(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 548 498**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **83 10679**

(51) Int Cl⁴ : H 04 N 3/14 // H 01 L 31/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 28 juin 1983.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 1 du 4 janvier 1985.

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

(71) Demandeur(s) : *Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme.* — FR.

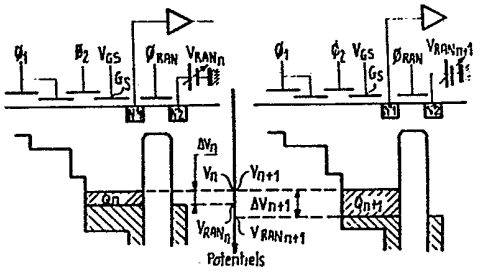
(72) Inventeur(s) : Marc Arques et Jacques Portmann.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Philippe Guilguet.

(54) Procédé de correction du niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge et dispositif pour sa mise en œuvre.

(57) La présente invention concerne un procédé de correction du niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge à N étages connecté à un étage de sortie réalisant une lecture des charges à l'aide d'un niveau de précharge. Conformément au procédé, dans un premier temps le niveau de précharge étant fixé, on lit successivement les quantités de charges Q_n, Q_{n+1} correspondant à un signal de référence qui sont emmagasinées dans les N étages et on emmagasine en mémoire des valeurs ΔV_n, ΔV_{n+1} fonction des différentes quantités de charges lues, puis dans un deuxième temps, avant chaque lecture d'une quantité de charges, on module le niveau de précharge $V_{RAN\,n}$, V_{RANn+1} de l'étage de sortie en fonction de la valeur de même rang ΔV_n, ΔV_{n+1} emmagasinée dans la mémoire de manière à obtenir pour un signal de référence un niveau constant V_n, V_{n+1}.



FR 2 548 498 - A1

PROCEDE DE CORRECTION DU NIVEAU EN SORTIE D'UN DISPOSITIF A TRANSFERT DE CHARGE ET DISPOSITIF POUR SA MISE EN OEUVRE

La présente invention concerne un procédé de correction du niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge, ainsi qu'un dispositif pour sa mise en oeuvre.

Ce procédé de correction qui consiste à égaliser le niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge pour des signaux en entrée uniformes peut être utilisé sur n'importe quel dispositif à transfert de charge. Toutefois il est plus particulièrement intéressant lorsque le dispositif à transfert de charge est utilisé pour multiplexer des photodiodes, en particulier, dans le domaine de l'infrarouge. En effet, dans ce cas les photodiodes sont réalisées sur des matériaux tels que le téllurure de cadmium et de mercure, le tellurure d'étain et de plomb ou l'antimoniure d'indium. Or avec ce type de matériaux, il est difficile d'obtenir des photodiodes présentant toutes les mêmes caractéristiques. Il en résulte que les photodiodes ont des réponses à l'éclairement souvent très inhomogènes. Ces inhomogénéités étant très supérieures à l'écart minimum de réponse que l'on souhaite pouvoir détecter sur les photodiodes, il est donc indispensable de les compenser. Parmi ces inhomogénéités l'une d'entre elles concerne le niveau en sortie qui peut être observé lorsque les photodiodes sont éclairées par une scène à température uniforme.

Différents procédés ont été utilisés pour corriger ce type d'inhomogénéités. Conformément à un procédé de l'art antérieur, dans un premier temps on éclaire les photodiodes avec une scène à température uniforme ou fond de référence. L'information lue en sortie du dispositif à transfert de charge utilisé pour le multiplexage des photodiodes, est envoyée après conversion en numérique dans une mémoire dans laquelle on emmagasine pour chaque étage du dispositif à transfert de charge des informations correspondant aux

inhomogénéités. Dans un deuxième temps, les photodiodes sont éclairées par la scène à observer. L'information lue en sortie du dispositif à transfert de charge est envoyée sur un soustracteur grâce auquel on corrige le signal de sortie correspondant à chaque photodiode en lui retranchant la valeur de l'inhomogénéité correspondante emmagasinée dans la mémoire après qu'elle ait été reconvertie sous forme analogique par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique-analogique.

