

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



PCT



(43) Date de la publication internationale  
16 novembre 2006 (16.11.2006)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2006/120362 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
**G01J 5/20** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2006/050378

(22) Date de dépôt international : 24 avril 2006 (24.04.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0551245 12 mai 2005 (12.05.2005) FR  
0551244 12 mai 2005 (12.05.2005) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];  
31-33 rue de la Fédération, F-75752 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **OU-  
VRIER-BUFFET, Jean-Louis** [FR/FR]; La Planche,  
F-74320 Sevrier (FR). **BISOTTO, Sylvette** [FR/FR]; 52  
rue Thiers, F-38000 Grenoble (FR). **ARNAUD, Agnès**  
[FR/FR]; Le Naysord, F-38420 Saint Jean le Vieux (FR).  
**PEREZ, André** [FR/FR]; Les Gachets, F-38710 Cordeac  
(FR).

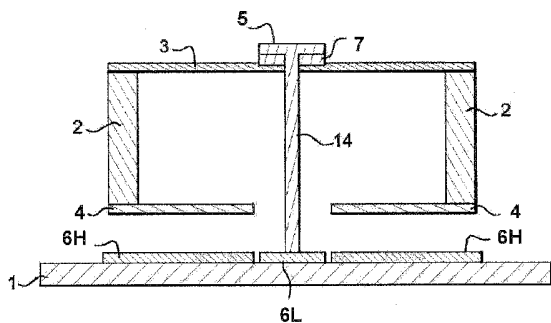
(74) Mandataires : **VUILLERMOZ, Bruno** etc.; Cabinet  
LAURENT & CHARRAS, 20 rue Louis Chirpaz, BP 32,  
F-69131 Ecully (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,

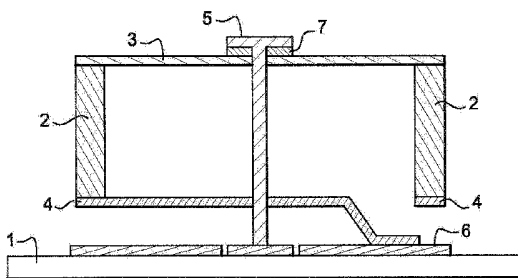
[Suite sur la page suivante]

(54) Title: THERMAL DETECTOR FOR ELECTROMAGNETIC RADIATION AN INFRARED DETECTION DEVICE USING SAID DETECTORS

(54) Titre : DETECTEUR THERMIQUE DE RAYONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES ET DISPOSITIF DE DETECTION INFRAROUGE METTANT EN OEUVRE DE TELS DETECTEURS



(57) Abstract: The invention relates to a thermal detector comprising a sensitive material (2), an electrical property of which varies with temperature, an electromagnetic radiation absorber (3) in contact with said sensitive material (2), a substrate (1), providing the function of support (1) and electrical conducting elements, providing the electrical continuity between the sensitive material (2) and the substrate (1). The sensitive material (2) is wholly or partly in the form of a sheet, extending in a direction essentially perpendicular to the plane of the substrate (1). Furthermore, the above is suspended by the absorber (3) above the substrate (1), said absorber (3) being fixed to the sensitive material (2) in the region above the sheet. The absorber (3) itself is suspended by a fixing means (5), mechanically connected to the substrate (1).



(57) Abrégé : Ce détecteur thermique comprend: un matériau sensible (2), dont une propriété électrique varie avec la température; un absorbeur (3) du rayonnement électromagnétique en contact avec ledit matériau sensible (2); un substrat (1) assurant la fonction de support (1); des éléments conducteurs de l'électricité assurant la continuité électrique entre le matériau sensible (2) et le substrat (1). Le matériau sensible (2) se présente en tout

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/120362 A1



CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

(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), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

---

ou en partie sous la forme d'une tranche s'étendant selon une direction sensiblement perpendiculaire au plan dans lequel s'inscrit le substrat (1). En outre, il est maintenu suspendu par l'absorbant (3) au dessus du substrat (1), ledit absorbant (3) étant solidarisé au matériau sensible (2) au niveau de la zone supérieure de la tranche. L'absorbant (3) est lui-même suspendu par un moyen de fixation (5), relié mécaniquement audit substrat (1).

**DETECTEUR THERMIQUE DE RAYONNEMENTS ELECTROMAGNETIQUES ET DISPOSITIF DE DETECTION INFRAROUGE METTANT EN OEUVRE DE TELS DETECTEURS**

5 **DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention concerne un détecteur thermique, notamment bolométrique, ainsi qu'un dispositif de détection infrarouge mettant en œuvre de tels détecteurs.

10 L'invention trouve notamment son domaine d'application dans l'imagerie infrarouge.

**ETAT ANTERIEUR DE LA TECHNIQUE**

Par définition, un détecteur thermique permet de mesurer la quantité d'un flux  
15 énergétique incident, et par exemple, la puissance d'un rayonnement électromagnétique dans le domaine des rayons infrarouges.

Concernant les détecteurs infrarouges, il est connu des dispositifs agencés sous forme  
20 matricielle, susceptibles de fonctionner à la température ambiante, c'est à dire ne nécessitant pas de refroidissement, contrairement aux dispositifs de détection appelés détecteurs « quantiques », qui eux nécessitent un fonctionnement à très basse température, typiquement celle de l'azote liquide.

Ces détecteurs comportent généralement un élément sensible pouvant être chauffé par  
25 un rayonnement infrarouge, caractéristique de la température et de l'émissivité des corps observés. L'augmentation de température de l'élément sensible engendre une variation d'une propriété électrique du matériau sensible : apparition de charges électriques par effet pyroélectrique, variation de capacité par changement de la constante électrique ou, plus traditionnellement, variation de la résistance d'un  
30 matériau semi-conducteur ou métallique.

Dans ce dernier cas de figure, on parle de détecteur bolométrique, de type résistif. Le  
rayonnement incident absorbé provoque une augmentation de la température du  
détecteur, qui induit une variation de la résistance électrique. Ces variations de  
35 résistance engendrent des variations de tension ou de courant aux bornes du détecteur, qui constituent le signal délivré par le capteur.

