

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 494 909

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 24807

(54) Dispositif à transfert de charge photosensible et linéaire pour l'analyse d'images en couleurs.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 L 27/00; G 01 J 3/50; G 03 H 3/00;
H 01 L 27/04, 27/14; H 04 N 1/46.

(22) Date de dépôt..... 21 novembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 21 du 28-5-1982.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Pierre Descure et Jean Joseph Chabbal.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

DISPOSITIF A TRANSFERT DE CHARGE PHOTOSENSIBLE ET
LINEAIRE POUR L'ANALYSE D'IMAGES EN COULEURS

La présente invention concerne un dispositif à transfert de charge photosensible et linéaire pour l'analyse d'images en couleurs.

Il est connu, notamment par l'ouvrage de C. H. SEQUIN et M. F. TOMPSETT intitulé "Charge Transfer Devices", pages 142 à 171, 5 que l'analyse d'images à l'aide de dispositifs à transfert de charge photosensibles peut se faire soit par des dispositifs linéaires, soit par des dispositifs surfaciques.

Les dispositifs linéaires comportent généralement une "barrette" constituée d'éléments photosensibles alignés. L'image à analyser est projetée ligne après ligne sur la barrette : c'est soit la barrette, soit l'élément à visualiser qui se déplace. On peut aussi utiliser un élément optique qui projette ligne après ligne, l'élément à visualiser, immobile, sur la barrette, immobile.

Les dispositifs à transfert de charge linéaires présentent 15 l'avantage d'être moins chers que les dispositifs surfaciques et d'avoir une résolution plus élevée. Ces dispositifs trouvent de nombreuses applications dans des domaines tels que la télé-copie, le télé-cinéma, la reproduction de documents ou de photographies, l'observation aérienne ou spatiale, le contrôle industriel...

20 Un problème se pose avec les dispositifs à transfert de charge, photo-sensibles et linéaires, lorsqu'on veut réaliser l'analyse d'images en couleurs.

Une solution connue à ce problème consiste à utiliser un éclateur spectral qui sépare spatialement les trois couleurs élémentaires pour chaque ligne de l'image à analyser. On dispose alors trois 25 barrettes photosensibles indépendantes de façon à ce que chacune reçoive l'une des couleurs élémentaires. Cette solution a comme inconvénients le fait que l'éclateur spectral est encombrant et le fait qu'un positionnement stable et précis des trois barrettes photosensibles est nécessaire et difficile à réaliser. Cette solution est 30 d'un coût relativement élevé qui la réserve aux applications profes-

sionnelles.

Une autre solution consiste à intégrer sur le même substrat semi-conducteur trois barrettes photosensibles parallèles, recevant successivement chaque ligne de l'image. Un filtre coloré rend chacune de ces barrettes sensible à l'une des couleurs élémentaires.
5 Les techniques de fabrication des circuits intégrés permettent de positionner aisément ces barrettes de façon stable et précise. Il est alors nécessaire de stocker l'information en provenance des deux barrettes recevant les premières chaque ligne de l'image analysée.
10 Pour disposer simultanément de l'information en provenance des trois barrettes et correspondant à la même ligne de l'image. Les mémoires nécessaires au stockage de l'information sont de dimensions importantes et il n'est alors plus possible de réaliser tout le dispositif photosensible sur le même circuit intégré.

15 La présente invention concerne un dispositif à transfert de charge photosensible et linéaire qui ne présente pas les inconvénients des solutions connues de l'art antérieur et qui présente notamment l'avantage de pouvoir être entièrement intégré sur un même substrat semi-conducteur.

20 La présente invention concerne un dispositif à transfert de charge photosensible et linéaire pour l'analyse d'images en couleurs qui est constitué par l'intégration sur un même substrat semi-conducteur de :

