



(51) Classification internationale des brevets :
G01J 5/22 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/050476

(22) Date de dépôt international :
17 mars 2010 (17.03.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0951703 17 mars 2009 (17.03.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/
FR]; 25 rue Leblanc Bâtiment " Le Ponant D", F-75015
Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : DUPONT,
Bertrand [FR/FR]; Le Marinier Montée Bellevue,
F-84400 Gargas (FR).

(74) Mandataire : LEBKIRI, Alexandre; 10 rue de la
Pépinière, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : METHOD FOR ADJUSTING A RADIATION DETECTION CIRCUIT

(54) Titre : PROCEDE DE REGLAGE D'UN CIRCUIT DE DETECTION DE RAYONNEMENTS

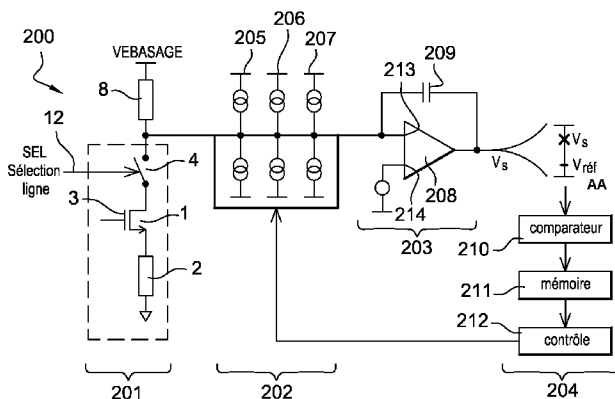


Fig. 2

8... Thresholding voltage
12... Line selection SEL
210... Comparator
211... Memory
212... Control
AA... Vref

(57) Abstract : According to the invention, a method is
proposed for adjusting a circuit (200) for detecting
electromagnetic radiation, consisting of a pixel matrix (1),
wherein each of said pixels comprises a polarized
bolometric heat detector (2) supplying an electrical
measurement current representative of the detected
radiation, said method comprising, for one pixel (1), the
separate steps of: determining (302) binary dispersion
information from reference information (Vref) and
measurement information (Vs) correlating with the
measurement current; and activating a programmable
current generator (202), comprising a plurality of basic
current generators (205; 206; 207), for producing, by
means of generating an adaptation current, a measurement
current adaptation by consecutive approximation.

(57) Abrégé : Dans l'invention, on propose un procédé de
réglage d'un circuit de détection (200) de rayonnements
électromagnétiques, constitué d'une matrice de pixels (1),
chacun desdits pixels comportant un détecteur thermique
(2) de type bolométrique polarisé délivrant un courant
électrique de mesure, représentatif du rayonnement détecté,
ledit procédé comportant, pour un pixel (1), les différentes
étapes consistant à déterminer (302) une information
binaire de dispersion entre une information de référence
(Vref) et une information de mesure (Vs) corrélée au

courant de mesure et à activer un générateur de courant programmable (202), comportant une pluralité de générateurs de courant
élémentaires (205; 206; 207), pour réaliser, en générant un courant d'adaptation, une adaptation du courant de mesure par
approximation successive.

**PROCEDE DE REGLAGE D'UN CIRCUIT DE DETECTION DE
RAYONNEMENTS**

La présente invention a pour objet un procédé de réglage, ou
5 calibration d'un circuit de détection de rayonnements. L'invention a
essentiellement pour but de réduire l'encombrement lié à la présence d'un
circuit de conversion courant/tension intervenant dans différents circuits de
détection de rayonnement.

Bien que l'invention qui suit soit plus particulièrement décrite en
10 relation avec la détection de rayonnements infrarouges, la présente
invention est également applicable, d'une manière générale, au domaine de
la détection de rayonnements, par exemple les rayonnements visibles ou
ultraviolets ou TéraHertz (THz).

Le domaine de l'invention est, d'une façon générale, celui de la
15 détection de rayonnements, notamment de rayonnements infrarouges. Pour
la récupération de tels rayonnements, on utilise essentiellement des
dispositifs dits circuits de détection, également désignés comme "imageurs".
Un imageur est typiquement constitué d'une matrice rectangulaire de X*Y
pixels, X étant le nombre de colonnes et Y le nombre de lignes. Dans le
20 cadre de l'imagerie infrarouge, les détecteurs mis en œuvre sont
généralement réalisés sous forme de matrices de détecteurs élémentaires,
rapportés sur un substrat, le plus souvent constitué de silicium. En imagerie
infrarouge non refroidie, ce sont des éléments de type bolomètres qui sont
utilisés pour capter un flux infrarouge en provenance d'une scène observée ;
25 afin de réaliser une imagerie infrarouge de ladite scène on utilise ainsi un
bolomètre par pixel d'une image finale à produire.