La présente invention concerne un nouveau procédé de correction du niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge qui peut être utilisé dans le cas où la lecture des charges est réalisée à l'aide d'un niveau de précharge.

Ce nouveau procédé permet en particulier de supprimer le soustracteur nécessaire pour la mise en oeuvre du procédé de l'art antérieur, ce qui simplifie l'électronique en sortie du dispositif à transfert de charge.

Ainsi le procédé conforme à la présente invention utilisé pour la correction du niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge à N étages connecté à un étage de sortie réalisant une lecture des charges à l'aide d'un niveau de précharge est caractérisé en ce que :

- dans un premier temps, le niveau de précharge étant fixé, on lit successivement les quantités de charges correspondant à un signal de référence qui sont emmagasinées dans les N étages et on emmagasine en mémoire des valeurs fonction des différentes quantités de charges lues,

- puis, dans un deuxième temps, avant chaque lecture d'une quantité de charges, on module le niveau de précharge de l'étage de sortie en fonction de la valeur de même rang emmagasinée dans la mémoire de manière à obtenir pour un signal de référence un niveau constant.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description de différents modes de réalisation faite ci-après avec référence aux dessins ci-annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'un dispositif de correction utilisé dans le procédé de l'art antérieur ;

- les figures 2(a) et (b) sont des représentations schématiques d'un étage de sortie d'un dispositif à transfert de charge et des potentiels de surface dans le substrat sur lequel est intégré l'étage de lecture dans le cas de la lecture de charges Q_n et Q_{n+1} lorsque le niveau de précharge est fixe ;

- les figures 3(a) et (b) sont des vues semblables à celles des figures 2(a) et (b) lorsque le niveau de précharge est commandé conformément à la présente invention ;

- la figure 4 est une vue schématique du dispositif de correction utilisé avec le procédé de la présente invention.

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

Sur la figure 1 on a représenté schématiquement un dispositif photosensible utilisé dans le domaine de l'infrarouge ainsi qu'un dispositif de correction du niveau continu en sortie utilisé pour la mise en oeuvre du procédé de l'art antérieur. De manière connue le dispositif photosensible est constitué principalement par des photodétecteurs qui, dans le mode de réalisation représenté, sont constitués par des photodiodes 1 réalisées sur un substrat 2 qui peut être constitué par du tellurure de cadmium et de mercure, du tellurure d'étain et de plomb ou de l'antimoniure d'indium. Les photodiodes sont connectées par l'intermédiaire d'une zone de transition non représentée, à un dispositif de lecture constitué par un registre à décalage 3 à transfert de charge à N entrées parallèles et une sortie série et par un étage de sortie 4. La zone de transition et le dispositif de lecture sont réalisés, dans ce cas particulier, sur un substrat indépendant de préférence en silicium de type P ou en un matériau équivalent. Le dispositif de correction proprement dit prévu en sortie de l'étage de lecture 4 comporte notamment un commutateur 5 à deux positions. Une des bornes 6 du commutateur est connectée à un convertisseur analogique-numérique 7 lui-même

connecté à une mémoire 8. La sortie de la mémoire 8 est connectée par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique-analogique 9 et d'un amplificateur 10 à la borne - d'un soustracteur 11 dont la borne + est connectée à la seconde borne 7 du commutateur 5.