25 - deux barrettes de N photo-éléments chacune, qui sont séparées, dans la direction selon laquelle se fait l'analyse des images, par une distance égale à une ou plusieurs fois la dimension des photo-éléments selon cette direction, au moins N photo-éléments de ces barrettes étant sensibles à la couleur verte alors que les autres photo-éléments sont sensibles aux couleurs rouge et bleue, et les
30 photo-éléments sensibles au vert étant répartis sur les barrettes de façon à ce que la totalité du rayonnement émis par chaque ligne de l'image analysée leur parvienne ;
- un dispositif de lecture constitué de deux registres à décalages à transfert de charge, à N entrées parallèles et à sortie série, vers

lesquels les charges stockées par les deux barrettes sont transférées simultanément par l'intermédiaire de deux grilles, et de deux étages de lecture des charges reliés à la sortie de chaque registre ;
5 - une mémoire constituée de N registres à décalages à transfert de charge, à entrée et sortie série, qui sont intercalés entre la barrette photosensible qui reçoit la première chaque ligne de l'image analysée et l'un des registres du dispositif de lecture, les charges correspondant à chaque ligne de l'image analysée par cette barrette étant stockées dans la mémoire puis transférées dans le registre voisin par l'intermédiaire d'une grille, alors que sont simultanément transférées vers l'autre registre du dispositif de lecture les charges correspondant à la même ligne de l'image analysée par l'autre barrette.

10 D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un mode de réalisation du dispositif selon l'invention ;
- la figure 2a, une vue en coupe transversale du dispositif de la figure 1 et les figures 2b, c, d et e, des schémas expliquant le fonctionnement de ce dispositif.

15 Sur les différentes figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments, mais, pour des raisons de clarté les cotes et proportions des divers éléments ne sont pas respectées.

20 La figure 1 concerne un mode de réalisation du dispositif selon l'invention, représenté vu de dessus et la figure 2a concerne une vue en coupe transversale selon OO' de ce dispositif.

25 Le dispositif selon l'invention est un dispositif à transfert de charge qui est entièrement intégré sur un substrat semiconducteur 1, qui est généralement du silicium. Dans la description suivante, on a choisi, à titre d'exemple uniquement, un substrat en silicium de type P et un dispositif à transfert de charge à canal enterré, limité par des diffusions N⁻ et P⁺, repérées par les références 3 et 4 sur la figure 2a.

Le dispositif selon l'invention comporte deux barrettes B_1 et B_2 de N photo-éléments chacune. Le nombre N de photo-éléments peut-être égal à 1024 par exemple. Ces photo-éléments sont obtenus de façon tout à fait connue :

- 5 - soit par diffusion d'une diode, adjacente aux grilles de chaque barrette, comme c'est le cas sur la figure 2a où ces diodes de type N^+ sont repérées par d_1 pour celle qui est adjacente à la grille g_1 de la barrette B_1 , et par d_2 pour celle qui est adjacente à la grille g_2 de la barrette B_2 ;
- 10 - soit à partir des grilles MOS des deux barrettes et sans diffusion.

La surface sensible des photo-éléments est défini à l'aide d'un masque optique A en aluminium par exemple qui recouvre le dispositif.

- 15 Les photo-éléments de ces deux barrettes sont sensibles à l'une des trois couleurs élémentaires qui sont le rouge, le vert et le bleu.

La séparation des couleurs au niveau de chaque photo-élément est obtenue au moyen de filtres colorés qui sont, soit déposés directement à la surface du circuit intégré au cours de sa fabrication, soit réalisés sur un support qui est ensuite rapporté à la 20 surface du circuit intégré.

Sur la figure 1, on a repéré par les lettres B, R, V chaque photo-élément sensible au bleu, au rouge ou au vert. Les deux barrettes B_1 et B_2 sont parallèles, la première barrette B_1 n'est composée que de photo-éléments sensibles soit au rouge, soit au bleu, et alternés, alors que la seconde barrette B_2 n'est composée que de photo-éléments sensibles au vert. On verra dans la suite de la 25 description à quels impératifs doit répondre la répartition des différents photo-éléments sur les barrettes.

Sur la figure 1, les deux barrettes sont séparées, dans la direction selon laquelle se fait l'analyse des images qui est indiquée par une flèche, par une distance d égale à la dimension des photo-éléments selon cette direction.

Un dispositif anti-éblouissement est intégré dans l'espace compris entre les deux barrettes.

Ce dispositif est constitué :

- d'un drain D central qui est constitué par une diode polarisée en inverse par une tension de polarisation V_{DD} ;
- d'une grille G_1 portée à une tension de polarisation constante V_{AB} qui est intercalée entre le drain et les deux barrettes. Sur la figure 1, on constate que cette grille est en forme de "U".