Le procédé selon l'invention met ainsi en œuvre des détecteurs
thermiques de type microbolométrique, également appelés détecteurs
bolométriques, ou encore bolomètres. En effet, ce type de détecteurs
30 présente l'avantage de fonctionner à température ambiante, c'est à dire sans

2

la nécessité de refroidissement, contrairement aux dispositifs de type détecteur quantique. Ce type de détecteurs non refroidi met en œuvre la variation d'une propriété de l'un des matériaux qui les constitue en fonction de la température. Dans le cadre de la mise en œuvre de détecteurs
5 bolométriques, cette propriété est la résistivité du matériau.

D'une manière générale, un bolomètre est un capteur résistif dont la résistance varie avec la température, et donc avec le flux infrarouge provenant de la scène. La lecture de la valeur de la résistance d'un bolomètre de mesure, désigné comme bolomètre sensible, renseigne donc
10 directement sur le flux infrarouge reçu. Pour lire la valeur de la résistance du bolomètre qui correspond à un flux infrarouge, on applique une tension préalablement déterminée aux bornes de ladite résistance et on mesure le courant circulant dans la résistance considérée. Cependant, la variation de courant liée à une variation de température de 50K d'une scène considérée
15 est de l'ordre du pourcent. La partie utile du signal est donc très faible par rapport au signal effectivement disponible en sortie du bolomètre. Il est donc nécessaire d'éliminer la majeure partie du courant mesuré afin de traiter efficacement l'information de variation de courant. Pour procéder à une telle opération d'élimination, dite opération d'ébasage, des bolomètres
20 particuliers, dits bolomètres de référence sont utilisés ; ces derniers ne subissent pas les effets du flux infrarouge provenant de la scène. Les bolomètres de référence peuvent être en pied de colonne ou en tête de ligne de l'imageur. Quelle que soit l'architecture choisie, la présence des bolomètres de référence permet de disposer alors d'un courant à évaluer de
25 valeur aussi petite que possible, ladite valeur étant une expression directe des variations de la résistance du bolomètre sensible sous le seul effet du flux infrarouge de la scène.

Ainsi, de manière classique, un détecteur thermique de type microbolométrique non refroidi, associé pour chaque photosite, ou pixel,
30 d'un imageur, comporte:

3

- des moyens d'absorption du rayonnement (le bolomètre sensible), pour la conversion dudit rayonnement en chaleur;
- des moyens d'isolation thermique du détecteur considéré, permettant à celui-ci de s'échauffer en fonction de la seule quantité de rayonnement absorbé;
- des moyens de thermométrie qui utilisent un élément résistif variable en fonction de la température pour générer des signaux électriques; et
- des moyens de lecture, de type circuit de lecture, de signaux électriques issus des moyens de thermométrie, pour produire une information, à partir des signaux électriques reçus, et donc à partir du rayonnement infrarouge capté, information corrélée au rayonnement infrarouge effectivement reçu.

Cependant, la mise en œuvre de tels dispositifs de détection bolométrique n'est pas sans générer des problèmes d'ordre technique.

Un problème majeur réside dans le fait que, pour pouvoir mesurer la résistance électrique des bolomètres, il convient de les polariser avec un courant de polarisation. Or, sur une matrice de microbolomètres, on observe une dispersion sur la valeur de la résistance nominale des différents détecteurs, même quand ces détecteurs sont polarisés au moyen d'une même tension constante. Cette dispersion a pour conséquence que le courant de la polarisation des microbolomètres n'est pas uniforme. On parle ainsi de dispersion technologique, les signaux de dispersion, dus à la dispersion des valeurs nominales des résistances, étant très importants en comparaison avec les variations du signal initial, c'est-à-dire du signal n'ayant subi aucune opération d'ébasage préalable, observées pour, par exemple, une variation de 50K d'une scène..

Aussi, un premier élément de réponse à ce problème a consisté à procéder à un ébasage global, par colonne de pixels, réalisé au moyen d'un

4

microbolomètre thermalisé de référence afin de se concentrer sur un signal utile, associé aux signaux de dispersion.

La figure 1 représente un schéma de principe d'un détecteur bolométrique 100 réalisant un tel ébasage global. Sur cette figure, on a ainsi représenté un pixel 1 schématisé mettant en œuvre un détecteur bolométrique sensible 2, polarisé au moyen d'un transistor 3 piloté en tension. Comme précédemment expliqué, la résistivité du détecteur 2 est proportionnelle à la quantité de rayonnement qu'il reçoit, ce qui se traduit par une variation de son courant de polarisation. Ce courant est issu d'un premier ébasage, dit ébasage global, qui est réalisé au moyen d'un microbolomètre thermalisé de référence 8 soumis à une tension d'ébasage VEbasage constante. Par microbolomètre thermalisé, on désigne un microbolomètre dont la résistivité est constante et indépendante du rayonnement perçu. On parle également de microbolomètre aveugle.

