

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 03.10.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.04.09 Bulletin 09/15.

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) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement public à caractère industriel et commercial — FR.

72) Inventeur(s) : MARTIN JEAN LUC, ARQUES MARC et PEIZERAT ARNAUD.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : BREVALEX.

54) DISPOSITIF MICROELECTRONIQUE MATRICIEL AVEC DES PIXELS DOTES D'UNE SOURCE DE COURANT INTEGREE ACTIONNEE PAR LA SELECTION DU PIXEL.

57) L'invention concerne un dispositif microélectronique matriciel comprenant:

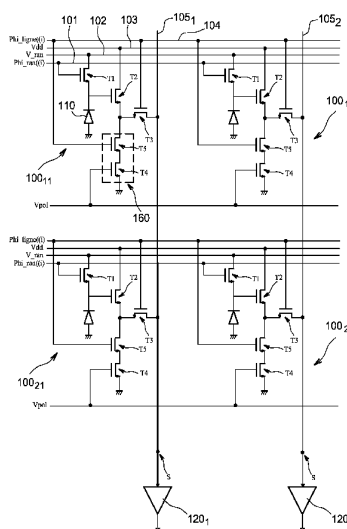
- une pluralité de cellules élémentaires (100<sub>11</sub>, ..., 100<sub>mn</sub>) agencées selon une matrice,

- une ou plusieurs lignes (105<sub>1</sub>, 105<sub>2</sub>) de données, connectées respectivement à une pluralité de cellules d'au moins une rangée donnée de cellules de la matrice, et aptes à acheminer au moins un signal de sortie d'au moins une cellule donnée sélectionnée dans ladite rangée donnée,

les cellules élémentaires comprenant respectivement:

- des premiers moyens interrupteurs (T<sub>3</sub>), aptes à appliquer, en fonction de l'activation d'un signal de commande (phi\_ligne) de sélection, un signal de sortie d'un bloc de ladite cellule donnée sélectionnée (100<sub>1</sub>) à une ligne de données (105<sub>1</sub>), et en sortie dudit bloc,

- des deuxièmes générateurs de courant associés à des deuxièmes moyens interrupteurs commandés par ledit signal de commande de sélection (phi\_ligne), prévus pour générer un courant lors de l'activation dudit signal de commande (phi\_ligne) de sélection.



**DISPOSITIF MICROELECTRONIQUE MATRICIEL AVEC DES  
PIXELS DOTES D'UNE SOURCE DE COURANT INTEGREE ACTIONNEE  
PAR LA SELECTION DU PIXEL**

5

**DESCRIPTION**

**DOMAINE TECHNIQUE**

L'invention est relative au domaine des dispositifs microélectroniques formés de cellules élémentaires agencées en matrice et s'applique en particulier aux matrices de grande tailles, telles que par exemple, les matrices de détecteurs de rayons X, en particulier réalisées en technologie CMOS.

L'invention prévoit la mise en œuvre d'un dispositif microélectronique matriciel formé de cellules élémentaires, comprenant respectivement des moyens générateurs de courant actionnés lors d'une sélection de la cellule.

La présente invention permet notamment la mise en œuvre de matrices dans lesquelles les phénomènes de chutes ohmiques sont réduits.

**ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

Un exemple de dispositif microélectronique matriciel de détection de rayons X, formé d'une matrice 2\*2, de 2 rangées horizontales et de 2 rangées verticales de cellules élémentaires également appelés pixels  $10_{11}$ ,  $10_{12}$ ,  $10_{21}$ ,  $10_{22}$ , est illustré sur la figure 1.

Le signal délivré par une cellule est transmis à une ligne de donnée  $11_1$ ,  $11_2$  de la matrice. Lors de la lecture de ce signal, le temps

d'établissement de la tension en sortie S dépend de l'impédance de sortie d'un étage suiveur et de la capacité de charge de la ligne de données à laquelle cette sortie S est connectée. L'étage suiveur peut être  
5 formé par exemple d'un transistor de la cellule et d'un autre transistor situé à l'extrémité de la ligne de données. La capacité de charge de la ligne de données, est quant à elle formée de la somme des capacités parasites de la ligne de données et peut devenir  
10 élevée, par exemple de l'ordre de plusieurs dizaines de pF pour des matrices de tailles beaucoup plus importantes que celle illustrée sur la figure 1.