5

10

15

20

25

30

La tension V_{AB} permet de régler la hauteur de la barrière entre chaque barrette et le drain D. Lorsque l'un des photo-éléments est violemment éclairé, les charges en excès débordent de la grille G_1 et sont évacuées par le drain D.

Le dispositif anti-éblouissement a aussi pour avantage de supprimer la "diaphotie" entre les signaux bleu et rouge de la barrette B_1 et les signaux verts de la barrette B_2 , c'est-à-dire la perturbation que pourraient exercer les uns sur les autres ces signaux d'amplitude différente.

Le dispositif selon l'invention comporte également un dispositif de lecture. Ce dispositif de lecture comprend deux registres à décalages à transfert de charge, R_1 et R_2 , à N entrées parallèles et à sortie série. Ces registres sont disposés parallèlement à chacune des barrettes B_1 et B_2 . Une grille G_2 qui est portée à un potentiel variable ϕ_p , permet le transfert des charges des barrettes vers les registres du dispositif de lecture. Sur la figure 1, on constate que la grille G_2 est en forme de "U". Deux potentiels variables ϕ_{T1} et ϕ_{T2} en opposition de phase, sont appliqués aux étages des registres et permettent le transfert des charges vers la sortie. A la sortie des registres R_1 et R_2 , les charges sont lues par deux étages de lecture L_1 et L_2 qui réalisent une lecture destructive des charges sur diode flottante, suivie d'une amplification des signaux obtenus.

Le dispositif selon l'invention comporte enfin une mémoire M. Cette mémoire est intercalée entre la barrette qui reçoit la première chaque ligne de l'image analysée, c'est-à-dire la barrette B_1 sur les figures, et le registre du dispositif de lecture R_1 qui lui est associé.

Cette mémoire est constituée de N registre à décalage à

transfert de charge, à entrée et à sortie série. Une grille G_3 portée au même potentiel variable ϕ_p que la grille G_2 permet le transfert des charges de la mémoire M vers le registre de lecture R_1 .

Sur la figure 2a, on constate que la mémoire M a deux étages. Elle est constituée de quatre électrodes de stockage G_{01} , G_{02} , G_{03} 5 G_{04} qui sont séparées les unes des autres par des électrodes de transfert disposées sur une surépaisseur d'oxyde. Les électrodes de transfert sont reliées au même potentiel que l'électrode de stockage suivante, selon le sens de transfert des charges (c'est-à-dire de droite à gauche sur la figure 2a). Les électrodes G_{01} et G_{03} sont portées au potentiel variable ϕ_B et les électrodes G_{02} et G_{04} sont portées au potentiel variable ϕ_A , qui est en opposition de phase avec ϕ_B . La dissymétrie dans les potentiels de surface qui est nécessaire pour rendre unilatéral le transfert peut être réalisée par surépaisseur d'oxyde comme on vient de le voir, mais peut aussi être réalisée de façon tout à fait classique par implantation d'impuretés. 10 15

On va maintenant décrire les figures 2b à 2e qui permettent d'expliquer le fonctionnement du dispositif selon l'invention.

Ces figures représentent l'évolution du potentiel de surface ϕ_S 20 dans le substrat 1. Les zones hachurées indiquent la présence de porteurs minoritaires et la flèche indique le sens croissant des potentiels à l'interface silice-silicium par rapport au substrat.

Les potentiels variables ϕ_A , ϕ_B , ϕ_{T1} , ϕ_{T2} et ϕ_p sont des tensions en crêteau qui varient périodiquement d'un niveau haut à un niveau bas. 25

Sur la figure 2b, on se trouve dans le cas où les potentiels ϕ_B et ϕ_p sont au niveau bas et les potentiels ϕ_A et ϕ_{T1} au niveau haut. On a supposé que l'image à analyser par le dispositif selon l'invention était constituée de lignes successives qu'on a appelées A, B, C, D ... 30 Dans le cas de la figure 2b, la ligne A de l'image est projetée sur la barrette B_2 et la ligne C sur la barrette B_1 . La ligne B, elle, se trouve projetée sur l'espace compris entre les deux barrettes où est localisé le dispositif anti-éblouissement. Les charges créées par les photons des lignes A et C s'accumulent dans les photos-éléments des

barrettes B_2 et B_1 . Sous les électrodes de stockage G_{02} et G_{04} de la mémoire, se trouvent les quantités de charges correspondant aux lignes B et A qui ont été précédemment projetées sur la barrette B_1 .