Une ligne 12 de sélection par ligne du pixel considéré, agissant sur un interrupteur 4, permet l'acheminement du courant résultant du détecteur bolométrique 2, et donc d'un capteur 101 constitué des différents éléments qui viennent d'être cités, au niveau d'un CTIA 11 (selon l'expression anglo-saxonne "Capacitor Trans Impedance Amplifier"), également désigné comme circuit intégrateur. Le circuit intégrateur 11 réalise une amplification dudit signal et une conversion en tension de ce signal via une capacité d'intégration 15. La tension obtenue est alors exploitée, notamment par un circuit de lecture non représenté, pour réaliser une restitution, sous forme notamment de signaux vidéo, de l'ensemble des signaux infrarouge reçus par une matrice constituée d'une pluralité de pixels du type du pixel 1. Le circuit intégrateur 11 et la capacité d'intégration 15 forment un circuit convertisseur courant/tension 16.

L'opération d'ébasage global induit la suppression d'une composante non utile dans le signal produit par le bolomètre sensible. Le microbolomètre thermalisé 8 mis en œuvre a pour conséquence que le

5

courant intégré par le circuit de lecture dépende le plus possible du rayonnement infrarouge ou du rayonnement détecté, et non pas du courant de polarisation.

Pour autant, ce seul ébasage global ne suffit pas pour obtenir un

5 signal de sortie satisfaisant, réellement représentatif de la quantité de signaux infrarouges reçue. En effet, comme mentionné précédemment, compte-tenu du mode de fabrication des détecteurs bolométriques, on observe que ceux-ci présentent des valeurs de résistance dispersées. Ainsi, pour un rayonnement et une capacité d'intégration déterminés, plusieurs

10 microbolomètres peuvent atteindre la zone de saturation située en dehors de la plage de l'excursion de sortie du CTIA. Dans un tel cas, le circuit de lecture ne pourra pas produire une information directement corrélée à la quantité d'infrarouge effectivement reçue au niveau du pixel considéré. Afin de rester dans la zone de linéarité du circuit de lecture disponible, on a donc

15 proposé d'adjoindre au dispositif d'ébasage global, un dispositif supplémentaire, dit dispositif de calibration ou dispositif d'ébasage adaptatif, dont le paramétrage est spécifique pour chacun des pixels de la matrice du circuit de détection. La présence d'un tel dispositif d'ébasage adaptatif permet d'améliorer l'ébasage, et donc de mieux traiter le signal utile.

20 Dans l'état de la technique, on a proposé, afin d'assurer cette opération de calibration, parfois désignée comme opération d'ébasage adaptatif, de rajouter pour chaque pixel considéré, un générateur de courant programmable 9, qui génère un courant d'adaptation dont la valeur est soustraite du signal correspondant à la somme des signaux présents en

25 sortie du bolomètre de référence 8 et du bolomètre sensible 2, la valeur du courant d'adaptation étant établie en fonction de la dispersion inhérente au pixel considéré par rapport à un signal de référence SRéf. Une fois déterminée, la valeur du courant d'adaptation est stockée dans un module de mémoire déterminé.

6

L'opération de calibration par pixel est réalisée pendant une phase d'intégration, c'est à dire d'acquisition, de l'image, au moyen d'une source de courant programmable. A cet effet, on utilise par exemple un dispositif convertisseur analogique numérique, dit ADC (« Analog to Digital Converter » en langue anglaise). La résolution dudit convertisseur est par exemple de trois bits ; il convient alors de mémoriser pour chaque pixel considéré la valeur de calibration binaire sur les trois bits considérés. Cette valeur de calibration est déterminée durant une phase de calibration qui se déroule de la manière suivante:

10 -une phase de référence, avec une application de courants de polarisation préalablement déterminés, est présentée à la matrice de détecteurs;

 -les premières données de calibration fournies au circuit avant intégration sont telles qu'aucun courant d'adaptation n'est injecté;

15 -la lecture et la conversion analogique-numérique du signal vidéo issu de cette image sont réalisées grâce à un convertisseur analogique numérique;

 - une comparaison entre le signal de référence et le signal observé en sortie du circuit permet de déterminer l'amplitude du courant d'adaptation à injecter par la suite pour le pixel considéré ;

20 - le courant d'adaptation déterminé est converti en un signal numérique, dit signal d'adaptation, codé par exemple sur trois bits ;

 -les trois bits du signal d'adaptation, correspondant à l'ébasage adaptatif à réaliser pour chaque pixel considéré sont stockés dans une mémoire externe au circuit de lecture, et sont ensuite mémorisés dans des mémoires internes.

25 Ainsi, lors d'un fonctionnement nominal du circuit, chaque phase d'intégration d'une ligne de la matrice est précédée d'une phase d'acquisition des données de calibration stockées dans la mémoire pour la
30 ligne de pixels considérée.

7

Si la mise en œuvre d'un tel ébasage adaptatif donne satisfaction au niveau de la qualité des signaux ainsi détectés, transcrit sous forme analogique, en revanche les capacités d'intégration du type de la capacité d'intégration 15, doivent nécessairement être des capacités de grande taille pour que le circuit intégrateur n'entre pas en saturation, et pour que le signal de calibration puisse être directement corrélé à la quantité de flux infrarouge reçu, sur toute la plage possible de valeurs dudit flux ; or, comme on l'a vu, il est nécessaire de disposer, pour chaque pied de colonne, d'une telle capacité d'intégration. Il en résulte un encombrement important des imageurs utilisés.