Pour la réalisation de matrices de grandes tailles, afin d'augmenter la vitesse de lecture, une  
15 solution consiste à augmenter la valeur du courant délivré par le transistor jouant le rôle de suiveur.

Cependant, cela a pour effet d'augmenter la consommation de la matrice.

Par ailleurs, la ligne de données ne  
20 présente pas uniquement une capacité parasite, mais également une résistance linéique,  $R_{pix}$  pour chaque pixel de la matrice. La tension de sortie d'une cellule donnée lue à l'extrémité d'une ligne de données dépend de la résistance d'un transistor interrupteur situé en  
25 sortie de la matrice, ainsi que du rang ou de l'emplacement de ladite cellule dans la matrice. Suivant l'emplacement de la cellule dont on lit la valeur, un décalage plus ou moins important peut être introduit. Ce décalage peut être d'autant plus  
30 important que la taille de la matrice est grande.

Il se pose le problème de trouver un nouveau dispositif microélectronique matriciel, en particulier de détection de rayonnement électromagnétique, par exemple de rayonnement X, qui ne présente pas les inconvénients mentionnés ci-dessus.

### **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

La présente invention concerne un dispositif microélectronique matriciel comprenant :

- une pluralité de cellules élémentaires agencées selon une matrice,

- une ou plusieurs lignes de données, connectées respectivement à une pluralité de cellules d'au moins une rangée donnée de cellules de la matrice, et aptes à acheminer au moins un signal de sortie d'au moins une cellule donnée sélectionnée dans ladite rangée donnée,

les cellules élémentaires comprenant respectivement :

- des premiers moyens interrupteurs, aptes à appliquer, en fonction de l'activation d'un signal de commande de sélection, un signal de sortie d'un bloc de ladite cellule donnée sélectionnée à une ligne de données, et, en sortie dudit bloc,

- des moyens générateurs de courant associés à des deuxièmes moyens interrupteurs commandés par ledit signal de commande de sélection, prévus pour générer un courant en entrée des premiers moyens interrupteurs lors de l'activation dudit signal de commande de sélection.

De tels moyens générateurs de courant associés à de tels moyens interrupteurs permettent également d'obtenir une vitesse de lecture des données semblables à celles des matrices de cellules suivant l'art antérieur, tout en limitant la consommation.

Ledit bloc peut être par exemple un bloc de détection comprenant au moins un élément détecteur.

Les moyens générateurs de courant peuvent être sous forme d'au moins un transistor générateur de courant dont la grille est mise à un potentiel d'alimentation.

Les deuxièmes moyens interrupteurs peuvent être sous forme d'au moins un transistor dont la grille est commandée par ledit signal de sélection.

Dans le cas où ledit bloc est un bloc de détection, les cellules élémentaires peuvent comporter en outre : au moins un transistor amplificateur en sortie dudit bloc de détection et en entrée desdits premiers moyens interrupteurs, la grille du transistor amplificateur recevant le signal de sortie dudit élément détecteur.

Les moyens générateurs de courant peuvent être sous forme d'un transistor formant avec ledit transistor amplificateur, un amplificateur suiveur.

Selon une possibilité de mise en œuvre, la matrice peut être agencée de sorte que le signal de sélection de la cellule donnée est un signal de sélection d'une  $i^{\text{ème}}$  rangée de cellules à laquelle appartient ladite cellule donnée et qui est orthogonale à ladite rangée donnée.

La ligne de données peut comporter des moyens formant un amplificateur suiveur, en particulier d'impédance infinie ou élevée ou au moins supérieure à 1 GΩ.

5                    Selon une mise en œuvre particulière, les cellules élémentaires peuvent comporter respectivement : au moins un élément détecteur de rayonnement électromagnétique, tel qu'un photodétecteur, apte à délivrer un signal analogique de  
10                    sortie susceptible de varier au moins en fonction de quantités de photons reçues par le photo-détecteur.

Le détecteur peut être un détecteur de rayons X.

15                    Les cellules élémentaires peuvent comporter respectivement : des moyens de réinitialisation, pour réinitialiser, en fonction d'un signal de commande de réinitialisation, le signal de sortie dudit élément détecteur.

20                    Les moyens de réinitialisation peuvent comprendre au moins un transistor interrupteur dont la grille est commandée par ledit signal de commande de réinitialisation, et dont une électrode est mise à un potentiel de réinitialisation.