La figure 2c représente l'évolution du potentiel de surface dans le substrat lorsque les potentiels variables ϕ_B , ϕ_p et ϕ_{T1} sont au niveau haut et lorsque le potentiel ϕ_A est au niveau bas. Les charges correspondant à l'analyse de la ligne A de l'image par les barrettes B_1 et B_2 sont simultanément transférées dans les deux registres de lecture R_1 et R_2 ; cependant que les charges correspondant à l'analyse des lignes B et C de l'image par la barrette B_1 sont transférées respectivement de G_{02} vers G_{03} et de la barrette B_1 vers G_{01} .

Comme la figure 2a, la figure 2d montre l'intégration dans le substrat des barrettes des charges correspondant à deux lignes, ici les lignes B et D, de l'image à analyser. Pendant que se fait cette intégration, les charges correspondant à la ligne A de l'image sont transférées dans les registres R_1 et R_2 et lues par les étages de lecture L_1 et L_2 .

La figure 2e montre comme la figure 2c, le transfert simultané dans les registres R_1 et R_2 des charges correspondant à l'analyse de la même ligne de l'image, ici la ligne B, par les deux barrettes B_1 et B_2 .

Il est bien entendu que dans le cas où la distance d qui sépare les deux barrettes, dans la direction selon laquelle se fait l'analyse des images, est égale à plusieurs fois la dimension des photo-éléments selon cette direction, il faut utiliser une mémoire M comportant plus de deux étages. Dans tous les cas, le nombre d'étages doit être tel que la mémoire permette le transfert simultané, vers les deux registres du dispositif de lecture, des charges correspondant à la même ligne de l'image analysée successivement pour les deux barrettes.

Sur les figures 2b à 2e, on voit comment fonctionne le dispositif anti-éblouissement. Il faut que la hauteur de la barrière créée sous la grille G_1 par la tension V_{AB} soit inférieure à celle

créée sous la grille G_2 par le potentiel ϕ_p au niveau bas ; ainsi en cas de sur-éclairage de l'un des photo-éléments les charges en excès débordent des barrettes et sont collectées par le drain D, comme cela est représenté sur la figure 2d pour la barrette B_1 .

5 On peut remarquer que sur la figure 1, on a représenté les deux barrettes B_1 et B_2 parallèles et décalées l'un par rapport à l'autre d'un demi photo-élément. Cette disposition permet d'augmenter la résolution, mais il est bien sûr possible d'utiliser des barrettes parallèles et qui se font face sans décalage latéral.

10 La figure 1 ne concerne qu'un exemple de répartition des différents photo-éléments sur les barrettes. Pour obtenir lorsqu'on synthétise l'image analysée par le dispositif photo-sensible selon l'invention une image présentant une bonne luminance, il faut que au moins la moitié des photo-éléments des deux barrettes soient sensibles au vert et que ces photo-éléments sensibles au vert soient 15 répartis sur les barrettes de façon à ce que la totalité du rayonnement émis par chaque ligne de l'image analysée leur parvienne. On voit qu'on pourrait utiliser par exemple des barrettes dont un photo-élément sur deux est sensible au vert à condition que les photo-éléments des deux barrettes qui sont sensibles au vert ne soient pas 20 en vis-à-vis. De nombreuses autres répartitions des différents photo-éléments sur les barrettes sont envisageables. Enfin, pour éviter la "diaphotie", on peut utiliser, sur la barrette B_1 dans le cas de la 25 figure 1, des photo-éléments sensibles au rouge et au bleu, à côté de photo-éléments sensibles au rouge ou à côté de photo-éléments sensibles au bleu.

Il est bien entendu que le dispositif à transfert de charge selon l'invention peut être du type C.C.D. (Charge Coupled Device) ou du type B.B.D. (Bucket Brigade Device).

30 L'invention comme aussi les modes de réalisation où les barrettes ,ne comportent plus des photo-éléments sensibles au rouge, au vert et au bleu, mais des photo-éléments sensibles au signal de luminance et des photo-éléments sensibles aux signaux de chrominance.