Le procédé selon l'invention propose une solution aux problèmes et inconvénients qui viennent d'être exposés. Dans l'invention, on propose une solution pour équiper les circuits de détection de rayonnement de circuits convertisseurs courants/tension de taille réduite par rapport à ceux utilisés dans l'état de la technique : en effet, dans l'invention, on propose un procédé de calibration pour circuits de détection de rayonnements qui font intervenir une capacité d'intégration de taille nettement réduite par rapport à celles utilisées dans l'état de la technique. La présence d'une telle capacité d'intégration, de taille réduite, est rendue possible dans le procédé selon l'invention, par une détermination des courants de calibration réalisée selon un principe d'approximations successives, le circuit intégrateur intervenant dans les opérations de conversion courant/tension pouvant alors fonctionner en saturation.

L'invention concerne donc essentiellement un procédé de réglage d'un circuit de détection de rayonnements électromagnétiques, notamment de rayonnements infrarouges, le circuit de détection étant constitué d'une matrice de pixels de détection, chacun desdits pixels de détection comportant un détecteur thermique de type bolométrique polarisé, ledit détecteur thermique délivrant un courant électrique de mesure, représentatif du rayonnement détecté lorsque le circuit de détection est en

8

fonctionnement, c'est ça dire lorsqu'il est effectivement utilisé pour mesurer un rayonnement électromagnétique, ledit procédé comportant, pour un pixel dudit circuit de détection, les différentes étapes consistant à :

- 5 - déterminer une information binaire de dispersion entre une information de référence et une information de mesure corrélée au courant de mesure ;
- 10 - activer un générateur de courant programmable, comportant une pluralité de générateurs de courant élémentaires, pour réaliser, en générant un courant d'adaptation, une adaptation du courant de mesure par approximation successive, ladite adaptation du courant de mesure étant réalisée en activant successivement les différents générateurs de courant élémentaires, chaque générateur de courant élémentaire étant maintenu actif ou redevenant inactif en fonction d'une nouvelle information binaire de dispersion entre l'information de
- 15 référence et une nouvelle information de mesure corrélée au courant de mesure complété par le courant d'adaptation généré notamment par le générateur de courant élémentaire considéré.

Le procédé selon l'invention peut comporter, en plus des étapes principales qui viennent d'être mentionnées dans le paragraphe précédent,

20 une ou plusieurs caractéristiques supplémentaires parmi les suivantes:

- l'étape de détermination de l'information de dispersion comporte les différentes opérations consistant à :
 - 25 ○ réaliser une opération de conversion courant/tension du courant de mesure pour obtenir, à partir du courant de mesure, une tension de mesure ;
 - déterminer l'information de dispersion en comparant la tension de mesure obtenue à une tension de référence constituant l'information de référence.

9

- le courant de mesure est un courant ayant subi une opération préalable d'ébasage global réalisée au moyen d'un bolomètre de référence.
- le générateur de courant programmable comporte trois générateurs de courant élémentaire.
- chaque générateur de courant élémentaire délivre un courant d'adaptation spécifique, différent du courant d'adaptation délivré par les autres générateurs de courant élémentaires.
- le procédé comporte l'étape supplémentaire consistant à, préalablement à l'étape d'activation du générateur de courant programmable, sélectionner un mode de fonctionnement dudit générateur de courant programmable parmi deux modes de fonctionnement, un premier mode de fonctionnement dans lequel le courant d'adaptation est un courant soustrait et un deuxième mode de fonctionnement dans lequel le courant d'adaptation est un courant ajouté, la sélection dudit mode étant réalisée en fonction de la valeur de l'information binaire de dispersion.

Les différentes caractéristiques supplémentaires du procédé selon l'invention, dans la mesure où elles ne s'excluent pas mutuellement, sont combinées selon toutes les possibilités d'association pour aboutir à différents exemples de mise en œuvre du procédé selon l'invention.

L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

- la figure 1, déjà décrite, illustre de manière schématique un détecteur microbolométrique conforme à l'art antérieur;

10

- la figure 2 illustre schématiquement; un exemple de détecteur microbolométrique apte à réaliser un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention ;

5 - la figure 3 montre un organigramme illustrant un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Les éléments apparaissant sur différentes figures auront conservé, sauf précision contraire, les mêmes références.

La figure 2 montre un circuit de détection 200 adapté à un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention.

10 Le circuit de détection 200 peut être décomposé en quatre éléments distincts :

15 - un premier élément constitue le capteur 201 ; le capteur 201 est identique au capteur 101 du circuit de détection 100 existant dans l'état de la technique, et précédemment décrit en référence à la figure 1.

20 - un deuxième élément réside dans un générateur de courant programmable 202 apte à délivrer un courant d'adaptation ; dans l'exemple représenté, le générateur de courant programmable est constitué d'un premier générateur de courant élémentaire 205, d'un deuxième générateur de courant élémentaire 206 et d'un troisième générateur de courant élémentaire 207, aptes à délivrer respectivement un premier courant d'adaptation élémentaire, un deuxième courant d'adaptation élémentaire et un troisième courant d'adaptation élémentaire.