Conformément au procédé de l'art antérieur, dans un premier temps les photodiodes sont éclairées par une température de référence uniforme. Les charges détectées sont envoyées vers le registre à décalage 3 et lues par l'étage de sortie 4. Dans ce cas, le commutateur est positionné sur la borne 6 et l'information en sortie est envoyée sur le convertisseur analogique-numérique 7 où elle est transformée en une information numérique qui est alors emmagasinée dans la mémoire 8. Cette information est représentative des inhomogénéités dues aux photodiodes 1. Dans un deuxième temps les photodiodes 1 ne sont plus éclairées par une température uniforme ou fond de référence mais par la scène à observer . Dans ce cas la borne d'entrée du commutateur 5 est connectée à la borne de sortie 7. De ce fait, le signal de sortie est envoyé sur le soustracteur 11. Dans ce soustracteur on corrige le signal de sortie en lui retranchant les valeurs correspondant aux inhomogénéités de même rang qui ont été emmagasinées dans la mémoire 8 après les avoir ramenées sous forme analogique par l'intermédiaire du convertisseur numérique-analogique 9. L'amplificateur 10 permet le réglage du gain de l'ensemble convertisseur analogique-numérique, mémoire , convertisseur numérique-analogique à 1.

On décrira maintenant avec référence plus particulièrement aux figures 2(a), 2(b), 3(a), 3(b) le procédé de correction du niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge conforme à la présente invention.

Dans la partie supérieure de ces différentes figures, on a représenté schématiquement en coupe les éléments essentiels de l'étage de sortie du registre à décalage. Sur ces figures, la référence G_{O1} désigne l'éléctrode de stockage du dernier étage du registre à décalage 3. Cette électrode de stockage est connectée en amont à une électrode de transfert G'_{O1} disposée, dans le mode de réali-

sation représenté, sur une surépaisseur d'oxyde. L'électrode de transfert G'_{O1} et l'électrode de stockage G_{O1} sont toutes deux reliées au même potentiel ϕ_1 . Entre l'électrode de stockage G_{O1} et l'entrée de l'étage de sortie proprement dit est prévue une électrode de transfert G_T reliée au potentiel ϕ_2. Les potentiels ϕ_1 et ϕ_2 sont constitués, par exemple, par des tensions en créneaux en opposition de phase. On a choisi à titre d'exemple un registre à décalage à deux phases de commande avec des surépaisseurs d'oxyde pour rendre le transfert unilatéral. Il est évident pour l'homme de l'art que l'invention peut s'appliquer à d'autres types de registres à décalage.

Dans le mode de réalisation représenté, on effectue une lecture destructive sur diode flottante. De ce fait, l'étage de sortie comporte principalement une diode D réalisée par une diffusion de type N référencée N^+1 lorsque le substrat est réalisé en silicium de type P. Cette diffusion est connectée à un étage de lecture qui peut être constitué par un transistor MOS monté en suiveur symbolisé par l'amplificateur A. Pour accroitre la capacité de stockage de la diode, une électrode de stockage G_S portée à un potentiel V_{GS} continu peut être placée entre la grille de transfert G_T et la diode D.

D'autre part l'étage de sortie comporte aussi un transistor MOS de remise à niveau constitué par la grille G_2 polarisée par le potentiel ϕ_{RAN}. Le drain du transistor MOS est réalisé par une diffusion de type N référencée N^+2 connectée à une tension de polarisation V_{RAN} et la source est constituée par la diode D.

On expliquera maintenant l'évolution des potentiels de surface sous la diode D, à savoir l'origine des différences de potentiel en sortie lorsque la tension de polarisation V_{RAN} est fixe. Ce cas correspond à la première étape du procédé de la présente invention ainsi qu'au procédé de l'art antérieur et permet de lire en sortie des quantités de charges correspondant aux inhomogénéités des différentes photodiodes . Comme représenté sur les figures 2(a) et 2(b),lorsque les photodiodes sont éclairées par le fond de référence, on lit tout d'abord une quantité de charge Q_n correspondant à un écart de tension ΔV_n puis on lit une quantité de charges Q_{n+1}

correspondant à un écart de tension ΔV_{n+1} qui est plus important dans le mode de réalisation représenté du fait des inhomogénéités. Les écarts ΔV_n et ΔV_{n+1} sont différents. Il en résulte que les tensions V_n et V_{n+1} lues par l'amplificateur suiveur A représentatives de l'information en sortie à savoir des inhomogénéités sont différentes et on emmagasine donc dans la mémoire 8 des informations différentes pour chaque étage, à savoir chaque photodiode.

