

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

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

2 647 228

(21) N° d'enregistrement national :

89 06620

(51) Int Cl⁶ : G 02 F 1/025; H 01 L 31/101; G 01 J 1/42.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 16 mai 1989.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 47 du 23 novembre 1990.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE DETECTEURS
INFRAROUGES - SOFRADIR S.A.R.L. — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean-Pierre Chatard.

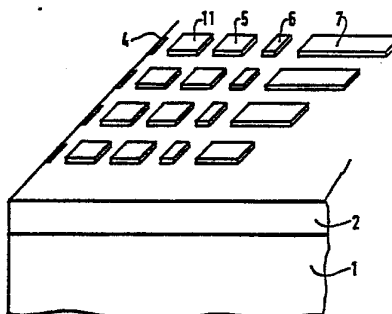
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Laurent.

(54) Procédé pour homogénéiser les signaux électriques générés par un système de détection et transmis à un système d'exploitation.

(57) Procédé pour homogénéiser les réponses sous forme de signaux électriques, générés par un système de détection couplé à un système d'exploitation à multiplexage muni d'une pluralité de ligne, dont l'étage d'entrée est muni d'électrodes de stockage, et qui sont définis au moins par leur fonction de partition, ledit système d'exploitation étant destiné à permettre un traitement décalé dans le temps desdites réponses, *caractérisé* en ce que l'homogénéisation des réponses est effectuée au niveau de l'étage d'entrée de chacune desdites lignes du système d'exploitation, par adaptation de leur fonction de partition et/ou de leur pourcentage d'ébasage, obtenue par modification de la surface des électrodes de stockage de leur étage d'entrée.

Application : détecteurs à infrarouges.



FR 2 647 228 - A1

D

PROCEDE POUR HOMOGENEISER LES SIGNAUX ELECTRIQUES
GENERES PAR UN SYSTEME DE DETECTION ET TRANSMIS A UN
SYSTEME D'EXPLOITATION.

5 La présente invention concerne un procédé destiné à
permettre l'homogénéisation de signaux électriques géné-
rés par un système de détection et transmis à un dispo-
sitif d'exploitation du type multiplexeur, par exemple
un dispositif à transfert de charges (DTC). Elle s'ap-
10 plique plus spécifiquement au traitement de signaux
générés par un ensemble de photodétecteurs, tels que des
photodiodes, dont les photosites ont un angle solide de
vue différent d'un site à l'autre. De manière encore
plus spécifique, cette invention s'applique aux détec-
15 teurs infra-rouge, qui munis de leurs circuits de lectu-
re, sont assemblés dans une enceinte cryogénique.

Par dispositif d'exploitation ou de lecture, ou
circuit de lecture, on entend de manière connue un cir-
20 cuit permettant la lecture et le traitement décalé dans
le temps (multiplexage) des différents signaux transi-
tant par ce circuit.

De manière connue, on augmente les performances
25 électro-optiques des photodétecteurs et notamment des
photodétecteurs à infra-rouge, en en limitant l'angle
solide utile également dénommé angle de vue. Cette limi-
tation est le plus souvent réalisée au moyen de dia-
phragmes d'ouverture adaptée à la structure spatiale de
30 l'ensemble formé par lesdits détecteurs. Il est égale-
ment possible d'utiliser un système optique, dit "à
report de pupille", mais ce type de dispositif s'avère
d'utilisation complexe et de coût relativement élevé.

L'utilisation de tels systèmes de détection munis d'un diaphragme, en particulier pour les ensembles de grandes dimensions, qu'il s'agisse de barrettes linéaires ou de matrices, entraîne une vision de l'ouverture du diaphragme par les photosites selon un angle de vue différent d'un photosite à l'autre, ce dernier diminuant avec l'éloignement du photosite par rapport à l'axe optique du système. L'angle solide de vue de chacun des photosites peut se décomposer en deux angles solides distincts, l'un dit angle de vue utile ou angle de vue "signal" enveloppant le système optique précédant le diaphragme, l'autre dit angle solide de vue "parasite" contenant le rayonnement limité par le diaphragme, ne passant pas par le système optique et réfléchi par les parties chaude et froide de l'enceinte du cryostat, du diaphragme ou des détecteurs, ou émis par les parties chaudes du cryostat.