25 - un troisième élément réside dans un convertisseur courant/tension 203 ; il est essentiellement constitué d'un circuit intégrateur, comportant un élément de type CTIA 208 et une capacité 209. Sur la figure 2, on a symboliquement représenté les trois générateurs de courant élémentaire au-dessus et en-dessous d'une
30 liaison conductrice reliant la sortie du capteur 201 à une première

11

5 entrée 213 du CTIA 208, pour illustrer symboliquement le fait que le générateur de courant programmable peut être utilisé soit selon un premier mode, correspondant à un courant d'adaptation ajouté (générateur de courant au-dessus de la liaison), soit selon un

10 - un quatrième élément réside dans un circuit d'extraction et d'exploitation de données 204 du circuit de détection 200. Ce circuit comporte notamment un comparateur 210, un module de mémorisation 211, et un dispositif de contrôle 212 du générateur de courant programmable 202.

Les troisième et quatrième élément peuvent être regroupés sous l'appellation "circuit de lecture".

15 Un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention est à présent décrit en référence à l'organigramme de la figure 3.

Dans une première étape 301, on active le circuit de détection 200 en appliquant un courant de polarisation préalablement déterminé au niveau du transistor 3, après avoir sélectionné la ligne de pixels à laquelle appartient le pixel 1 en provoquant la fermeture du dispositif interrupteur 4.

20 Le capteur 201 produit ainsi un courant de mesure, qui a avantageusement subi une opération d'ébasage global précédemment décrite. Le générateur de courant programmable 202 n'est alors pas activé, aucun des générateurs de courant élémentaire n'étant activé.

Dans une deuxième étape 302, on réalise une première opération

25 de comparaison pour déterminer une première information binaire de dispersion ; à cet effet, on utilise une information de référence, prenant la forme d'une tension de référence V_{ref} appliquée au niveau d'une deuxième entrée 214 du CTIA 208. Si la tension V_s présente en sortie du circuit intégrateur est supérieure à la tension de référence V_{ref} , alors la première

30 information binaire de référence adopte une première valeur, par exemple la

12

valeur 1 ; dans le cas contraire, la première information binaire de référence adopte une deuxième valeur, ici la valeur 0. L'opération de comparaison entre la tension de référence V_{ref} et la tension présente en sortie du circuit intégrateur est réalisée au moyen du circuit comparateur 210. L'information
5 obtenue est révélatrice de la dispersion entre l'information de référence et l'information de mesure, corrélée au courant de mesure. Le circuit comparateur 210 peut être placé soit directement en sortie du CTIA 208, soit à différents endroits du circuit (par exemple après un amplificateur vidéo).

Ainsi, dans le procédé selon l'invention, il n'est pas nécessaire de
10 connaître la valeur de la tension en sortie V_s du circuit intégrateur, mais simplement de déterminer si elle supérieure ou inférieure à la tension de référence V_{ref} . Le circuit intégrateur peut donc fonctionner en saturation sans conséquence sur la valeur de l'information binaire de dispersion, ce qui permet l'utilisation d'une capacité d'intégration 209 de taille nettement
15 réduite par rapport aux capacités d'intégration présentes dans les circuits de détection de l'état de la technique.

A l'issue de la première étape de comparaison, on procède, dans une étape suivante 303, à la sélection du mode de fonctionnement du générateur de courant programmable ; on parle parfois de détermination du
20 bit de signe dans la réalisation de cette étape : mode additionneur de courant (on parle alors parfois d'un bit de signe positif), ou mode soustracteur de courant (on parle alors parfois d'un bit de signe négatif). A cet effet, la première information de dispersion est utilisée. Si la première information de dispersion informe sur le fait que la tension de sortie V_s du
25 circuit intégrateur est supérieure à la tension de référence V_{ref} préalablement déterminée, alors le générateur de courant programmable 202 agira, dans la suite du procédé, en soustracteur de courant (mode soustracteur) ; dans le cas contraire, le générateur de courant programmable agira, dans la suite du procédé, en additionneur de courant
30 (mode additionneur).

13

Une fois le mode de fonctionnement du générateur de courant choisi, on procède, dans une étape suivante 304, à l'activation d'un des générateurs de courant élémentaires 205, 206 et 207. On parle ainsi d'une adaptation du courant de mesure par approximation successive. Le

5 générateur de courant élémentaire considéré génère alors un courant d'adaptation élémentaire, qui vient s'ajouter au courant de mesure, pour obtenir un courant de mesure modifié.

Dans une étape suivante 305, on réalise une opération de comparaison suivante pour déterminer une information binaire suivante de

10 dispersion ; à cet effet, on utilise, comme précédemment, la tension de référence appliquée au niveau de la deuxième entrée du CTIA 208. On obtient alors une nouvelle tension en sortie du circuit intégrateur, qui permet d'obtenir, par comparaison à la tension de référence V_{ref} , une nouvelle information binaire de dispersion.