REVENTICATIONS

1. Dispositif à transfert de charge photosensible et linéaire pour l'analyse d'images en couleurs, caractérisé en ce qu'il est constitué par l'intégration sur un même substrat semi-conducteur (1) de :

- 5 - deux barrettes (B_1, B_2) de N photo-éléments chacune, qui sont séparées, dans la direction selon laquelle se fait l'analyse des images, par une distance (d) égale à une ou plusieurs fois la dimension des photo-éléments selon cette direction, au moins N photo-éléments de ces barrettes étant sensibles à la couleur verte
10 alors que les autres photo-éléments sont sensibles aux couleurs rouge et bleue, et les photo-éléments sensibles au vert étant répartis sur les barrettes de façon à ce que la totalité du rayonnement émis par chaque ligne de l'image analysée leur parvienne ;
15 - un dispositif de lecture constitué de deux registres à décalage à transfert de charge (R_1, R_2), à N entrées parallèles et à sortie série, vers lesquels les charges stockées par les deux barrettes sont transférées simultanément par l'intermédiaire d'une grille (G_2), et de deux étages de lecture des charges (L_1, L_2) reliés à la sortie de chaque registre ;
20 - une mémoire (M) constituée de N registres à décalage à transfert de charges, à entrée et sortie série, qui sont intercalés entre la barrette phosensible (B_1) qui reçoit la première chaque ligne de l'image analysée et l'un des registres du dispositif de lecture (R_1), les charges correspondant à chaque ligne de l'image analysée par
25 cette barrette étant stockées dans la mémoire puis transférées dans le registre voisin par l'intermédiaire d'une grille (G_3) alors que sont simultanément transférées vers l'autre registre (R_2) du dispositif de lecture des charges correspondant à la même ligne de l'image analysée par l'autre barrette (B_2).
30 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un dispositif anti-éblouissement est intégré dans l'espace compris entre les deux barrettes, ce dispositif étant constitué :

- d'un drain central (D) constitué par une diode polarisée en inverse ;
- d'une grille (G_1) en forme de "U" qui est intercalée entre le drain (D) et les deux barrettes (B_1, B_2) et qui est portée à une tension de polarisation constante (V_{AB}) ;
- 5 la tension de polarisation (V_{AB}) de cette grille (G_1) étant telle que la hauteur de la barrière sous cette grille soit inférieure à celle créée sous la grille (G_2) en forme de "U" qui permet le transfert des charges vers les registres (R_1, R_2) du dispositif de lecture lorsque le potentiel variable (ϕ_p) appliqué à cette dernière grille est au niveau bas.
- 10
- 3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la séparation des couleurs au niveau de chaque photo-élément est obtenue au moyen de filtres colorés qui sont, soit déposés directement à la surface du circuit intégré au cours de sa fabrication, soit réalisés sur un support qui est ensuite rapporté à la surface du circuit intégré.
- 15
- 4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la distance entre les deux barrettes (B_1, B_2) est égale à la dimension des photo-éléments selon cette direction et en ce que la mémoire (M) comporte deux étages.
- 20
- 5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les barrettes (B_1, B_2) sont parallèles et se font face.
- 6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les barrettes (B_1, B_2) sont parallèles et décalées l'un par rapport à l'autre d'un demi photo-élément.
- 25
- 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'une des barrettes (B_2) est constituée de photo-éléments sensibles à la couleur verte et l'autre barrette (B_2) est constituée de photo-éléments sensibles à la couleur rouge et de photo-éléments sensibles à la couleur bleue qui alternent sur la barrette.
- 30
- 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les barrettes comportent des photo-éléments sensibles au vert et, soit des photo-éléments sensibles au bleu et au rouge et des photo-éléments sensibles au bleu, soit des photo-éléments sensibles

au bleu et au rouge et des photo-éléments sensibles au rouge.