#### **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

25                    La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre un dispositif microélectronique matriciel suivant l'art antérieur,

- la figure 2 illustre un exemple de dispositif microélectronique matriciel suivant l'invention et formé d'une pluralité de cellules élémentaires,

Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

#### 15 **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Un exemple de dispositif microélectronique matriciel suivant l'invention, va à présent être donné. Ce dispositif comprend une matrice de  $n$  rangées horizontales et  $m$  rangées verticales de cellules élémentaires  $100_{11}$ ,  $100_{12}$ , ...,  $100_{21}$ ,  $100_{22}$ , ...,  $100_{ij}$ ,  $100_{mn}$ , avec  $n$  qui peut être égal à  $m$ , et par exemple compris entre 1 et 10000, par exemple égal à 2000.

Les cellules élémentaires peuvent être par exemple des pixels de capteur de rayonnement électromagnétique et peuvent comprendre respectivement au moins un élément détecteur de rayonnement électromagnétique, par exemple un détecteur de rayons X, ainsi qu'au moins un circuit électronique associé au détecteur.

Selon une variante, les cellules élémentaires peuvent être par exemple des cellules d'une matrice de lecture, les cellules étant associées respectivement à un élément photoconducteur, par exemple de type CdTe, CdZnTe, PbI<sub>2</sub>, HgI<sub>2</sub>, PbO, Se, hybridé ou assemblé ou déposé sur la matrice.

L'invention peut s'appliquer à d'autres types de dispositifs microélectroniques matriciels de grande taille.

10 La matrice de cellules élémentaires peut avoir une taille, importante, par exemple de l'ordre d'une dizaine de centimètres carré ou de plusieurs centaines de centimètres carrés, par exemple une dimension de l'ordre de 10 cm x 10 cm ou de  
15 20 cm x 20 cm.

Dans le cas d'une matrice de détecteurs de rayons X, les cellules élémentaires peuvent comprendre respectivement un photodétecteur sensible à la lumière visible par exemple sous forme d'une photodiode, ou  
20 d'un phototransistor, couplé(e) à une ou plusieurs couches scintillatrices à base de CsI, ou de Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S par exemple, qui permettent la détection des photons X et les transforment en photons visibles. Des composants, par exemple réalisés en technologie CMOS, assurent la  
25 détection en transformant les photons visibles en charges électriques.

Sur la figure 2, un exemple de réalisation, est donné avec  $n = 2$  et  $m = 2$  cellules élémentaires 100<sub>11</sub>, 100<sub>12</sub>, 100<sub>21</sub>, 100<sub>22</sub>.

30 Dans cet exemple, chaque cellule comporte une photodiode 110 et un premier transistor T<sub>1</sub>.

Un premier transistor  $T_1$  permet d'initialiser ou de réinitialiser la tension de la photodiode, à un potentiel  $V_{\text{ran}}$  dit de réinitialisation, lorsque qu'une phase de commande ou un signal de commande  $\text{Phi}_{\text{ran}}$  est actif et appliqué sur le premier transistor  $T_1$ . Le premier transistor  $T_1$  peut être agencé de manière à avoir une électrode de grille connectée à une ligne conductrice 101, par exemple d'une rangée horizontale de la matrice, acheminant le signal de commande  $\text{Phi}_{\text{ran}}$ , et une électrode de drain connectée à une ligne conductrice 102, par exemple d'une rangée horizontale, mise au potentiel de réinitialisation  $V_{\text{ran}}$ . Lorsque le signal de commande  $\text{Phi}_{\text{ran}}$  est actif, par exemple lorsqu'il est mis à un état haut, la source du premier transistor interrupteur  $T_1$  est mise au potentiel de réinitialisation.

Un transistor amplificateur  $T_2$  connecté à l'élément détecteur 110 de la cellule est susceptible de former un amplificateur suiveur avec un autre transistor  $T_4$ . Le transistor amplificateur  $T_2$  comporte une grille connectée à la photodiode 110 et un drain connecté à une ligne conductrice 103, par exemple d'une rangée horizontale, acheminant un potentiel de polarisation  $V_{\text{dd}}$ , par exemple de l'ordre de 3,3 V. Les potentiels  $V_{\text{ran}}$  et  $V_{\text{dd}}$  peuvent être identiques.