15 On procède alors, dans une étape de décision suivante 306, à une comparaison entre la nouvelle information de dispersion et la première information de dispersion. Si les deux valeurs binaires sont différentes, alors, dans une étape 307, on mémorise dans le module de mémoire 211 le fait que le générateur de courant élémentaire qui vient d'être activé doit être

20 désactivé. En revanche, si les deux valeurs binaires sont identiques, alors on mémorise, dans une étape 308, dans le module de mémoire 211 le fait que le générateur de courant élémentaire qui vient d'être activé doit être maintenu activé pour compenser les dispersions technologiques.

Dans une étape suivante de décision 309, quel que soit le résultat

25 de l'étape de décision précédente 306, on procède à une opération de vérification pour déterminer si le dernier générateur de courant élémentaire à avoir été activé était, avant son activation, le dernier générateur élémentaire du générateur de courant programmable à ne pas encore avoir été activé.

14

Dans l'affirmative, la mise en œuvre du procédé est achevée, et les états actifs ou inactifs de chacun des générateurs de courant élémentaires sont maintenus, dans une étape 310, dans le module de mémoire. Dans la négative, le procédé selon l'invention est repris, avec un
5 générateur de courant élémentaire suivant, à l'étape 304 d'activation du nouveau générateur de courant élémentaire considéré.

Dans d'autres exemples de mise en œuvre, on ne procède pas à la détermination du bit de signe, par exemple si on a volontairement sur-ébasé ou sous-ébasé le signal initial. Dans un tel cas, on connaît dès le
10 départ la valeur de la première information de dispersion, qui n'a donc pas à être déterminée. Dans ce mode de mise en œuvre, on peut appliquer les différentes étapes du procédé qui viennent d'être décrites, avec comme première valeur de dispersion une valeur connue du choix du type de l'ébasage (sur-ébasage ou sous-ébasage).

15 Avantageusement, les générateurs de courant élémentaires génèrent des courants d'adaptation d'intensité différente, et sont activés successivement, du générateur de courant élémentaire fournissant le courant d'adaptation élémentaire le plus important (on parle de générateur de poids le plus fort), au générateur de courant élémentaire fournissant le
20 courant d'adaptation élémentaire le moins important (on parle de générateur de poids le moins fort). Dans d'autres exemples de mise en œuvre du procédé selon l'invention, on procède à l'activation simultanée de plusieurs générateurs de courant élémentaires.

Ainsi, pour chaque pixel de l'imageur, on mémorise une série de n
25 bits, éventuellement complété par le bit de signe, n étant le nombre de générateurs de courant élémentaires présents dans le générateur de courant programmable. Lors de l'activation de l'imageur, le module de mémoire 211 est sollicité pour appliquer, par l'intermédiaire du dispositif de contrôle 212, à chaque pixel, le courant d'adaptation optimal pour annuler
30 les dispersions technologiques. Le procédé selon l'invention présente

15

comme avantage essentiel, de permettre l'utilisation de capacités 209, présentes en bas de colonnes ou en têtes de lignes de l'imageur, de taille réduite, le circuit intégrateur pouvant fonctionner, sans préjudice, en régime de saturation.

16

REVENDICATIONS

1- Procédé de réglage d'un circuit de détection (200) de rayonnements électromagnétiques, notamment de rayonnements infrarouges, le circuit de détection étant constitué d'une matrice de pixels (1) de détection, chacun desdits pixels de détection comportant un détecteur thermique (2) de type bolométrique polarisé, ledit détecteur thermique (2) délivrant un courant électrique de mesure, représentatif du rayonnement détecté lorsque le circuit de détection (200) est en fonctionnement, ledit procédé comportant, pour un pixel (1) dudit circuit de détection (200), les différentes étapes consistant à :

- déterminer (302) une information binaire de dispersion entre une information de référence (V_{ref}) et une information de mesure (V_s) corrélée au courant de mesure ;
- activer un générateur de courant programmable (202), comportant une pluralité de générateurs de courant élémentaires (205 ; 206 ; 207), pour réaliser, en générant un courant d'adaptation, une adaptation du courant de mesure par approximation successive, ladite adaptation du courant de mesure étant réalisée en activant (304) successivement les différents générateurs de courant élémentaires (205 ; 206 ; 207), chaque générateur de courant élémentaire étant maintenu actif ou redevenant inactif en fonction d'une nouvelle information binaire de dispersion entre l'information de référence et une nouvelle information de mesure corrélée au courant de mesure complété par le courant d'adaptation généré notamment par le générateur de courant élémentaire considéré (202).

2- Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que l'étape de détermination de l'information de dispersion comporte les différentes opérations consistant à :

- réaliser une opération de conversion courant/tension du courant de

17

mesure pour obtenir, à partir du courant de mesure, une tension de mesure ;

- déterminer l'information de dispersion en comparant la tension de mesure obtenue à une tension de référence constituant l'information de référence.

5

3- Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que le courant de mesure est un courant ayant subi une opération préalable d'ébasage global réalisée au moyen d'un bolomètre de référence (8).

