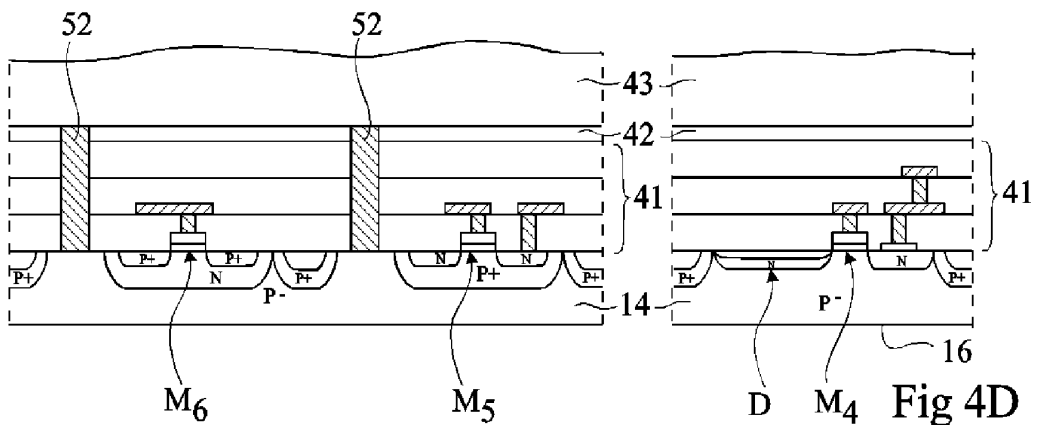


Fig 4D

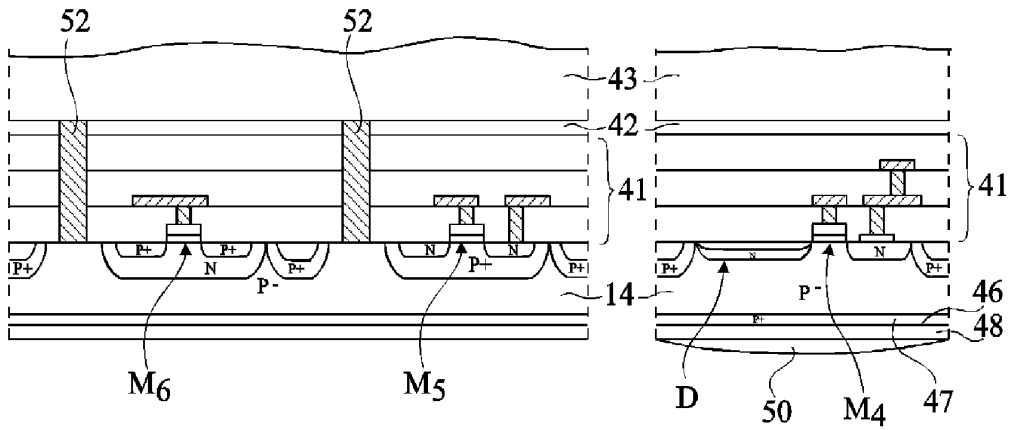


Fig 4E

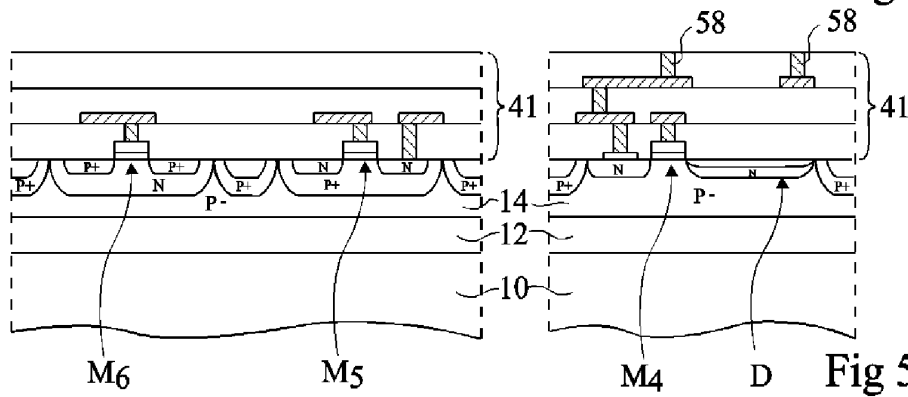


Fig 5A

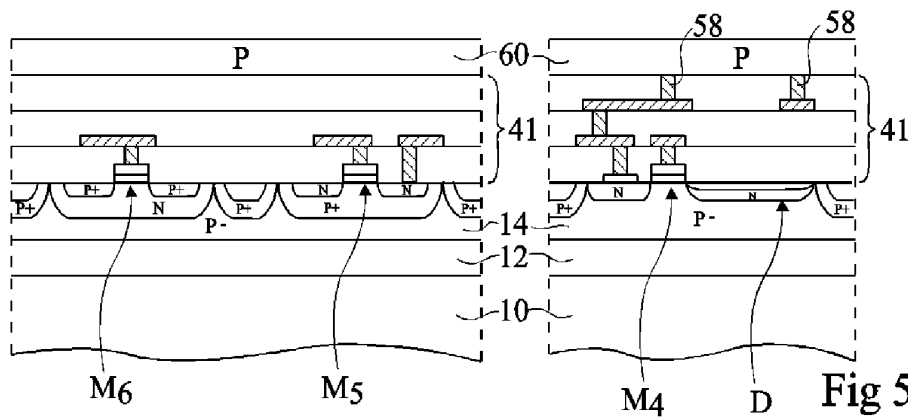


Fig 5B

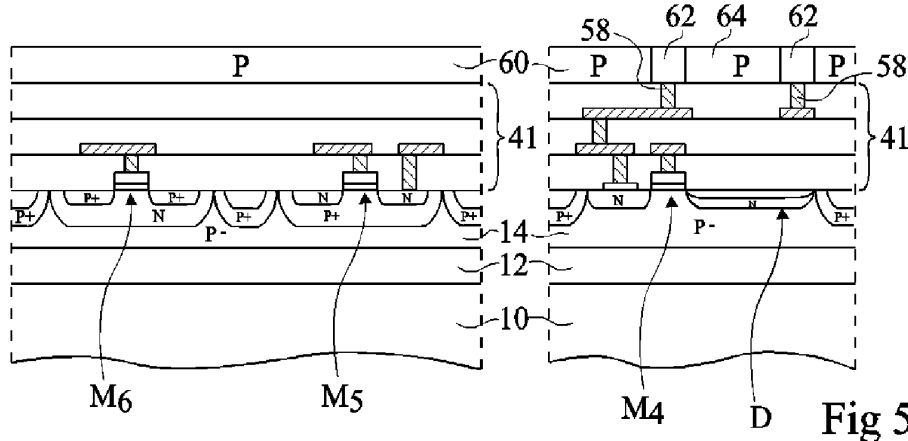


Fig 5C

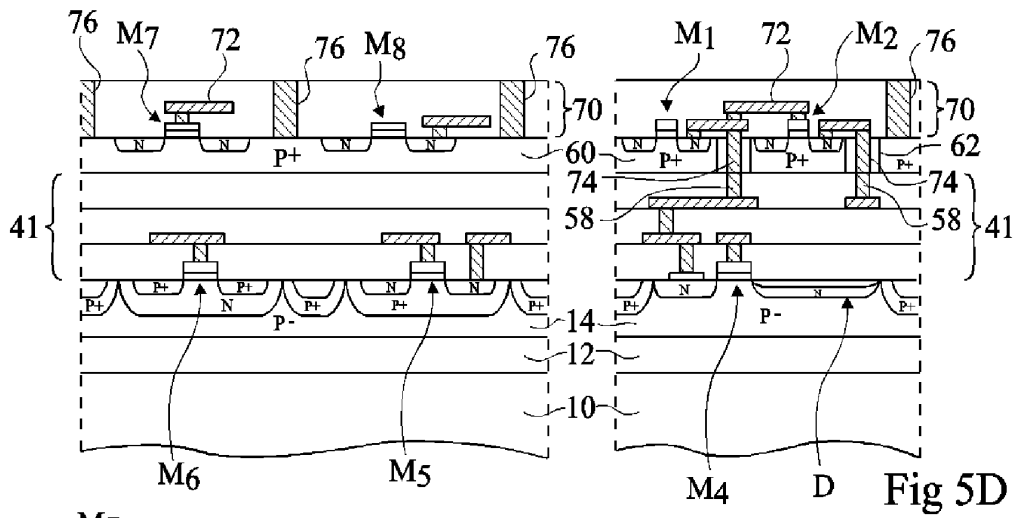


Fig 5D

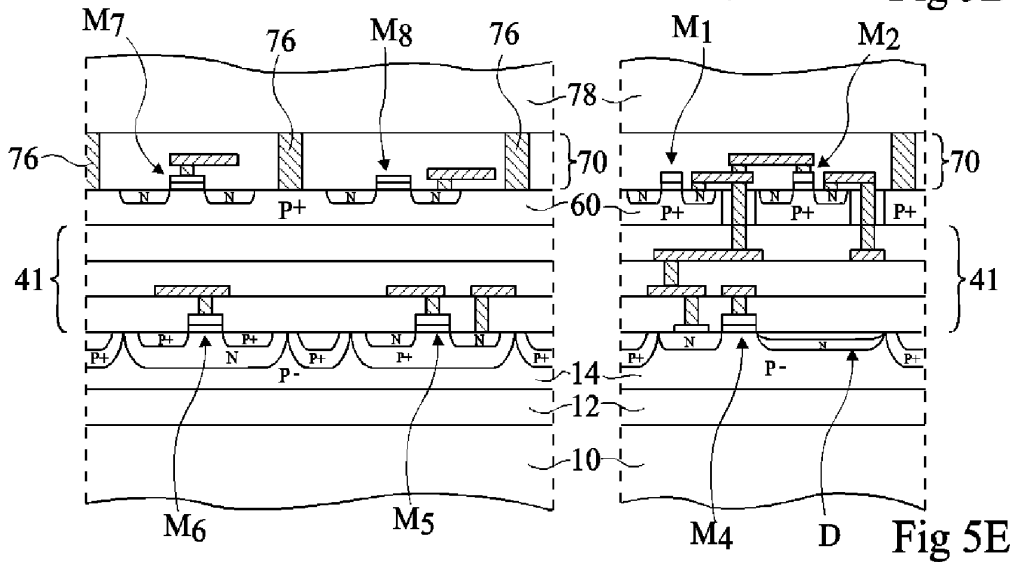


Fig 5E

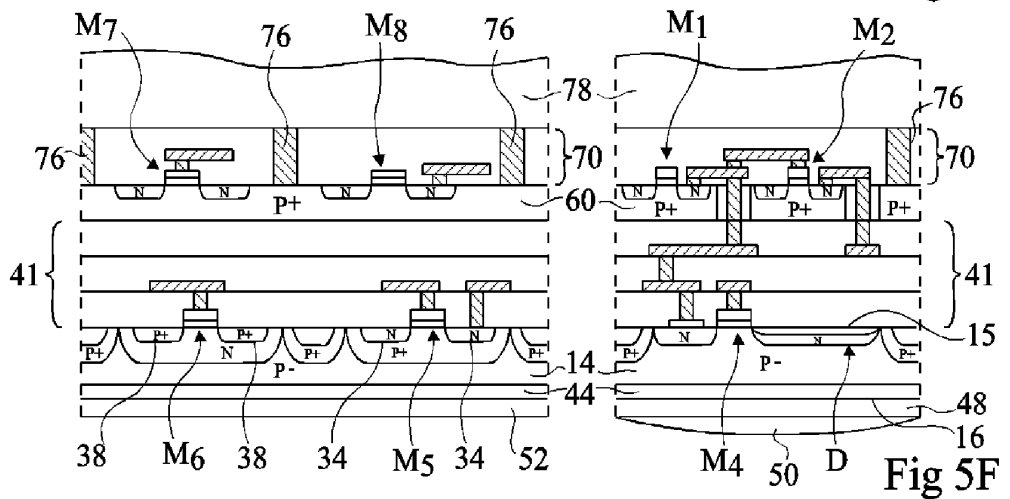


Fig 5F

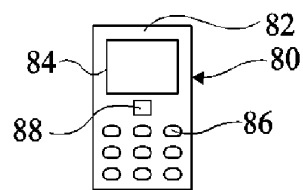


Fig 6



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 682315  
FR 0653082

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 653 515 A (SONY CORP [JP]) 3 mai 2006 (2006-05-03) * alinéas [0034] - [0041]; figures 2,4 * -----	1,8	H01L27/146 H04N3/15
A	US 2006/094151 A1 (SUMI HIROFUMI [JP]) 4 mai 2006 (2006-05-04) * alinéas [0063] - [0068]; figures 4-9 * -----	1-10	
A	US 2005/227403 A1 (MURAMATSU MASAFUMI [JP]) 13 octobre 2005 (2005-10-13) * figures 3,5,7-11 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01L
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		12 janvier 2007	Cabrita, Ana
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 3

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0653082 FA 682315**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 12-01-2007

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1653515 A	03-05-2006	CN 1767600 A	03-05-2006
		JP 2006128196 A	18-05-2006
		KR 20060049316 A	18-05-2006
		US 2006091290 A1	04-05-2006
-----			
US 2006094151 A1	04-05-2006	JP 2006128392 A	18-05-2006
		KR 20060052278 A	19-05-2006
-----			
US 2005227403 A1	13-10-2005	JP 2005285988 A	13-10-2005
		KR 20060044445 A	16-05-2006
-----			