Un tel détecteur non refroidi associe généralement :

- des moyens d'absorption du rayonnement infrarouge et de conversion de ce dernier en chaleur ;
- des moyens d'isolation thermique du détecteur, de telle sorte à permettre à celui-ci de s'échauffer sous l'action du rayonnement infrarouge ;
- des moyens de thermométrie qui, traditionnellement, mettent en œuvre un élément résistif ;
- des moyens de lecture des signaux électriques fournis par les moyens de thermométrie.

10

Les détecteurs destinés à l'imagerie infrarouge sont réalisés sous la forme d'une matrice de détecteurs élémentaires selon une ou deux dimensions, sur un substrat, généralement réalisé en silicium, qui comporte des moyens d'excitation électrique (stimuli) desdits détecteurs élémentaires, et des moyens de pré-traitement des signaux électriques générés par ces détecteurs élémentaires.

15

Ces moyens d'excitation électrique et de pré-traitement sont formés sur le substrat et constituent un circuit de lecture.

20

En pratique, des imageurs infrarouges monolithiques fonctionnant à température ambiante sont fabriqués en connectant directement une matrice d'éléments sensibles à un circuit de multiplexage en silicium de type CMOS ou CDD.

25

Un dispositif comportant une matrice de détecteurs élémentaires et un circuit de lecture associé est généralement placé dans un boîtier et relié, notamment électriquement, au milieu extérieur par des techniques classiques (fils métalliques et broches de montage). Dans un tel boîtier, la pression est réduite afin de limiter les pertes thermiques. Ainsi, le détecteur thermique peut être encapsulé sous vide ou sous un gaz peu conducteur de la chaleur pour gagner en performance. Le boîtier est en outre muni d'une fenêtre transparente aux rayonnements à détecter.

30

35

Pour observer une scène par l'intermédiaire de ce détecteur, on projette la scène à travers une optique adaptée sur la matrice de détecteurs élémentaires, et des stimuli électriques cadencés sont appliqués, par l'intermédiaire du circuit de lecture (également prévu à cet effet), à chacun des détecteurs élémentaires, ou à chaque rangée de tels détecteurs, afin d'obtenir un signal électrique constituant l'image de la température atteinte par chaque détecteur élémentaire.

Ce signal est traité de manière plus ou moins élaborée par le circuit de lecture, puis éventuellement par un dispositif électronique extérieur au boîtier, afin de générer une image thermique de la scène observée.

5 Les performances des détecteurs bolométriques non refroidis dépendent beaucoup de la maîtrise d'élaboration et d'intégration des matériaux bolométriques les plus performants au sein de structures très légères constituées par des micro-ponts bolométriques isolés thermiquement du circuit de lecture, afin d'en tirer le meilleur parti en terme de rapport signal/bruit.

10

Un fonctionnement performant de ces détecteurs implique, en particulier au niveau du matériau sensible, une bonne isolation thermique de la couche active vis-à-vis de son support, ainsi qu'une forte sensibilité dudit matériau de l'effet de conversion de l'échauffement en signal électrique. Les deux premières conditions sont satisfaites par  
15 une mise en œuvre en couche mince.

L'art antérieur décrit diverses manières de disposer les divers éléments constitutifs des détecteurs élémentaires. Cependant, un agencement classique est représenté sur la figure 1, en rapport avec un bolomètre.

20

Schématiquement, ce type de détecteur est construit sous forme d'une membrane suspendue au-dessus du substrat (1) faisant fonction de support, et fixée à ce substrat par l'intermédiaire de points d'ancrage (5) appelés « piliers », conducteurs de l'électricité. Cette membrane comporte une couche mince (typiquement entre 0,1 et 1  
25  $\mu\text{m}$ ) de matériau bolométrique sensible à la température (2), de deux électrodes coplanaires ou parallèles (non représentées) et d'un absorbeur (3).

Par absorbeur, on désigne une ou plusieurs couches ou arrangements de couches, dont la fonction est de capter le rayonnement électromagnétique, de le convertir en chaleur  
30 et de transmettre sa température à la couche mince (2) qui joue le rôle de thermomètre.

Selon l'état antérieur de la technique, différents thermomètres (2) sont envisagés, parmi lesquels le thermistor est une option largement répandue. En particulier, de nombreux documents et publications décrivent différentes structures bolométriques à  
35 partir d'un matériau semi-conducteur.

Le matériau sensible peut ainsi être réalisé en silicium polycristallin ou amorphe, de type p ou n, faiblement ou fortement résistif. Il peut également être réalisé en un oxyde de vanadium ( $\text{VO}_x$ ) élaboré dans une phase semi-conductrice.

- 5 Généralement, le matériau sensible repose sur un support isolant ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}$ ,  $\text{SiN}$ , ...) qui assure la rigidité mécanique de la structure bolométrique. Il peut aussi être totalement encapsulé avec l'un de ces matériaux isolants.

10 Le substrat support (1) est typiquement constitué d'un circuit électronique intégré sur une plaquette de silicium comprenant, d'une part des dispositifs de stimuli et de lecture du thermomètre, et d'autre part, les composants de multiplexage qui permettent de sérialiser les signaux issus des différents thermomètres et de les transmettre vers un nombre réduit de sorties afin d'être exploités par un système d'imagerie usuel. Ce circuit peut être positionné sous le détecteur, ou au contraire, être déporté plus loin sur  
15 le substrat. Ce circuit peut aussi se résumer à un réseau d'interconnexion, qui a pour fonction de relier les sorties électriques du détecteur à un circuit de traitement des informations, situé ailleurs.

20 L'interconnexion électrique entre le thermomètre (2) et les éléments de lecture disposés sur le substrat (1) est assurée par une couche, généralement métallique, qui est disposée sur les dispositifs d'isolation thermique décrits ci-dessous.

25 La sensibilité du détecteur thermique est notablement améliorée en introduisant des « bras » d'isolement (8), entre le substrat support (1) et la membrane (3), destinés à limiter les pertes thermiques de cette dernière et donc à préserver son échauffement. Ces structures planes, allongées et très étroites, sont constituées de couches les plus minces possible et doivent être conductrices électriquement mais résistantes thermiquement.

30 Dans ce type de dispositif, le circuit de lecture applique donc, via les piliers (5) et les bras (8), et via au moins deux parties conductrices ou électrodes (non représentées), un courant électrique qui traverse la structure parallèlement au plan du détecteur bolométrique. Ce courant circule alors à travers le matériau bolométrique (2), dont la résistivité varie avec la température.