10

4- Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que le générateur de courant programmable (202) comporte trois générateurs de courant élémentaire (205 ; 206 ; 207).

5- Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce que chaque générateur de courant élémentaire (205 ; 206 ; 207) délivre un courant d'adaptation spécifique, différent du courant d'adaptation délivré par les autres générateurs de courant élémentaires.

15

6- Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte l'étape supplémentaire consistant à, préalablement à l'étape d'activation du générateur de courant programmable (202), sélectionner (303) un mode de fonctionnement dudit générateur de courant programmable (202) parmi deux modes de fonctionnement, un premier mode de fonctionnement dans lequel le courant d'adaptation est un courant soustrait et un deuxième mode de fonctionnement dans lequel le courant d'adaptation est un courant ajouté, la sélection dudit mode étant

25 réalisée en fonction de la valeur de l'information binaire de dispersion.

20

1/2

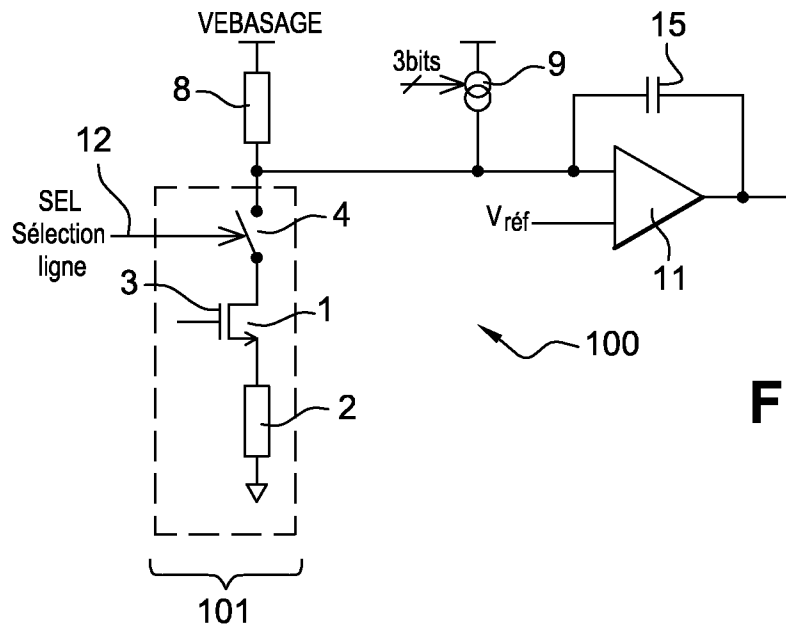


Fig. 1

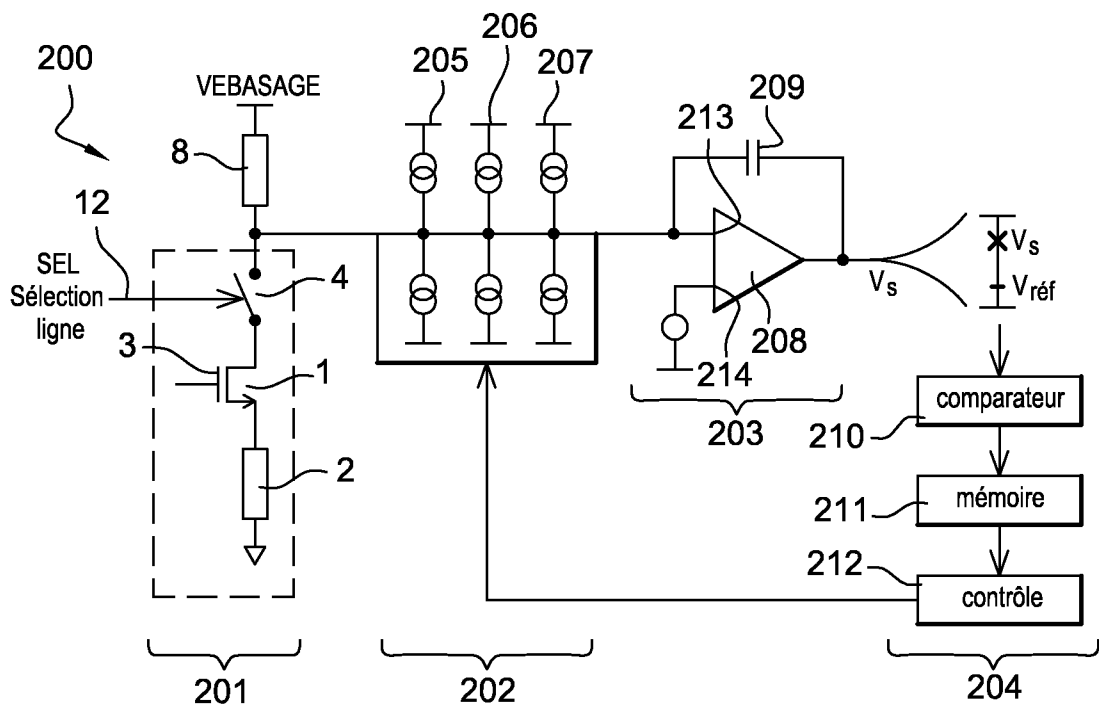
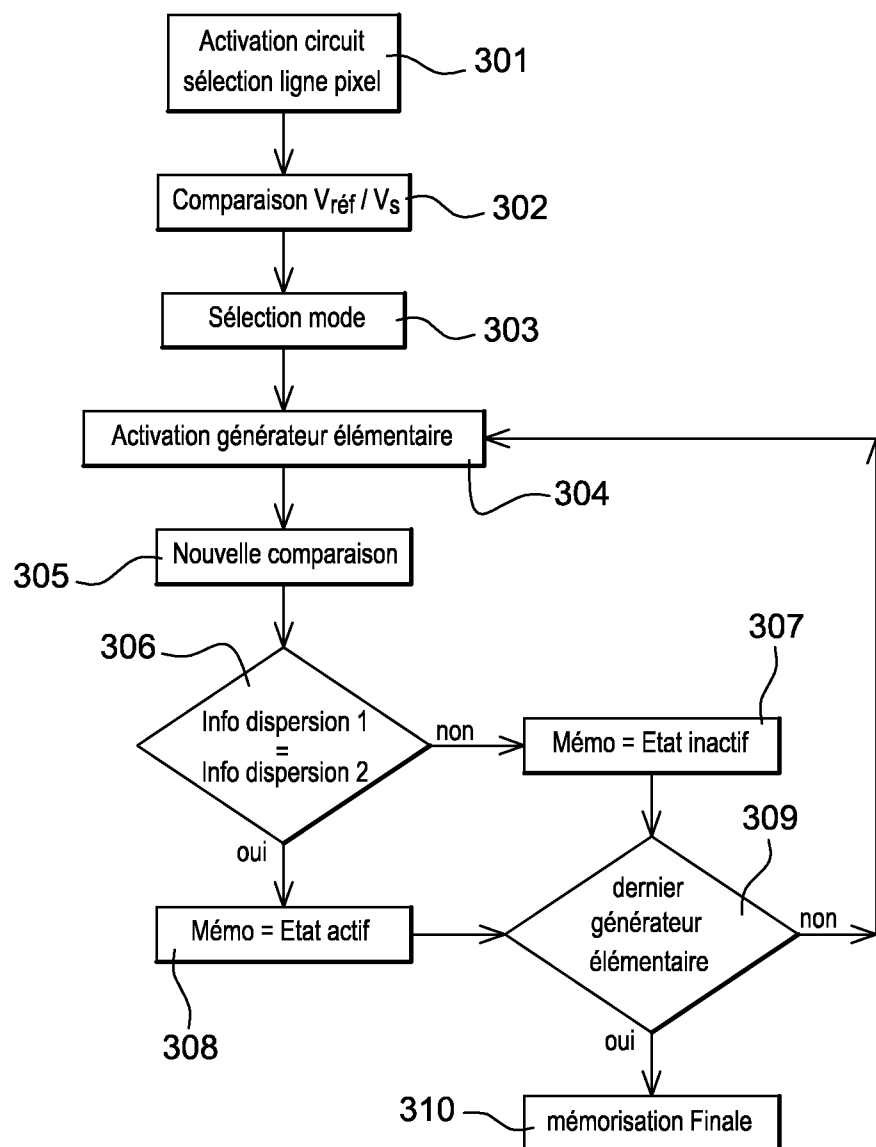


Fig. 2

2 / 2

**Fig. 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2010/050476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01J5/22

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 211 888 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 5 June 2002 (2002-06-05) paragraphs [0023], [0030], [0033], [0049], [0055] figure 6	1-4