En fonction de l'éclairement reçu, le potentiel de cathode de la photodiode 110 décroît. Pour lire le potentiel de cathode de la photodiode, à la fin d'un temps d'intégration, des premiers moyens interrupteurs, commandés par un signal de sélection  $\text{Phi}_{\text{ligne}}$  recopient le potentiel source du transistor

$T_2$  sur une ligne de données à laquelle la cellule est associée.

Les premiers moyens interrupteurs peuvent être sous forme d'un transistor  $T_3$ , commandé à l'aide du signal de sélection  $\Phi_{\text{ligne}}$  acheminé par une ligne conductrice 104, par exemple d'une rangée horizontale de la matrice. Selon une possibilité de réalisation, le signal de sélection  $\Phi_{\text{ligne}}$  peut être un signal de sélection commun à toutes les cellules d'une même rangée horizontale.

La matrice peut opérer en intégration de charges, de sorte que les photodiodes 110 intègrent et stockent les charges pendant un temps d'intégration déterminé. Le temps d'intégration d'une image ou cycle de lecture peut être le temps entre deux commandes émises sur la grille du transistor  $T_1$  d'un pixel.

La matrice comporte une pluralité de  $m$  (dans cet exemple  $m = 2$ ) lignes 105<sub>1</sub>, 105<sub>2</sub>, de données, prévues respectivement pour acheminer le potentiel de sortie d'au moins une cellule à laquelle elles sont connectées et qui a été sélectionnée à l'aide du signal de sélection  $\Phi_{\text{ligne}}$ . Les pixels suivant chaque rangée verticale sont connectés à une ligne de données commune, à laquelle le transistor  $T_3$  interrupteur respectif des pixels d'une même rangée verticale est connecté. Le deuxième transistor  $T_2$  est prévu pour recopier le potentiel de la photodiode 110, et le reproduire à un décalage de tension près. Le potentiel de sortie d'une cellule est ensuite lu sur une sortie  $S$  située en bout de colonne, à l'extrémité d'une ligne 105<sub>1</sub>, 105<sub>2</sub> de données.

Une source de courant supplémentaire est mise en œuvre dans chacune des cellules. Cette source de courant peut être par exemple formée d'un transistor  $T_4$ , dont la grille est mise à un potentiel de polarisation  $V_{pol}$ , intégré à chaque cellule ou pixel, et polarisé en régime de saturation. La source de courant est associée à des deuxièmes moyens interrupteurs commandés par le signal de sélection  $\phi_{ligne}$  qui permettent également de commander les premiers moyens interrupteurs. Les deuxièmes moyens interrupteurs peuvent être sous forme d'un transistor interrupteur  $T_5$ , dont la grille est commandée par le signal de sélection  $\phi_{ligne}$ .

Selon une possibilité de mise en œuvre du dispositif, et en particulier de la manière de lire les grandeurs détectées par les pixels, le signal de sélection  $\phi_{ligne}$  d'une rangée  $i$  (avec  $1 \leq i \leq n$ ) de la matrice peut être le même que la phase  $\phi_{ran}$  d'une rangée  $i-1$ , voisine de la rangée  $i$ .

Le dispositif comporte également un ou plusieurs circuits d'adressage (non représentés), par exemple sous forme d'un ou plusieurs registres à décalage ou d'au moins un circuit décodeur d'adresse, et prévus pour générer les signaux  $\phi_{ligne}$  et  $\phi_{ran}$ . Des signaux aux différentes sorties  $S$  situées à l'extrémité des lignes de données  $105_1, 105_2$ , sont ensuite multiplexés dans un registre (non représenté), de façon à obtenir le signal représentatif d'une rangée horizontale de pixels. Les différentes sorties  $S$  situées à l'extrémité des lignes de données  $105_1, 105_2$ , peuvent être reliées à des amplificateurs suiveurs 120

de résistance d'entrée infinie ou très élevée par exemple supérieure à 1 G $\Omega$ .

Lorsque le signal de commande phi\_ligne est activé, les transistors interrupteurs T<sub>3</sub> et T<sub>5</sub> sont  
5 rendus passants.

Les transistors T<sub>2</sub> et T<sub>4</sub> sont alors agencés de manière à former un amplificateur suiveur dont la sortie est connectée à une ligne de donnée. Le transistor T<sub>4</sub> forme alors une source de courant pour le  
10 bloc de détection qui, dans cet exemple comprend une photodiode.