Selon le mode de réalisation décrit, les dispositifs d'isolation sont situés dans le même plan que la couche de matériau bolométrique, ou bien sont réalisés en dessous de celle-ci.

- 5 Réalisé dans le plan de la planche bolométrique, ce système de bras est pénalisant au niveau du facteur de remplissage du point ou détecteur élémentaire. L'expérience démontre qu'il n'est pas possible d'accroître de manière importante la longueur des bras (8), ni de réduire leur largeur et/ou leur épaisseur sans affecter la rigidité de la structure. En effet, ces éléments constituent un point de faiblesse mécanique affectant  
10 la stabilité des micro-ponts qui peuvent alors basculer ou se déformer, et donc entrer en contact avec le substrat, limitant ainsi l'isolation thermique, et corollairement réduisant de manière importante les performances du détecteur.

Par ailleurs, l'une des couches qui constituent ces dispositifs d'isolation thermique est  
15 généralement une couche conductrice de l'électricité, ayant pour fonction d'assurer la connexion électrique entre le détecteur et le circuit de lecture. Il en résulte qu'une réduction de la largeur et/ou de l'épaisseur de ces éléments conduit à un accroissement de la résistance électrique d'accès du détecteur, qui, si elle est trop élevée, nuit à une polarisation optimale du détecteur.

20

En outre, les matériaux utilisés pour réaliser cette couche électriquement conductrice sont également de bons conducteurs thermiques. La présence de cette couche dans les dispositifs d'isolation thermique peut donc conduire à une dégradation significative de leur isolation thermique, et corollairement aux performances du détecteur.

25

Le problème technique que se propose de résoudre la présente invention est donc d'offrir un agencement alternatif des détecteurs thermiques, en particulier des bolomètres, apte à assurer une connexion électrique satisfaisante tout en améliorant l'isolation thermique du matériau bolométrique.

30

**EXPOSE DE L'INVENTION**

Selon l'invention, le détecteur thermique comprend :

- un matériau sensible, dont une propriété électrique varie avec la température ;
- 5 • un absorbeur du rayonnement électromagnétique, en contact avec ledit matériau sensible ;
- un substrat assurant la fonction de support du détecteur ; et
- des éléments conducteurs de l'électricité assurant la continuité électrique entre le matériau sensible et le substrat.

10

Le détecteur thermique conforme à l'invention se caractérise en ce que le matériau sensible se présente sous la forme d'une tranche s'étendant en tout ou en partie selon une direction sensiblement perpendiculaire au plan dans lequel s'inscrit le substrat, en ce que ledit matériau est maintenu suspendu par l'absorbeur au-dessus du substrat, ledit absorbeur étant solidarisé au matériau sensible au niveau de la zone supérieure de la tranche, et en ce que l'absorbeur est lui-même suspendu par un moyen de fixation, relié mécaniquement audit substrat.

15

Avantageusement, le moyen de fixation est conducteur électrique et par conséquent est relié mécaniquement et électriquement au substrat.

20

Ainsi, la solution proposée n'est plus basée sur l'optimisation des éléments dimensionnels des bras, mais sur la disposition particulière du matériau sensible : celui-ci est placé, non plus parallèlement à la surface du support, mais perpendiculairement.

25

Il en résulte que le courant électrique dans le matériau bolométrique circule uniquement perpendiculairement à la surface du support. De la sorte, la quasi-totalité de la surface est libérée, permettant d'optimiser l'absorption optique et l'isolation thermique. De surcroît, cette configuration, bien adaptée à la réduction du pas, permet de réaliser les bras d'isolation thermique selon deux niveaux différents, donnant ainsi un degré de liberté supplémentaire pour agencer le détecteur. Le facteur de remplissage ainsi obtenu est optimum du point de vue de l'absorption du rayonnement infrarouge. Cette approche est également très favorable en termes de masse thermique, puisque la totalité du matériau thermomètre est active, grâce au contact réalisé sur la tranche de ce dernier. Au surplus, le matériau thermométrique est absent de la quasi-totalité de la surface de la cavité, qui est alors vraiment du type Fabry-Perrot, et peut

30

35

être accordée strictement au quart de la longueur d'onde à détecter, favorisant de manière connue les performances de la détection.

5 Avec un tel agencement, il est donc possible d'améliorer les propriétés d'isolation thermique du bolomètre, sans dégrader la stabilité des microponts. De surcroît, la solution proposée conduit à un facteur de remplissage optimum.

10 Sont plus particulièrement concernés par l'invention les détecteurs thermiques de type bolomètre, dont le matériau sensible présente une résistivité qui varie avec la température. De tels matériaux bolométriques sont préférentiellement des matériaux semi-conducteurs choisis dans le groupe suivant : le silicium polycristallin ou amorphe de type p ou n, le germanium polycristallin ou amorphe de type p ou n, leurs alliages, les oxydes de vanadium et les ferrites.

15 Selon un mode de réalisation privilégié, l'absorbeur se présente sous la forme d'une couche, préférentiellement mince, située dans un plan sensiblement parallèle à celui du substrat.

20 En raison des contraintes mentionnées ci-dessus, le matériau sensible est préférentiellement formé d'une seule couche mince, agencée de manière à présenter une surface cylindrique continue ou discontinue, dont la base est avantageusement carrée, rectangulaire, cylindrique ou hexagonale.

25 De manière connue, pour améliorer les performances du dispositif, celui-ci comprend une couche réfléchissante vis-à-vis des rayonnements électromagnétiques et conductrice électriquement située dans un plan sensiblement parallèle à l'absorbeur.

30 Selon un premier mode de réalisation, la continuité électrique entre le matériau sensible, en contact avec des électrodes inférieures, et le substrat, ou la couche métallique si elle est présente, est assurée soit au moyen de connexions mécaniques ou électriques.

35 Dans ce cas de figure et en pratique, le moyen de fixation de l'absorbeur au dessus du substrat, jouant un rôle mécanique et conducteur électrique, est constitué d'un pilier conducteur électrique disposé perpendiculairement par rapport au plan dans lequel s'inscrit le substrat, dont la tête est en continuité électrique avec l'absorbeur.

Alternativement et selon un second mode de réalisation, une partie des éléments conducteurs est directement solidarisée au matériau sensible, ces éléments conducteurs particuliers étant couplés par voie capacitive à d'autres éléments conducteurs directement solidarisés au substrat.