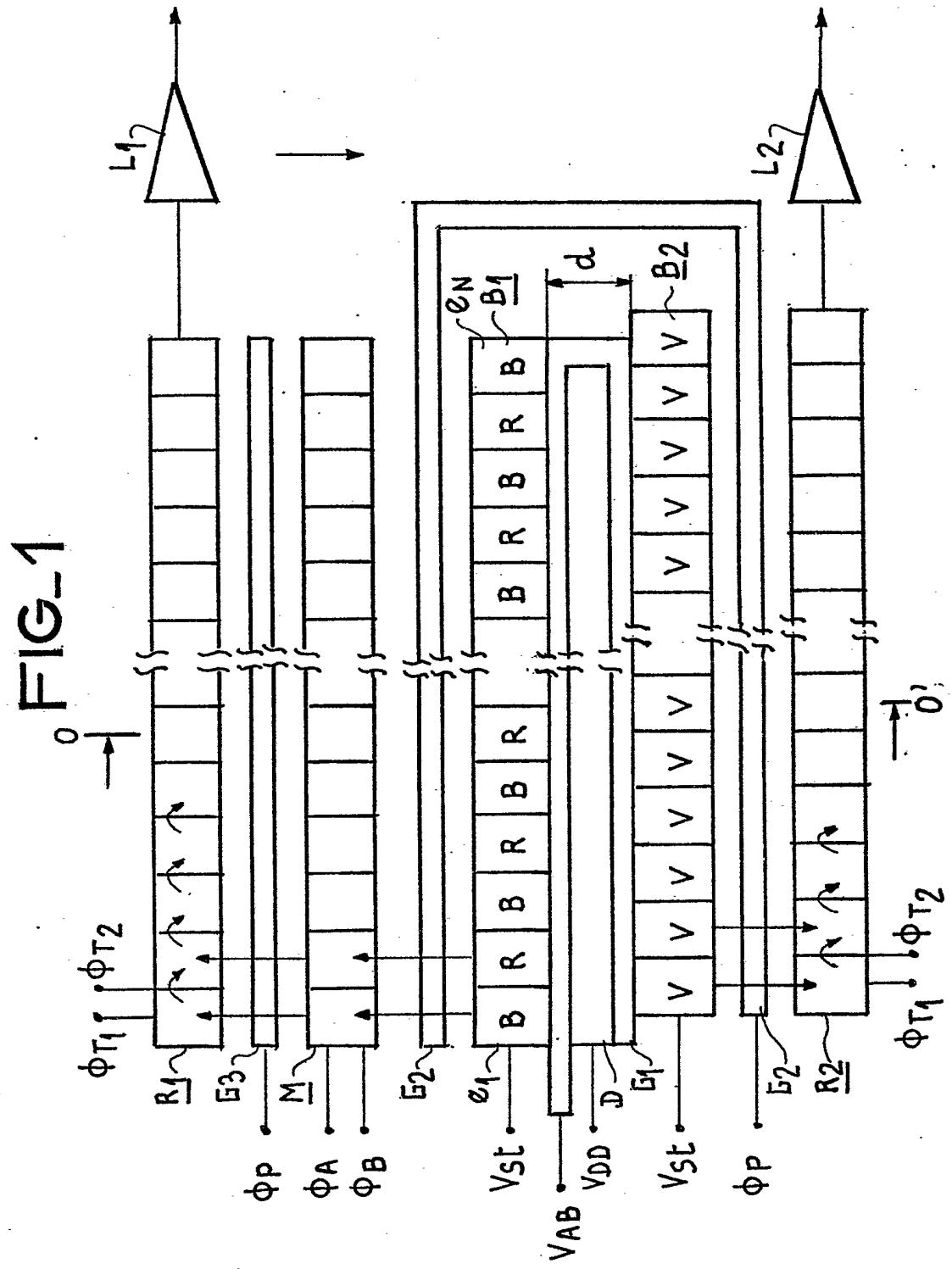
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les photo-éléments sont obtenus :

- soit par diffusion d'une diode (d_1, d_2) laissée flottante adjacente aux grilles (g_1, g_2) de chaque barrette ;
- soit à partir des grilles MOS des deux barrettes.