De la sorte, pour un fond homogène observé, le flux de photons atteignant chaque détecteur est fluctuant et varie avec la position de ce dernier, car ce flux est proportionnel à l'angle solide de vue. Cette inhomogénéité affecte soit l'angle solide de vue signal et l'angle de vue parasite, soit plus particulièrement l'angle solide de vue parasite dans le cas de systèmes optiques spéciaux. De fait, la réponse continue du système en est rendue inhomogène, et en pénalise le fonctionnement.

On a proposé dans la demande de brevet français FR-A-2 613 831, de limiter voire d'annuler cette source d'inhomogénéité en faisant varier la surface des photosites, de telle sorte que le produit de l'angle solide de vue par l'aire de chacun des photodétecteurs soit constant, traduisant ainsi la constance du flux de photons pour l'ensemble des photosites au niveau de la

détection. Toutefois, des photodétecteurs de surface
différente ont des propriétés électriques différentes,
notamment lorsqu'il s'agit de photodiodes. De fait,
l'inhomogénéité est levée au niveau de la détection. En
5 revanche, les caractéristiques électriques et spatiales
ne sont pas constantes d'un photodétecteur à l'autre. De
la sorte, si certes le problème de l'homogénéité est
résolu au niveau de la détection, ce problème est trans-
féré au niveau de l'exploitation. On n'a fait que dépla-
10 cer le problème. Par exemple, dans le cas de photodio-
des, la résistance dynamique inverse, le courant de
court-circuit, le courant de saturation, et la résis-
tance à l'origine de chacune des diodes varient en fonc-
tion de la surface de cette dernière avec pour consé-
15 quence un fonctionnement inhomogène du circuit de lectu-
re. L'exploitation d'une telle structure devient alors
très complexe.

La présente invention vise à pallier ces différents
20 inconvénients. Elle propose un procédé destiné à s'af-
franchir des inhomogénéités inhérentes tant aux varia-
tions de l'angle solide de vue qu'à celles de flux de
photons incidents, et plus généralement des inhomogénéi-
tés de réponse continue d'un système de détection, et ce
25 non pas en intervenant au niveau de la partie détection
du dispositif, mais au niveau du circuit de lecture
proprement dit, situé en aval de la dite partie de dé-
tection.

30 La présente invention concerne un procédé pour
homogénéiser les réponses, sous forme de signaux con-
tinus, générés par un système de détection et transmis à
un système d'exploitation, par exemple du type DTC, com-
portant une pluralité de lignes, dont l'étage d'entrée
35 de chaque ligne est muni d'électrodes de stockage et qui

sont définis au moins par leur fonction de partition, ledit système d'exploitation étant destiné à permettre un traitement décalé dans le temps (multiplexage) des dites réponses.

5

Ce procédé est caractérisé en ce que l'homogénéisation des réponses est effectuée au niveau de l'étage d'entrée de chacune des dites lignes du dispositif d'exploitation par adaptation de leur fonction de partition
10 et/ou de leur pourcentage d'ébasage, obtenue par modification de la surface des électrodes de stockage de leur étage d'entrée.

En d'autres termes, la présente invention consiste
15 à faire varier la surface des électrodes de stockage de l'étage d'entrée de chaque ligne du circuit de lecture, en fonction des inhomogénéités de réponse générées par un système de détection couplé au dit circuit de lecture.

20

Il est connu, particulièrement pour les dispositifs de détection infra-rouge, de n'exploiter qu'une partie des charges générées par le photo-détecteur. Cette élimination de charges étant effectuée au niveau de l'étage
25 d'entrée du circuit de lecture à l'aide d'électrodes métalliques qui portées à des potentiels adéquats, permettent la création de barrières de potentiel séparant les charges stockées en une partie utile exploitée par le circuit de lecture et une partie excédentaire inutile.
30 le.