Lorsqu'une cellule 100<sub>11</sub> donnée de la matrice est sélectionnée, le transistor interrupteur T<sub>3</sub> de cette cellule 100<sub>11</sub> reproduit la tension de source du  
15 transistor T<sub>2</sub> sur une ligne de donnée 105<sub>1</sub>. Une charge selon un transitoire lié à la capacité et à la résistance de la ligne de donnée 105<sub>1</sub> s'effectue alors. A la fin du transitoire, le courant de la ligne de données devient nul du fait de la résistance d'entrée  
20 infinie du suiveur. Lorsque le transitoire se termine, la tension de la sortie S est celle de la tension de source de T<sub>2</sub>. Le phénomène de chute ohmique le long de la ligne de donnée 105<sub>1</sub> est alors négligeable.

Un tel dispositif permet également,  
25 d'obtenir une consommation transitoire, la cellule ne consommant que lorsqu'elle est sélectionnée.

**REVENDICATIONS**

1. Dispositif microélectronique matriciel  
comprenant :

5 - une pluralité de cellules élémentaires  
( $100_{11}, \dots, 100_{mn}$ ) agencées selon une matrice,

- une ou plusieurs lignes ( $105_1, 105_2$ ) de  
données, connectées respectivement à une pluralité de  
cellules d'au moins une rangée donnée de cellules de la  
10 matrice, et aptes à acheminer au moins un signal de  
sortie d'au moins une cellule donnée sélectionnée dans  
ladite rangée donnée,

les cellules élémentaires comprenant  
respectivement :

15 - des premiers moyens interrupteurs ( $T_3$ ),  
aptés à appliquer, en fonction de l'activation d'un  
signal de commande ( $\phi_{\text{ligne}}$ ) de sélection, un signal  
de sortie d'un bloc de ladite cellule donnée  
sélectionnée ( $100_1$ ) à une ligne de données ( $105_1$ ), et en  
20 sortie dudit bloc,

- des moyens générateurs de courant  
associés à des deuxièmes moyens interrupteurs commandés  
par ledit signal de commande de sélection ( $\phi_{\text{ligne}}$ ),  
prévus pour générer un courant en entrée des premiers  
25 moyens interrupteurs lors de l'activation dudit signal  
de commande ( $\phi_{\text{ligne}}$ ) de sélection.

2. Dispositif microélectronique matriciel  
selon la revendication 1, les moyens générateurs de  
30 courant comprenant au moins un transistor générateur

( $T_4$ ) de courant dont la grille est mise à un potentiel d'alimentation ( $V_{pol}$ ).

3. Dispositif microélectronique matriciel  
5 selon la revendication 1 ou 2, les deuxièmes moyens interrupteurs étant sous forme d'au moins un transistor ( $T_5$ ) dont la grille est commandée par ledit signal de sélection ( $\phi_{lign}$ ).

10 4. Dispositif microélectronique selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel ledit bloc est un bloc de détection comprenant au moins un élément détecteur, les cellules élémentaires ( $100_{11}, \dots, 100_{mn}$ ) comportant en outre : un transistor amplificateur ( $T_2$ )  
15 en sortie dudit bloc de détection et en entrée desdits premiers moyens interrupteurs ( $T_3$ ), la grille du transistor amplificateur ( $T_2$ ) recevant le signal de sortie dudit élément détecteur.

20 5. Dispositif microélectronique matriciel selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la matrice est agencée de sorte que le signal de sélection de la cellule donnée ( $\phi_{lign}$ ) est un signal de sélection d'une  $i^{\text{ème}}$  rangée de cellules à laquelle  
25 appartient ladite cellule donnée et qui est orthogonale à ladite rangée donnée.

6. Dispositif microélectronique matriciel selon la revendication 1 à 5, dans lequel ladite  
30 extrémité de ladite ligne de données comporte des moyens formant un amplificateur suiveur ( $120_1, 120_2$ ).

7. Dispositif microélectronique selon l'une des revendications 1 à 6, les cellules élémentaires comportant respectivement : au moins un élément détecteur (110) de rayonnement électromagnétique, tel qu'un photodétecteur, apte à délivrer un signal analogique de sortie susceptible de varier au moins en fonction de quantités de photons reçues par le photo-détecteur.