5

Ainsi, cette solution consiste à supprimer la continuité physique du conducteur électrique dans les organes de maintien et d'isolation thermique du matériau thermique, notamment bolométrique, et à réaliser la connexion électrique entre le détecteur et le circuit de lecture par l'intermédiaire d'une liaison de type capacitive.

10

Avec un tel dispositif, les pertes thermiques par conduction engendrées par le conducteur électrique sont totalement supprimées. Dans le même temps, la stabilité des micro-ponts et le facteur de remplissage du détecteur ne sont pas affectés alors que sa polarisation est favorisée.

15

Au niveau du principe, il est donc nécessaire d'avoir en regard un élément conducteur supérieur en contact avec le matériau sensible et un élément conducteur inférieur en contact avec le substrat, ces deux éléments conducteurs constituant un condensateur, permettant la transmission électrique entre le circuit de lecture et la zone active de détection, de résistance variable dans le cas du bolomètre. Selon les différents modes de réalisation, cette fonction d'électrode supérieure ou inférieure, dite d'« armature », peut être remplie par des éléments distincts du dispositif. Ces éléments conducteurs peuvent également être impliqués dans le maintien de la structure.

20

En pratique, le couplage capacitif est assuré entre des éléments conducteurs solidarisés au matériau sensible au niveau de la zone inférieure de la tranche et des éléments conducteurs se présentant sous la forme d'une couche métallique, réfléchissante vis-à-vis des rayonnements électromagnétiques et conductrice de l'électricité revêtant le substrat.

25

Deux modes de réalisation sont compatibles, lorsque la connexion électrique est assurée par liaison capacitive. Le moyen de fixation permettant de suspendre l'absorbeur au-dessus du substrat peut être électriquement conducteur, relié mécaniquement et électriquement au substrat. Alternativement, ce moyen de fixation peut être électriquement isolant et relié uniquement mécaniquement au substrat. Dans les deux cas, le moyen de fixation de l'absorbeur au dessus du substrat est

30

35

avantageusement constitué d'un pilier disposé perpendiculairement par rapport au plan dans lequel s'inscrit le substrat, dont la tête est en continuité avec l'absorbeur.

5 Dans un mode de réalisation particulier et quelle que soit la nature de la connexion électrique, le détecteur selon l'invention est constitué par une jonction p/n ou n/p.

En relation avec le procédé de fabrication d'un détecteur thermique selon l'invention, un contre-masque métallique, de surface égale à celle de la tête du pilier, est inséré entre la tête dudit pilier et l'absorbeur.

10

Un ou plusieurs détecteurs thermiques selon l'invention sont mis en œuvre dans un dispositif de détection infrarouge de type bolométrique, qui présente préférentiellement une architecture matricielle.

15 En outre, un tel dispositif comprend avantageusement un détecteur thermique de référence ou de compensation, également appelé résistance d'ébasage en relation avec les bolomètres. Celui-ci, par ailleurs en tout point semblable au détecteur thermique actif, est dépourvu de la capacité à détecter les rayonnements électromagnétiques. En pratique, ceci est assuré par l'utilisation, comme moyen de  
20 fixation, d'un pilier métallique dont la tête recouvre entièrement la surface de l'absorbeur, empêchant ainsi toute détection du rayonnement électromagnétique et assurant de plus un couplage thermique efficace avec le substrat.

#### **BREVE DESCRIPTION DES FIGURES**

25

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent, ressortiront mieux des exemples de réalisation qui suivent, donnés à titre indicatif et non limitatif à l'appui des figures annexées.

30 La figure 1 est comme déjà dit, une illustration en perspective (Fig. 1A) ou en plan (Fig. 1B) d'un détecteur élémentaire de rayonnements électromagnétiques, fondé sur le principe de la détection thermique, selon l'art antérieur.

La figure 2 est une représentation schématique en plan d'un détecteur actif conforme à la présente invention selon deux modes de réalisation (Fig. 2A et Fig. 2B), dont la  
35 figure 3 est une vue en section selon la ligne A – A des figures 2A et 2B.

La figure 4 représente schématiquement le principe de lecture en courant du bolomètre.

La figure 5 représente schématiquement une vue en section de la résistance d'ébasage.  
La figure 6 représente schématiquement les différentes étapes dans la fabrication simultanée d'un bolomètre et d'une résistance d'ébasage.

La figure 7 représente une vue schématique en section d'un bolomètre à thermomètre  
5 vertical, dépourvu de connexion entre le substrat et les électrodes inférieures.

La figure 8 est une vue analogue à la figure 7 illustrant une variante du mode de réalisation par liaison capacitive.

La figure 9 est une représentation schématique en section d'un détecteur thermique à jonction p/n ou n/p verticale.

10

#### **EXPOSE DETAILLE DE L'INVENTION**

L'invention concerne donc tout d'abord un détecteur thermique élémentaire, et plus particulièrement la disposition du matériau sensible de ce détecteur, faisant sa  
15 spécificité par rapport à un bolomètre de l'art antérieur, tel qu'illustré à la figure 1.

Un détecteur actif mettant en œuvre un bolomètre de type résistif selon l'invention est décrit plus en détail en relation avec les figures 2 et 3.

20 Un tel bolomètre est réalisé sur un substrat (1) intégrant un circuit de lecture intégré. Sur celui-ci, est élaborée une couche métallique (6), qui sert à la fois de réflecteur du rayonnement infrarouge incident, et de connexion électrique du bolomètre.

Sur cette couche métallique (6) mise en place selon des procédés photolithographiques  
25 usuels, une première couche sacrificielle de 0,2  $\mu\text{m}$  à 0,5  $\mu\text{m}$  sert temporairement de support au film conducteur (4) (de très faible épaisseur afin de limiter les fuites thermiques) qui une fois défini, assure le contact inférieur ou électrode inférieure du thermomètre. Une seconde couche sacrificielle de 2  $\mu\text{m}$  à 2,3  $\mu\text{m}$  permet la construction de la structure bolométrique (2), en particulier l'élaboration du  
30 thermomètre dans son épaisseur par l'intermédiaire d'une tranchée qui débouche sur le matériau conducteur inférieur (4). Après son dépôt, le matériau thermométrique (2) doit être retiré de la surface parallèle au substrat (1), par exemple par polissage mécano-chimique.