Comme on peut le voir sur les figures 1 et 2, représentant par exemple le fonctionnement d'un circuit du type dispositif à transfert de charges, on a représenté
35 sous la référence générale (1) un substrat réalisé en

silicium, sur lequel repose une couche portant la référence (2), réalisée en silice SiO_2 et qui constitue un isolant électrique. Le signal électrique issu du photodétecteur, en l'occurrence d'une photodiode, est acheminé par la connexion (3) au niveau de la zone référencée (4) qui constitue la zone d'injection de charges. Les charges ainsi injectées sont stockées sous des électrodes (également dénommées grilles) (5 et 7) dites électrodes de stockage. L'électrode référencée (6) est dite
10 "électrode de partition".

Dans l'état initial dit "phase de stockage", les trois électrodes (5,6,7) sont portées à des potentiels tels que les charges se répartissent uniformément (voir
15 figure 1). On a matérialisé par des pointillés la répartition du potentiel électrique dans le matériau. Ces charges remplissent ainsi un puits de potentiel.

On a représenté sur la figure 2 la phase dite "de
20 partition". Au cours de cette phase, l'électrode (6) dite de partition est portée à un potentiel proche de zéro volt, créant de fait une barrière de potentiel référencée (8), et séparant les charges stockées en deux quantités, respectivement l'une utile (9) et l'autre
25 inutile (10). Seule la quantité de charges utiles (9) est exploitée ultérieurement par le circuit de lecture. Elle est stockée provisoirement sous l'électrode de stockage (7).

30 Les proportions relatives de ces deux quantités de charges ainsi séparées s'expriment par la quantité dénommée coefficient de partition défini comme étant le rapport des surfaces $S_7/(S_5 + S_7)$, S_5 et S_7 représentant les aires respectives des électrodes de stockage (5) et
35 (7).

Ainsi, l'objet de la présente invention consiste à adapter le coefficient de partition de l'étage d'entrée d'un dispositif d'exploitation faisant office de circuit de lecture en vue du traitement ultérieur de signaux 5 émis par un système de détection, afin de corriger les inhomogénéités de flux des photons incidents, notamment en fonction de la position du photodétecteur sur la barrette ou la matrice de photodiodes.

10 Dans une forme avantageuse de la présente invention, l'homogénéisation des réponses est complétée de manière concomitante par adaptation du pourcentage d'ébasage de l'étage d'entrée du dispositif de lecture, par exemple un DTC, cette adaptation étant également 15 obtenue par modification de la surface des électrodes de stockage de l'étage d'entrée dudit dispositif de lecture.

La figure 3 est une représentation schématique de 20 l'étage d'entrée du circuit de lecture constitué par exemple par un dispositif à transfert de charges, sur laquelle apparaît la fonction d'ébasage. Comme dans le cas précédent, le substrat de silicium (1) est recouvert d'une couche (2) en silice SiO_2 , différentes électrodes 25 étant positionnées sur cette couche (2), notamment une électrode supplémentaire (11) ou grille portée à un potentiel fixe, tel qu'elle génère un puits de potentiel (12) plus profond que les puits de potentiel générés par les électrodes (5) et (7). De la sorte, la quantité de 30 charges supplémentaire, dite ébasée, ne fait pas l'objet de partition ou de transfert lorsque l'électrode (6) est soumise à un potentiel proche de zéro volt. De fait, la surface de stockage évoquée lors de la partition est dans ce cas constituée de la somme $S_{11} + S_5 + S_7$, cor- 35 respondant à la somme des aires respectives des élec-

trodes (11), (5) et (7). Ainsi, l'invention consiste à faire varier la surface des électrodes de stockage dont celle de l'électrode d'ébasage, afin de modifier de façon souhaitée et adaptée le rapport $S_7/(S_5 + S_7 + S_{11})$ 5 d'une part, et le pourcentage d'ébasage défini par S_{11} d'autre part.

En effet, plus grande est l'aire de l'électrode d'ébasage (11) et plus importante est la fonction d'éba- 10 sage par rapport au puits potentiel défini par les électrodes (5) et (7). De la sorte on peut éliminer un bruit de fond important généré par le fond de photons.