Si l'on maintient la tension de polarisation V_{RAN} constante comme dans le procédé de l'art antérieur, lors de la lecture d'une scène, les variations de potentiel dues aux modifications de la température de la scène viendront s'ajouter aux variations de potentiel dues aux inhomogénéités et l'on devra donc effectuer en sortie par soustraction des valeurs stockées dans la mémoire, la correction du niveau de sortie pour retrouver les valeurs correspondant à la scène.

Conformément à la présente invention, au lieu d'effectuer la correction des inhomogénéités en sortie de l'étage de lecture, on la réalise au niveau de l'étage de sortie en faisant varier son niveau de précharge, à savoir en faisant varier la tension de polarisation V_{RAN} de telle sorte que les potentiels V_n, V_{n+1} dus aux inhomogénéités soient constants lors de la lecture de la scène. Ainsi comme représenté sur les figures 3(a) et 3(b), avant de lire la quantité de charges Q_n on modifie la tension V_{RAN} en une tension $V_{RAN\ n}$ obtenue en ajoutant à une tension fixe V la valeur ΔV_n emmagasinée lors de la lecture réalisée lorsque les photodiodes étaient éclairées par une température uniforme. De ce fait, lors de la lecture des charges Q_n on observe une différence de potentiel ΔV_n qui, une fois soustraite de $V_{RAN\ n}$ donne la tension V_n. Une fois la lecture des charges Q_n réalisée, on effectue la remise à niveau et la précharge de l'étage de sortie en modifiant la tension $V_{RAN\ n}$ à la valeur $V_{RAN\ n+1}$ obtenue de manière semblable en ajoutant à la tension fixe V la valeur ΔV_{n+1} emmagasinée dans la mémoire de stockage 8 lors de la lecture préalable. De ce fait en modifiant la tension de précharge V_{RANn}, $V_{RAN\ n+1}$ on peut

obtenir, malgré les écarts de tension correspondant aux inhomogénéités, un même niveau final $V_n = V_{n+1}$ comme représenté sur les figures 3(a) et 3(b).

Ainsi en modifiant la tension de remise à niveau à l'aide des valeurs représentatives des inhomogénéités stockées dans la mémoire, il est possible de supprimer le soustracteur utilisé dans le procédé de correction du niveau de sortie d'un registre à décalage à transfert de charge de l'art antérieur.

Comme représenté sur la figure 4, le dispositif utilisé en sortie de l'étage de sortie 4 avec le procédé conforme à la présente invention comporte un commutateur 5 dont la borne 6 est connectée à un convertisseur analogique-numérique 7 lui même connecté à une mémoire 8. La mémoire est connectée à un convertisseur numérique-analogique 9 qui est relié par l'intermédiaire de l'amplificateur 10 à la tension de remise à niveau de l'étage de sortie 4. L'autre borne 7 du commutateur 5 donne directement le signal d'analyse d'images sans soustracteur. De ce fait on diminue l'encombrement du dispositif et on réduit la consommation de l'ensemble du système.

De plus, on notera que le bruit sur le signal corrigé sera le même que celui sur le signal non corrigé si le bruit sur V_{RAN} est négligeable devant les autres bruits. En effet, conformément à la présente invention, on module le niveau de précharge de la capacité de l'étage de sortie, or le bruit de précharge d'une capacité ne dépend pas de la tension de précharge.

REVENDICATIONS

1. Un procédé de correction du niveau en sortie d'un dispositif à transfert de charge à N étages connecté à un étage de sortie réalisant une lecture des charges à l'aide d'un niveau de précharge caractérisé en ce que ;

- dans un premier temps, le niveau de précharge étant fixé, on lit successivement les quantités de charges correspondant à un signal de référence qui sont emmagasinées dans les N étages et on emmagasine en mémoire des valeurs fonction des différentes quantités de charges lues ;

- puis, dans un deuxième temps, avant chaque lecture d'une quantité de charges, on module le niveau de précharge de l'étage de sortie en fonction de la valeur de même rang emmagasinée dans la mémoire de manière à obtenir pour un signal de référence un niveau constant.