A l'issue de cette opération, l'élaboration d'un pilier central (5), destiné à faire fonction de support mécanique du matériau bolométrique (2) au dessus du substrat, doit être entreprise. Elle débute par le dépôt d'une couche d'un matériau absorbeur (3) et du contre-masque (7).

5

L'absorption des photons ou des radiations électromagnétiques nécessite un absorbeur (3). Celui-ci se présente sous la forme d'une couche métallique. Celle-ci permet d'adapter l'impédance entre le vide et la cavité, formée par cette couche métallique (3) et le réflecteur (6), distant du quart ou sensiblement du quart de la longueur d'onde à détecter. Il s'agit généralement d'une couche mince (30 à 100 Å) de nitrure de titane par exemple.

10

Le contre-masque (7) permet la réalisation de la gravure de la couche sacrificielle en vue de l'élaboration du pilier central (5), puis la séparation des détecteurs (en particulier la gravure du matériau thermométrique au fond des tranchées). Après élimination du contre-masque (7) de la région destinée à l'absorption du rayonnement, un dernier niveau de masquage définit l'absorbeur (3) et les bras d'isolation thermique et de maintien du détecteur (8). La forme des bras d'isolation au niveau supérieur et inférieur est donnée à titre indicatif à la figure 2. Il peut s'agir par exemple de deux spirales imbriquées (Fig. 2B).

20

La figure 3 illustre de manière explicite le détecteur conforme à l'invention. Fondamentalement, celui-ci se caractérise par l'extension du matériau bolométrique (2) selon un plan perpendiculaire au substrat, et donc, son absence d'exposition directe au rayonnement incident à détecter.

25

Ledit matériau bolométrique est maintenu suspendu au dessus du substrat au moins par l'intermédiaire de l'absorbeur (3), qui s'étend parallèlement au substrat, et donc peut pleinement recevoir le rayonnement incident à détecter, et ainsi transmettre la quantité de chaleur collectée au matériau bolométrique.

30

Dans le cadre de la mise en oeuvre d'un détecteur thermique selon l'invention dans un dispositif de détection infrarouge de type bolométrique, l'utilisation d'un bolomètre de compensation ou de référence, également appelé résistance d'ébasage, s'avère avantageuse.

35

Afin d'augmenter la sensibilité de la lecture, il est en effet utile de dériver la fraction invariante du courant dans une branche dite «d'ébasage » du circuit, pour n'envoyer que la partie variable du courant vers l'intégrateur.

- 5 Il s'agit de mesurer la valeur de la résistance du matériau thermométrique, représentée par la résistance BOLO dans la figure 4. Parmi les nombreuses façons de la mesurer, la lecture en courant est fréquemment utilisée.

10 Le dispositif faisant fonction d'ébasage doit être faiblement générateur de bruit. Pour cela, l'ébasage est réalisé par l'intermédiaire d'une résistance suffisamment élevée, polarisée en injection directe.

15 Une solution classique consiste à utiliser comme résistance d'ébasage un détecteur thermique constitué du même matériau sensible (2) que le détecteur thermique actif, préférentiellement thermalisé à la température du plan focal, mais incapable de détection.

20 Généralement, ces éléments sont situés en bout de ligne ou de colonne pour gagner de la place. Lorsque la température du plan focal fluctue, les résistances d'ébasage régulent également ces effets, puisqu'ils évoluent avec la température de manière identique à celle des détecteurs actifs.

25 L'efficacité de la fonction d'ébasage est directement liée aux caractéristiques des résistances d'ébasage. Celles-ci doivent d'une part présenter une résistance thermique minimum afin de suivre le plus rapidement possible la température du plan focal (thermalisation) et d'autre part, se révéler réellement aveugles dans les situations d'éblouissement, c'est à dire de très fort flux lumineux, plaçant alors le circuit électronique en état de saturation.

30 L'objet de l'invention porte également sur l'amélioration de ces deux caractéristiques. En effet, dans la figure 5, la tête du pilier (5) s'étend à la totalité de la surface du pixel (3), assurant ainsi une réflexion totale du rayonnement infrarouge et une thermalisation optimale par l'intermédiaire des couches métalliques épaisses constituant le pilier (5).

35

Dans un mode de réalisation alternatif illustré aux figures 7 et 8, les connexions mécaniques et électriques inférieures sont supprimées, de manière à accroître sensiblement la résistance thermique du détecteur.

5 Selon cette forme particulière de réalisation de l'invention, la lecture de la valeur de la résistance thermométrique est assurée par couplage capacitif de l'électrode inférieure (4) du bolomètre avec une électrode située sur le circuit de lecture (1).

10 L'absorbeur (3) est suspendu au-dessus du substrat (1) par un moyen de fixation (5), avantageusement sous la forme d'un pilier central (13, 14), relié mécaniquement au substrat (1).

Selon une première variante (figure 7), le pilier (13) est isolant électrique. Le matériau bolométrique (2), ainsi que les électrodes (4), sont alors constituées de deux  
15 parties isolées électriquement, respectivement (2a, 2b) et (4a, 4b).

La liaison capacitive conforme à l'invention s'établit entre les électrodes (4a, 4b) solidarisées au niveau de la tranche inférieure du matériau bolométrique (2) et une  
20 couche métallique (6) élaborée sur le substrat, qui sert à la fois de réflecteur du rayonnement infrarouge incident, et de connexion électrique du bolomètre.

La lecture de la valeur de la résistance thermométrique est donc assurée par couplage capacitif des électrodes inférieures (4a, 4b) du micro-bolomètre (2) avec l'électrode  
25 (6) située sur le substrat ou le circuit de lecture (1). Le courant en provenance de l'électrode (4a), après avoir traversé la résistance bolométrique (2a) parcourt l'électrode supérieure (3), puis la seconde partie (2b) du bolomètre jusqu'à la seconde partie (4b) de l'électrode inférieure. Par couplage capacitif entre l'électrode (4a) et l'électrode (6a) d'une part, et entre l'électrode (4b) et l'électrode (6b) d'autre part, on peut déterminer la lecture entre les électrodes (6a) et (6b).

30

Les électrodes (6a) et (6b) constituent donc, dans cette forme de réalisation, les points H et L du circuit électrique du détecteur, entre lesquels est mesurée ou lue la variation de tension précitée.