La figure 4 est une représentation schématique de 15 la surface de l'étage d'entrée d'un DTC. Les électrodes de surface variable sont obtenues de façon connue lors de l'étape de fabrication du circuit de lecture, le masque de photo-litographie servant à l'étape de création des électrodes présentant des surfaces appropriées 20 correspondant aux électrodes (5, 7 et 11).

On peut adapter de façon simple la détermination de la variation des surfaces à la loi de variation de l'angle solide de vue, cette dernière variant d'un type de 25 dispositif à l'autre.

De la sorte, pour un dispositif constitué de photo-détecteurs de surface constante S , chacun d'entre eux reçoit un flux de photons sous des angles solides de vue 30 variable et connu $\theta_1, \dots, \theta_i, \dots, \theta_n$, le flux de photons reçu par chacun des détecteurs est proportionnel à $\theta_1.S, \dots, \theta_i.S, \dots, \theta_n.S$.

Chacun des photo-détecteurs injecte alors dans 35 l'étage d'entrée de la ligne du circuit d'exploitation

qui lui est affectée une quantité de charges Q telle que :

$$Q_1 = A.\theta_1.S, Q_2 = A.\theta_2.S, Q_n = A.\theta_n.S$$

expressions dans lesquelles A représente une constante.

5

Ces quantités de charges sont séparées par partition, les quantités de charges utiles transférables étant définies par la relation :

$$10 \quad q_1 = Q_1 \frac{s_7^1}{s_5^1 + s_7^1} = A.S.\theta_1 \frac{s_7^1}{s_5^1 + s_7^1}$$

ces quantités étant toutes rendues identiques, les surfaces s_5^1 et s_7^1 des électrodes de stockage (5) et (7) étant telles que le produit

$$15 \quad \theta_1 \cdot \frac{s_5^1}{s_5^1 + s_7^1} \text{ soit constant.}$$

Il est à noter que la mise en oeuvre de l'invention tant pour l'exploitation de la fonction ébasage seule ,
 20 ou en conjonction avec la fonction de partition de l'étage d'entrée du circuit de lecture répond à la même démarche. Dans la pratique, en raison des spécificités de chaque dispositif et de la complexité des phénomènes observés et détectés (barette linéaire ou matrice, tail-
 25 le du circuit de détection, longueur d'onde de fonctionnement, fréquence de lecture, ...), une partie seulement de la loi de variations des surfaces des électrodes peut être évaluée a priori, l'optimum de cette loi de variation n'étant déterminé que par l'expérience issue, par
 30 exemple, d'une première réalisation approchée.

De manière avantageuse, on fixe la surface de l'une des électrodes pour tout le circuit, par exemple celle de l'électrode (5), et on ne fait varier que celle de
 35 l'électrode (7) :

Le procédé et le dispositif ainsi réalisés permettent l'obtention de caractéristiques électro-optiques de détecteur non fluctuantes et homogènes, directement exploitables par un système de traitement associé au
5 circuit de lecture. Ils sont donc particulièrement adaptés aux traitements de signaux générés par tout système détecteur couplé à un circuit de lecture du type multiplexeur.

REVENDEICATIONS

1/ Procédé pour homogénéiser les réponses sous forme de signaux électriques générés par un système de
5 détection et transféré à un système d'exploitation à multiplexage, comportant une pluralité de lignes, dont l'étage d'entrée de chaque ligne est muni d'électrodes de stockage, et qui sont définies au moins par leur fonction de partition, ledit système d'exploitation
10 étant destiné à permettre un traitement décalé dans le temps desdites réponses, caractérisé en ce que l'homogénéisation des réponses est effectué au niveau de l'étage d'entrée de chacune desdites lignes du système d'exploitation, par adaptation de leur fonction de partition
15 et/ou de leur pourcentage d'ébasage, obtenue par modification de la surface des électrodes de stockage de leur étage d'entrée.