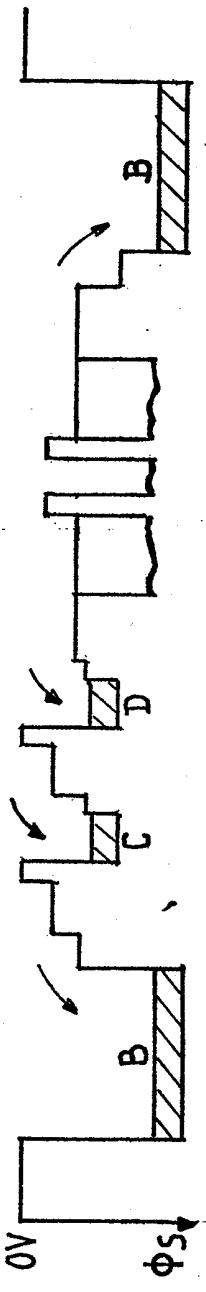
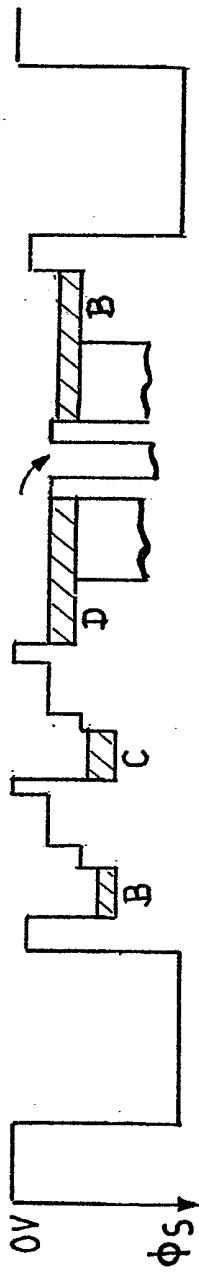
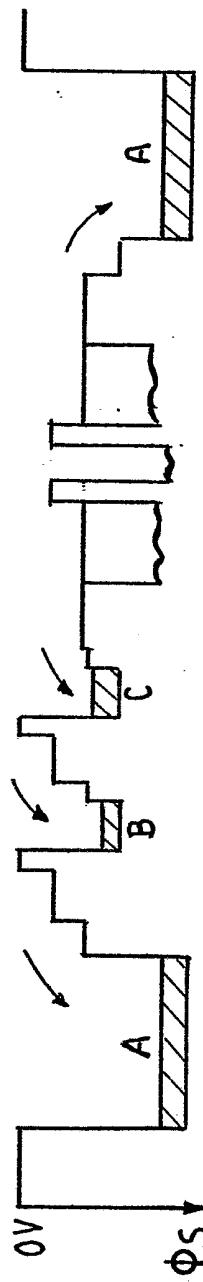
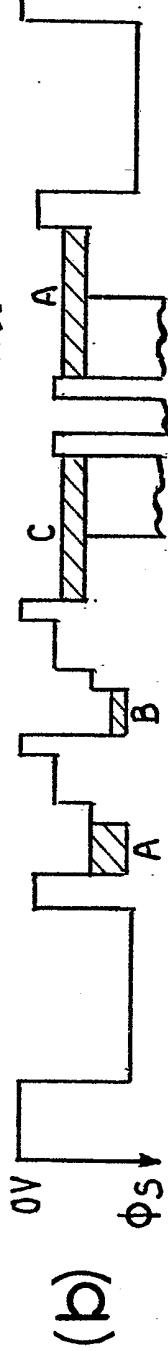
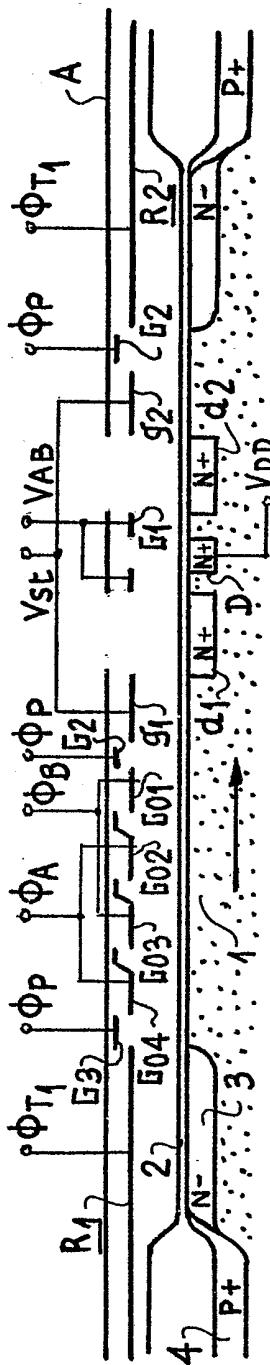
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte un canal enterré.

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il est du type C.C.D. ou du type B.B.D.

1/2



2/2

**FIG_2**