Selon la variante de la figure 8, le pilier (14) est conducteur électrique. Le matériau sensible est alors continu et ne constitue donc plus qu'une seule partie. Corollairement, l'électrode (6) est également unique.

- 5 Le courant électrique en provenance de l'électrode (4), après avoir traversé le matériau bolométrique (2), traverse l'électrode supérieure (3) puis redescend par le pilier (14) jusqu'au pied (6L) solidarisé au substrat (1). Le couplage capacitif intervient entre l'électrode (4) et l'électrode (6H), également unique. Il est mesuré entre les points H et L.

10

Cette solution présente un avantage évident et décisif en termes de prévention des fuites thermiques et de polarisation optimisée par rapport aux détecteurs de l'art antérieur. Ce faisant, les performances du dispositif de détection mettant en œuvre de tels détecteurs sont singulièrement améliorés.

15

Dans cette configuration, le bolomètre de référence à mettre en oeuvre est élaboré selon le même principe que celui de la résistance d'ébasage illustré en relation avec la figure 5.

- 20 Selon l'invention, une diode ou jonction p/n ou n/p (9, 10) fonctionnant en direct peut également convenir pour une application de détection thermique, comme illustré à la figure 9. Cette jonction peut être réalisée en inversant par exemple le type du matériau déposé par implantation ionique ou une diffusion d'un dopant sur une profondeur convenable.

25

La configuration dite « verticale » de l'invention se prête à la réalisation de détecteur performant, en limitant l'excès de bruit apporté par la résistance série du détecteur qui, dans cette configuration, est extrêmement réduite.

- 30 Le détecteur d'ébasage à jonction verticale correspondant est élaboré selon le principe décrit à la figure 5. Il est constitué des régions de type p et n. Cette option peut éventuellement être couplée avec la liaison capacitive, précédemment décrite et illustrée aux figures 7 et 8.

- 35 On a représenté en relation avec la figure 6 un exemple des différentes étapes entrant dans la fabrication d'un dispositif de détection infrarouge de type bolométrique intégrant un bolomètre et une résistance d'ébasage conformes à l'invention, et dans

lequel le circuit de détection bolométrique est constitué de bolomètres sensibles et de résistances d'ébasage élaborés sur un substrat ou un circuit CMOS (1).

5 Figure 6A : Dépôt et gravure d'une couche métallique (6), destinée à assurer les fonctions de réflecteur et d'éléments de connectique.

10 Figure 6B : Couchage d'une couche sacrificielle de 0,2 à 0,5  $\mu\text{m}$  d'épaisseur (polyimide) sur le réflecteur (6), puis ouverture de celle-ci afin d'établir le contact avec des électrodes inférieures (4) du bolomètre avec le substrat (1). Ensuite, dépôt et gravure de l'électrode inférieure (4), dont une partie sert également de structure de connexion et de maintien des bolomètres.

15 Figure 6C : Couchage d'une couche sacrificielle de 2  $\mu\text{m}$  à 2,3  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Gravure de tranchées verticales dans la couche sacrificielle (polyimide). L'électrode inférieure (4) sert de couche d'arrêt à la gravure de la couche sacrificielle. Afin de maîtriser le profil de gravure, un contre-masque peut s'avérer nécessaire. Il est ôté avant le dépôt du film suivant.

20 Figure 6D : Dépôt du matériau thermométrique bolométrique (2). Le dépôt doit présenter une bonne couverture de marche. Il est préférentiellement réalisé par un procédé chimique, et par exemple, en PECVD.

25 Figure 6E : Couchage d'une couche organique (résine ou polyimide) préparatoire au polissage mécano-chimique.

Figure 6F : Polissage mécano-chimique de la surface parallèle au substrat (1) du matériau thermomètre (2).

30 Figure 6G : Dépôt d'une couche de TiN (30 à 100  $\text{\AA}$ ) constituant l'électrode supérieure (3) et d'un contre-masque en aluminium (7).

Figure 6H : Gravure de l'ouverture de contact dans la couche sacrificielle.

35 Figure 6I : Dépôt de la gravure de la métallisation (Ti, TiN, WSi) (5) assurant la connexion de l'électrode supérieure (3) avec le substrat (1).

Figure 6J : Réticulation des détecteurs en utilisant le contre-masque en aluminium (7).

- 5 Figure 6K : Gravure du contre-masque (7) sur les détecteurs actifs, puis définition sur ceux-ci de l'électrode supérieure qui sert également d'absorbeur (3).

Figure 6L : Libération des détecteurs actifs et des résistances d'ébasage par gravure des couches sacrificielles.

10

Préférentiellement, le détecteur de l'invention comprend une architecture matricielle, afin de réaliser de l'imagerie infrarouge.

- 15 L'utilisation de microstructures en couche mince permet de réaliser une isolation thermique efficace de la matrice de détecteurs, par rapport au circuit de lecture (1). Par exemple, ces microstructures peuvent être élaborées suivant différents procédés qui conduisent à la fabrication de microponts.

- 20 Le thermomètre est réalisé en couche mince (0.005  $\mu\text{m}$  à 1  $\mu\text{m}$ ) de matériau semi-conducteur amorphe ou polycristallin (Si, Ge, SiC, a-Si:H, a-SiC:H, a-SiGe:H, Ferrite, oxydes de Vanadium,...). Ces couches sont obtenues à l'aide des techniques de dépôt basse température, habituellement utilisées pour ces matériaux : pulvérisation cathodique, décomposition thermique (LPCVD) ou plasma (PECVD).

- 25 Le dopage éventuel de ces couches est réalisé en introduisant un gaz dopant (BF<sub>3</sub>, PH<sub>3</sub>, ...) dans le réacteur ou bien par implantation ionique. La gravure de ces matériaux est généralement réalisée par des procédés d'attaque chimique assistée par plasma.

- 30 Les matériaux métalliques (Ti, TiN, Pt, Al, Pd, Ni, NiCr, ...) constituant les électrodes et les diverses métallisations, sont également déposées par pulvérisation cathodique, ou par décomposition thermique (LPCVD) ou plasma (PECVD). Ces métallisations sont définies par des procédés de gravure chimique, plasma ou par un procédé de « lift off ». L'épaisseur de ces couches est comprise entre 0,005  $\mu\text{m}$  et  
35 1  $\mu\text{m}$ .