2/ Procédé pour homogénéiser les réponses d'un
20 ensemble de photo-détecteurs dont les photosites ont un angle solide variable d'un site à l'autre, couplés à un circuit de lecture et de traitement comportant une pluralité de lignes dont chaque étage d'entrée est muni d'électrodes de stockage, et définies au moins par leur
25 fonction de partition, caractérisé en ce que l'homogénéisation est effectuée au niveau de l'étage d'entrée desdites lignes du circuit de lecture et de traitement par adaptation de leur fonction de partition et de leur pourcentage d'ébasage obtenu par modification de la
30 surface des électrodes de stockage de leur étage d'entrée.

3/ Système d'exploitation pour homogénéiser les réponses sous forme de signaux générés par un système de
35 détection couplé à un circuit de lecture et de traitement constitutif dudit système d'exploitation, comportant un dispositif de lecture, muni d'une pluralité de lignes, caractérisé en ce que la surface des électrodes

(5,7,11) de l'étage d'entrée de chacune desdites lignes du dispositif de lecture varie d'une ligne à l'autre afin d'adapter la fonction de partition et/ou le pourcentage d'ébasage desdites lignes du dispositif de lecture, pour homogénéiser l'ensemble des signaux issus des lignes du circuit de lecture et de traitement en vue d'une exploitation ultérieure.

4/ Système d'exploitation selon la revendication 3, 10 caractérisé en ce que le dispositif de lecture est un dispositif à transfert de charges.