10 8. Dispositif microélectronique selon la revendication 7, le détecteur étant un détecteur de rayons X.

15 9. Dispositif microélectronique selon l'une des revendications 7 ou 8, les cellules élémentaires comportant respectivement : des moyens de réinitialisation, pour réinitialiser, en fonction d'un signal de commande de réinitialisation ( $\phi_{ran}$ ), le signal de sortie dudit élément détecteur (110).

20 10. Dispositif microélectronique matriciel selon la revendication 9, lesdits moyens de réinitialisation comprenant au moins un transistor interrupteur ( $T_1$ ) dont la grille est commandée par ledit signal de commande de réinitialisation ( $\phi_{ran}$ ), et dont une électrode est mise à un potentiel de réinitialisation ( $V_{ran}$ ).

25

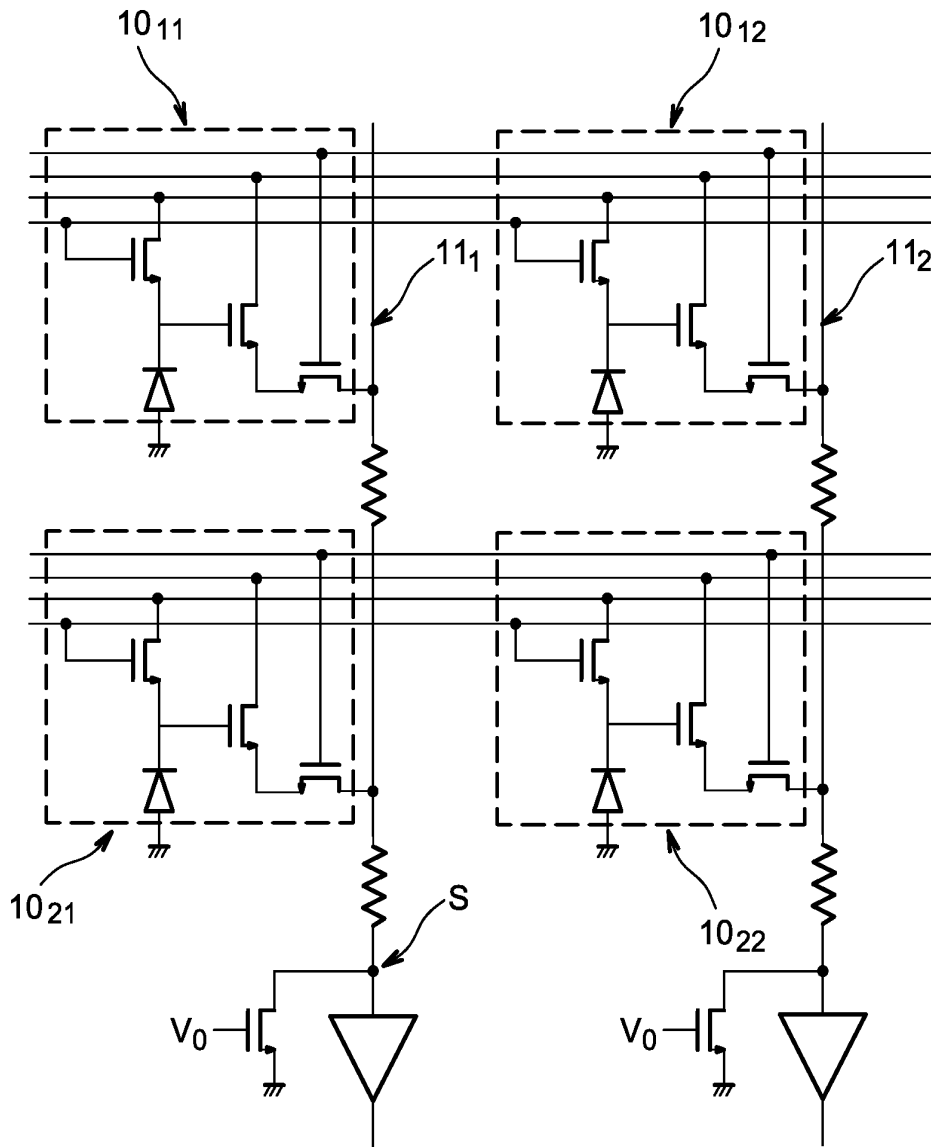


FIG. 1

2 / 2

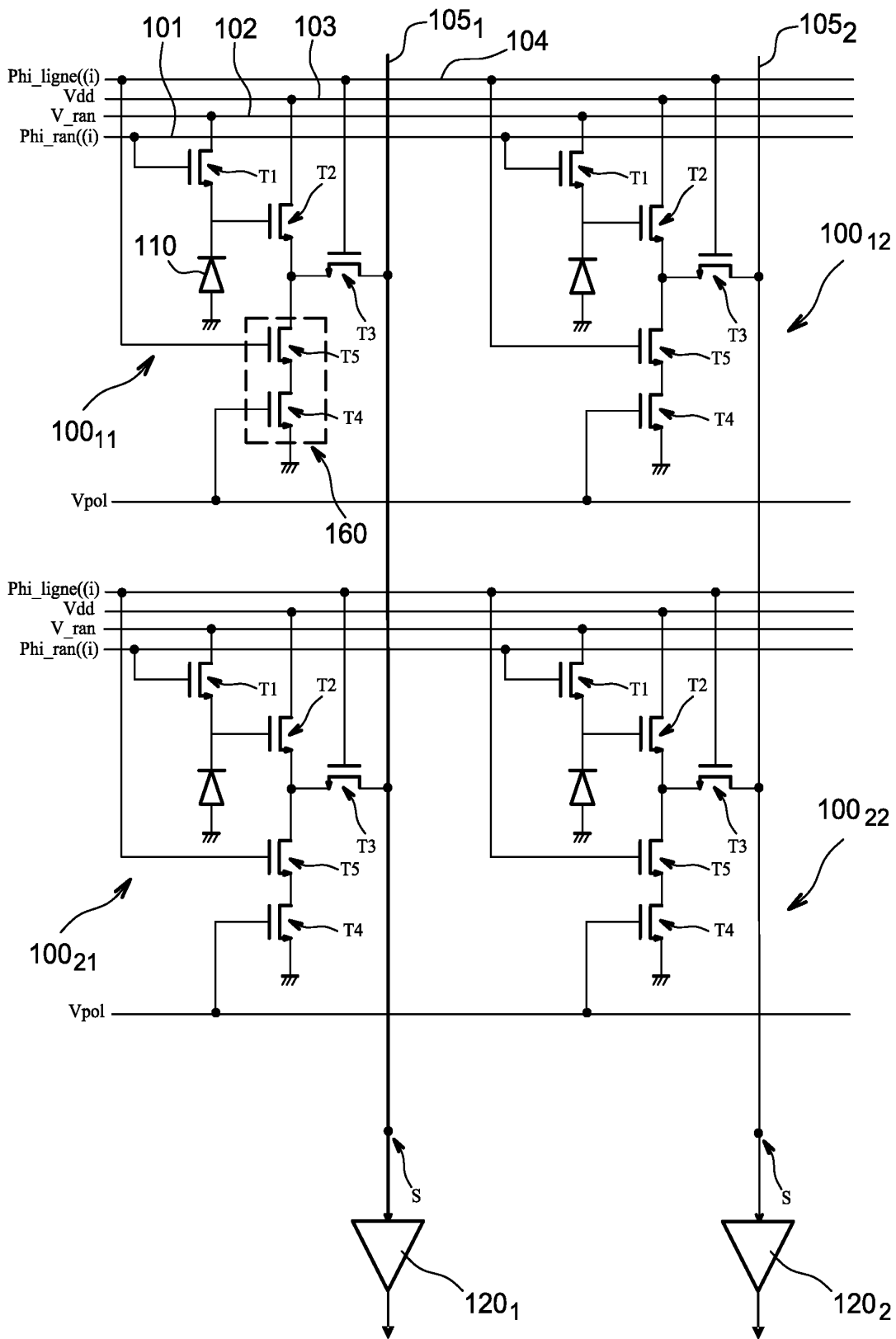


FIG. 2



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 699992  
FR 0758045

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	US 2001/013571 A1 (KAKUMOTO TOMOKAZU [JP] ET AL) 16 août 2001 (2001-08-16) * alinéa [0104] - alinéa [0106]; figures 8,11 *	1-10	H05G1/32
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04N
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		30 mai 2008	Penchev, Petyo
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p>		<p>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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**  
**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0758045 FA 699992**

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 **30-05-2008**

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
US 2001013571 A1	16-08-2001	AUCUN	
-----			