La solution préconisée par l'invention présente un certain nombre d'avantages par rapport aux détecteurs de l'art antérieur.

5 On peut tout d'abord mentionner l'optimisation de l'absorption optique et de l'isolation thermique de ces détecteurs, inhérente à la libération de la surface effective de détection, notamment au seul profit de l'absorbeur.

10 On peut également citer la possibilité d'améliorer la résolution optique, de par la diminution possible du pas de localisation desdits détecteurs, c'est-à-dire du pas des matrices de détection les mettant en œuvre, et corollairement de l'augmentation du facteur de remplissage, en raison de l'architecture particulière proposée, notamment des éléments dimensionnels des bras d'isolation thermique, positionnés selon deux niveaux différents.

15 On peut noter enfin l'optimisation du détecteur conforme à l'invention en termes de masse thermique, puisque la totalité du matériau thermomètre est active, grâce au contact réalisé sur la tranche de ce dernier.

**REVENDICATIONS**

1. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique, comprenant :
- 5
- un matériau sensible (2), dont une propriété électrique varie avec la température ;
  - un absorbeur (3) du rayonnement électromagnétique en contact avec ledit matériau sensible (2) ;
  - un substrat (1) assurant la fonction de support (1) ;
  - des éléments conducteurs de l'électricité assurant la continuité électrique
- 10 entre le matériau sensible (2) et le substrat (1) ;
- caractérisé :***
- en ce que le matériau sensible (2) se présente en tout ou en partie sous la forme d'une tranche s'étendant selon une direction sensiblement perpendiculaire au plan dans lequel s'inscrit le substrat (1) ;
  - 15 - en ce que ledit matériau sensible (2) est maintenu suspendu par l'absorbeur (3) au-dessus du substrat (1), ledit absorbeur (3) étant solidarisé au matériau sensible (2) au niveau de la zone supérieure de la tranche ;
  - et en ce que l'absorbeur (3) est lui-même suspendu par un moyen de fixation (5), relié mécaniquement audit substrat (1).
- 20
2. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon la revendication 1, ***caractérisé*** en ce que le matériau sensible (2) présente une résistivité qui varie avec la température, et est constitué d'un matériau bolométrique.
- 25
3. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon la revendication 2, ***caractérisé*** en ce que le matériau sensible (2) est constitué d'un matériau semi-conducteur choisi dans le groupe comprenant le silicium polycristallin ou amorphe de type p ou n, le germanium polycristallin ou
- 30 amorphe de type p ou n, leurs alliages, les oxydes de vanadium et les ferrites.
4. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon l'une des revendications précédentes, ***caractérisé*** en ce que l'absorbeur (3) se présente sous la forme d'une couche, située dans un plan sensiblement parallèle à celui
- 35 du substrat (1).

5. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé* en ce que le matériau sensible (2) présente une surface cylindrique continue ou discontinue.
- 5 6. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon la revendication 5, *caractérisé* en ce que la base de la surface cylindrique constitutive du matériau sensible (2) est de forme carrée, rectangulaire, circulaire ou hexagonale.
- 10 7. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé* en ce qu'il comprend une couche (6), réfléchissante dudit rayonnement électromagnétique et conductrice électriquement, située dans un plan sensiblement parallèle à l'absorbeur (3).
- 15 8. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé* en ce que le contact entre les électrodes inférieures (4) en contact avec le matériau sensible (2), et le substrat (1) ou la couche réfléchissante (6), est assuré au moyen de connexions mécaniques ou électriques.
- 20 9. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon l'une des revendications précédentes, *caractérisé* en ce que le moyen de fixation (5) est constitué par un pilier conducteur électrique disposé perpendiculairement au plan dans lequel s'inscrit le substrat (1), la tête du pilier étant en continuité électrique avec l'absorbeur (3).
- 25 10. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon l'une des revendications 1 à 7, *caractérisé* en ce que la conduction électrique entre les électrodes inférieures (4) en contact avec le matériau sensible (2), et le substrat (1) ou la couche réfléchissante (6), est assurée par couplage capacitif.
- 30 11. Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon la revendication 10, *caractérisé* :
- en ce que le matériau sensible (2) se présente sous la forme d'une tranche continue s'étendant selon une direction sensiblement perpendiculaire au plan dans lequel s'inscrit le substrat (1) ;
- 35

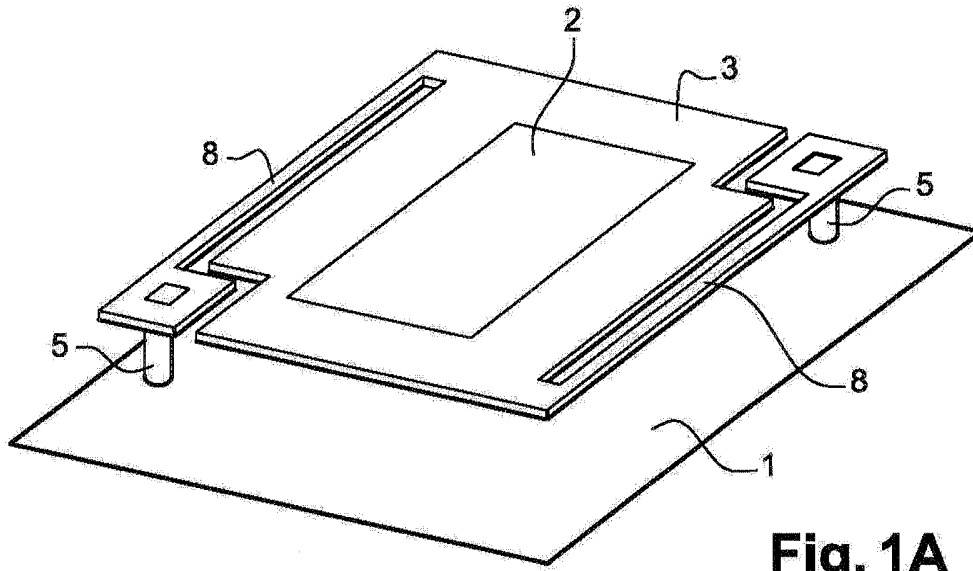
- en ce que ledit matériau sensible (2) est maintenu suspendu par l'absorbeur (3) au-dessus du substrat (1), ledit absorbeur (3) étant solidarisé au matériau sensible (2) au niveau de la zone supérieure de la tranche constitutive du matériau sensible (2) ;
- 5 • en ce que l'absorbeur (3) est lui-même suspendu par un moyen de fixation (5, 14) électriquement conducteur, relié mécaniquement et électriquement audit substrat (1) ;
- et en ce que le couplage capacitif est assuré entre un élément conducteur (4) solidarisé au matériau sensible (2) au niveau de la zone inférieure de la
- 10 tranche et un élément conducteur (6) se présentant sous la forme d'une couche métallique conductrice, positionnée sur le substrat (1).