1/2

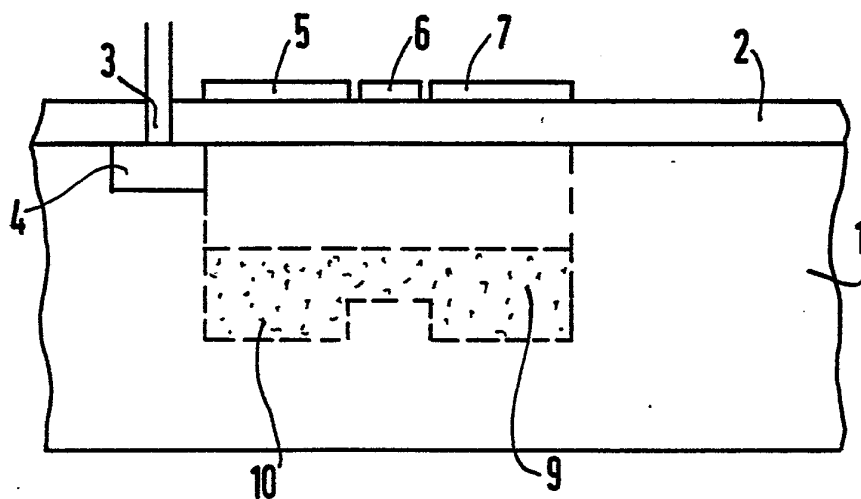


FIG. 1

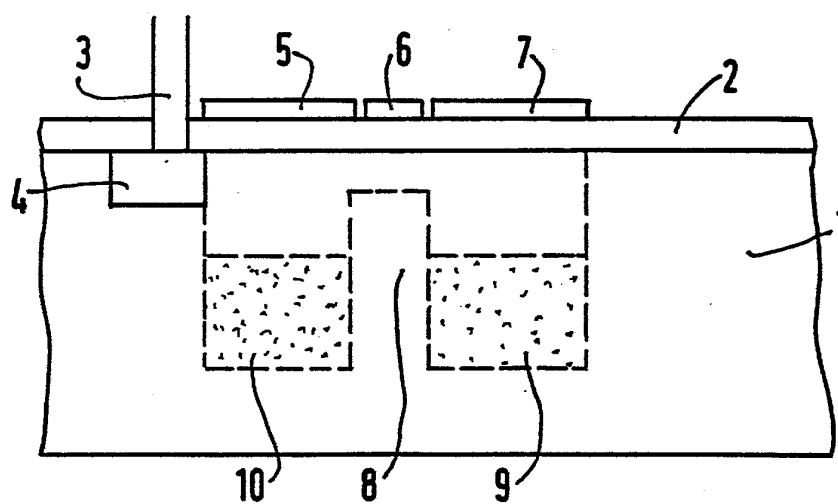


FIG. 2

2/2

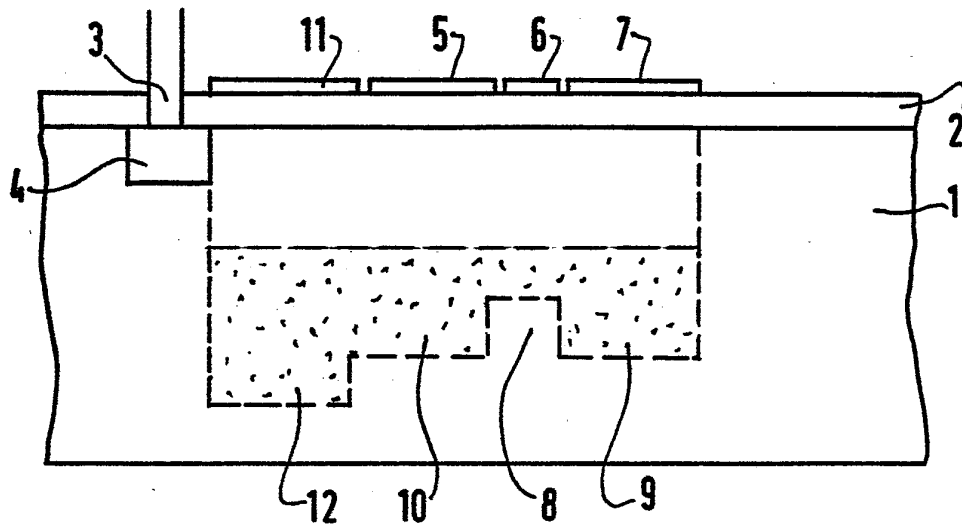


FIG. 3

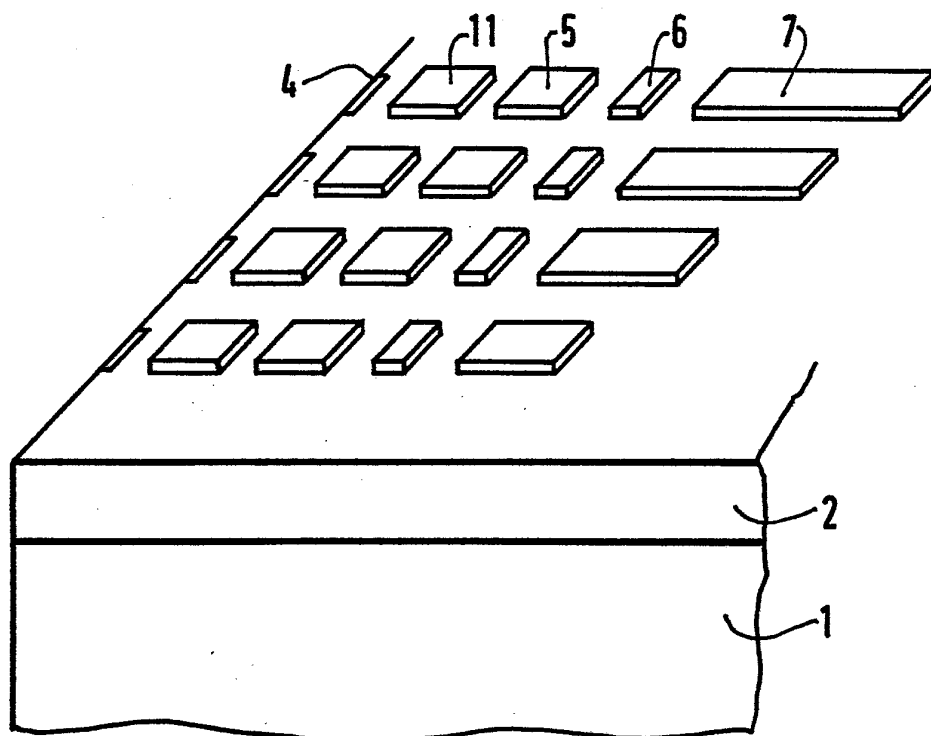


FIG. 4