2. Un procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la modulation du niveau de précharge est obtenue en modulant la tension de remise à niveau.

3. Un procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que la modulation de la tension de remise à niveau est réalisée en ajoutant à une tension fixe une tension (ΔV_n, ΔV_{n+1}) fonction des valeurs emmagasinées en mémoire.

4. Un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce qu'il comporte, connectés en sortie de l'étage de sortie du dispositif à transfert de charge, un commutateur (5) à deux positions et des moyens de stockage (8) dont l'entrée est reliée à une des bornes (6) du commutateur et dont la sortie est reliée à la tension de remise à niveau (V_{RAN}) de l'étage de sortie (4).

FIG_1

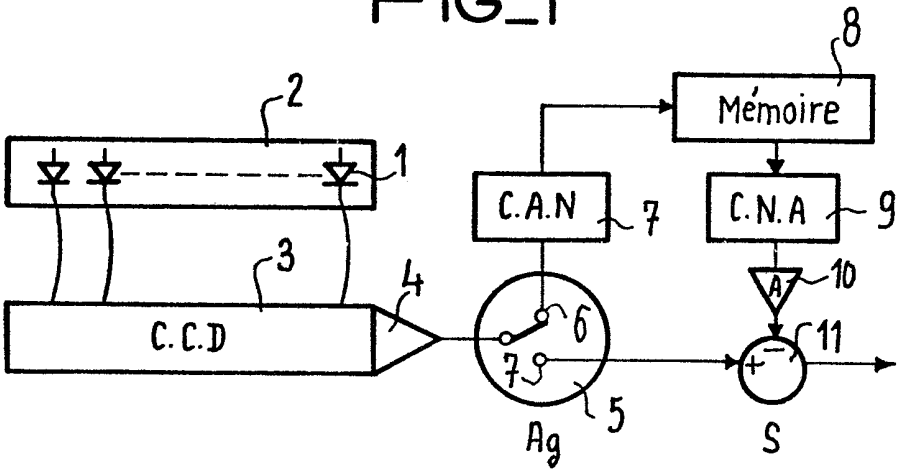

8
Mémoire
2
1
C.A.N
7
C.N.A
9
3
4
A
10
C.C.D
6
11
7
5
Ag
S

FIG_4

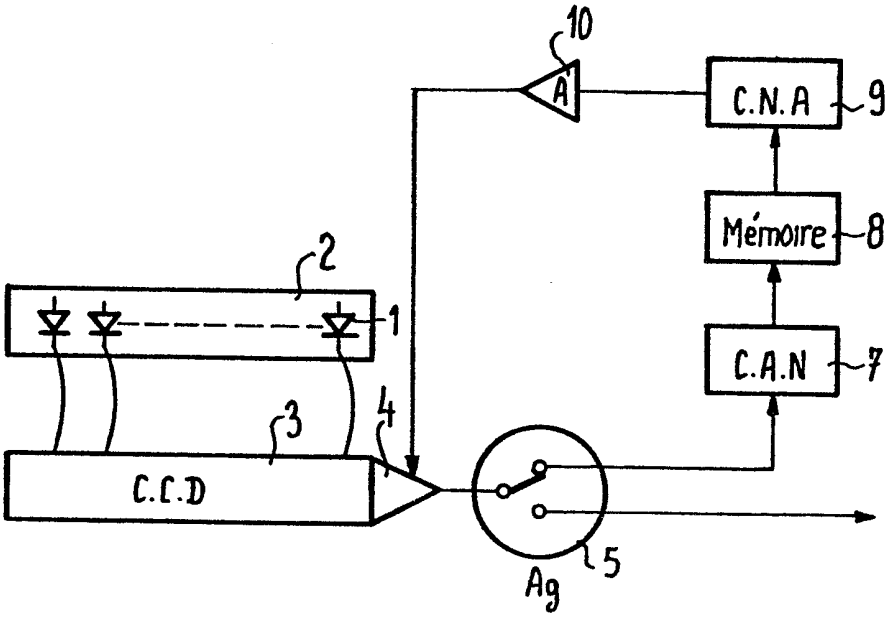

10
A
C.N.A
9
Mémoire
8
2
1
C.A.N
7
3
4
C.C.D
5
Ag

FIG_2-a

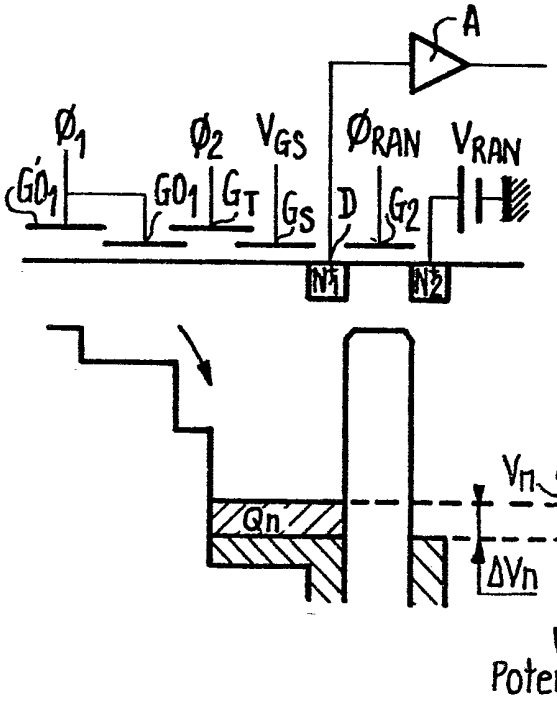


FIG_2-b

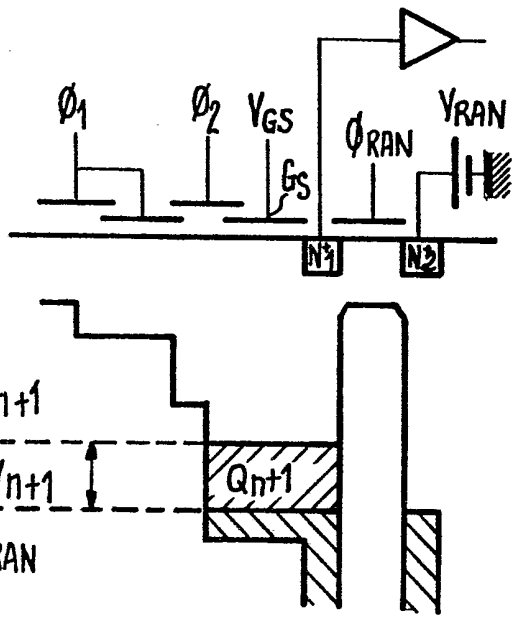


FIG_3-a

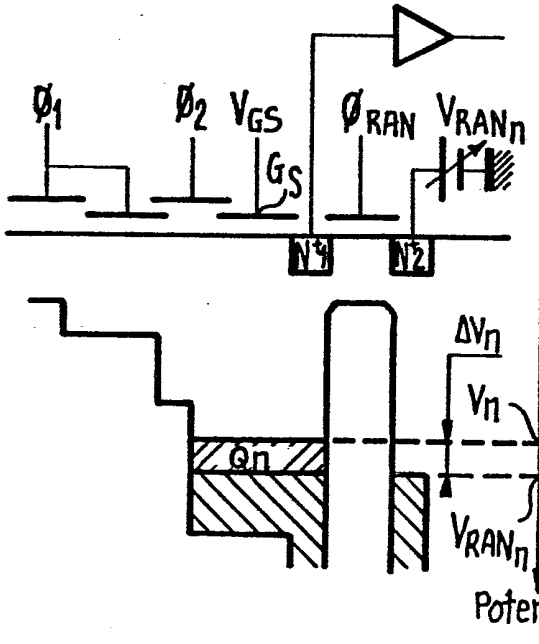


FIG_3-b