X	US 5 811 808 A (CANNATA ROBERT F [US] ET AL) 22 September 1998 (1998-09-22) column 3, line 18 - line 56 column 10, line 16 - line 19 column 16, line 46 - column 17, line 2 column 17, line 51 - line 65 figures 4,10,12	1,2,5,6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 June 2010

Date of mailing of the international search report

18/06/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacquin, Jérôme

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2010/050476

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1211888	A	05-06-2002	FR	2817439 A1	31-05-2002
			US	2002125432 A1	12-09-2002
US 5811808	A	22-09-1998	US	RE40249 E1	22-04-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2010/050476

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. G01J5/22

ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

G01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 211 888 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 5 juin 2002 (2002-06-05) alinéas [0023], [0030], [0033], [0049], [0055] figure 6	1-4
X	US 5 811 808 A (CANNATA ROBERT F [US] ET AL) 22 septembre 1998 (1998-09-22) colonne 3, ligne 18 - ligne 56 colonne 10, ligne 16 - ligne 19 colonne 16, ligne 46 - colonne 17, ligne 2 colonne 17, ligne 51 - ligne 65 figures 4,10,12	1,2,5,6

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

2 juin 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/06/2010

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Jacquin, Jérôme

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2010/050476

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1211888	A	05-06-2002	FR 2817439 A1	31-05-2002
			US 2002125432 A1	12-09-2002
US 5811808	A	22-09-1998	US RE40249 E1	22-04-2008