**12.** Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon la revendication 10, *caractérisé* :

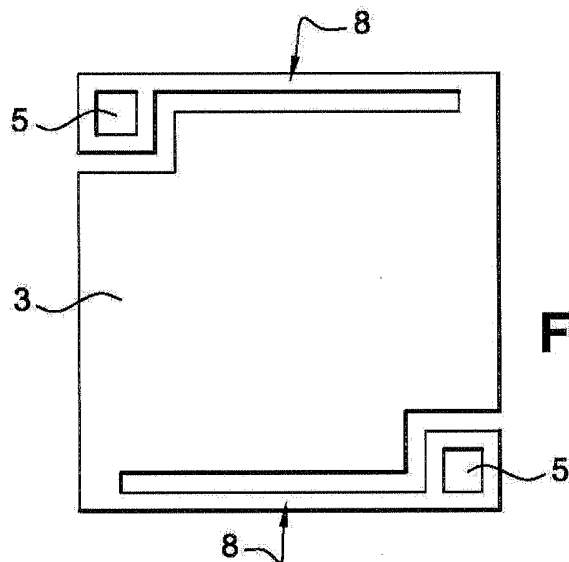
- 15 • en ce que le matériau sensible (2) se présente sous la forme d'une tranche constituées de deux parties (2a, 2b) isolées électriquement l'une de l'autre, et s'étendant selon une direction sensiblement perpendiculaire au plan dans lequel s'inscrit le substrat (1) ;
- en ce que ledit matériau sensible (2a, 2b) est maintenu suspendu par
- 20 l'absorbeur (3) au-dessus du substrat (1), ledit absorbeur (3) étant solidarisé au matériau sensible (2) au niveau de la zone supérieure de la tranche constitutive du matériau sensible (2) ;
- en ce que l'absorbeur (3) est lui-même suspendu par un moyen de fixation (5, 13) électriquement isolant, relié mécaniquement audit substrat (1) ;
- 25 • et en ce que le couplage capacitif est assuré entre deux éléments conducteurs (4a, 4b), solidarisés respectivement au matériau sensible (2) au niveau de la zone inférieure de chacune des deux parties (2a, 2b) le constituant, et deux éléments conducteurs (6a, 6b) se présentant chacun
- 30 sous la forme d'une couche métallique conductrice, positionnée sur le substrat.

**13.** Détecteur thermique d'un rayonnement électromagnétique selon l'une des revendications 1 à 12 *caractérisé* en ce que le détecteur est constitué par une jonction p/n.

14. Dispositif de détection d'un rayonnement infrarouge, *caractérisé* en ce qu'il met en œuvre au moins un détecteur thermique selon l'une des revendications 1 à 13.
- 5 15. Dispositif de détection d'un rayonnement infrarouge selon la revendication 14, *caractérisé* en ce qu'il présente une structure matricielle comportant au moins deux détecteurs thermiques.
- 10 16. Dispositif de détection d'un rayonnement infrarouge selon la revendication 15, *caractérisé* en ce qu'il associe :
- au moins un détecteur thermique actif, tel que défini à l'une des revendications 1 à 13 ; et
  - un détecteur thermique dit de référence, semblable au détecteur actif mais dépourvu de la capacité à détecter les rayonnements électromagnétiques.
- 15
17. Dispositif de détection d'un rayonnement infrarouge selon la revendication 16, *caractérisé* en ce que l'incapacité du détecteur dit de référence à détecter les rayonnements électromagnétiques est assurée par le fait que la tête du pilier constituant le moyen de fixation (5) recouvre entièrement la surface de l'absorbeur (3).
- 20



**Fig. 1A**



**Fig. 1B**

**Fig. 1** ART ANTERIEUR

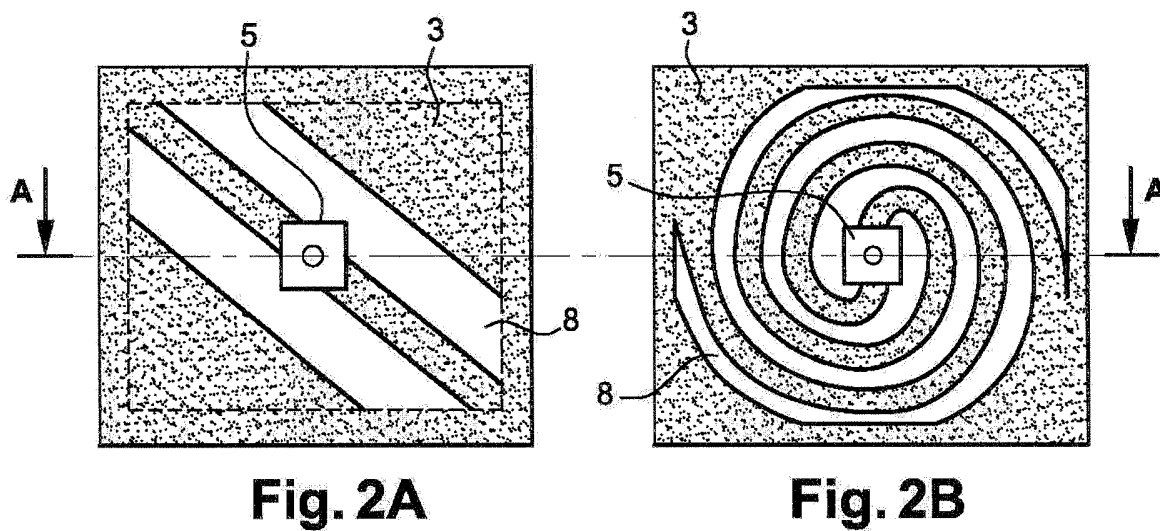


Fig. 2

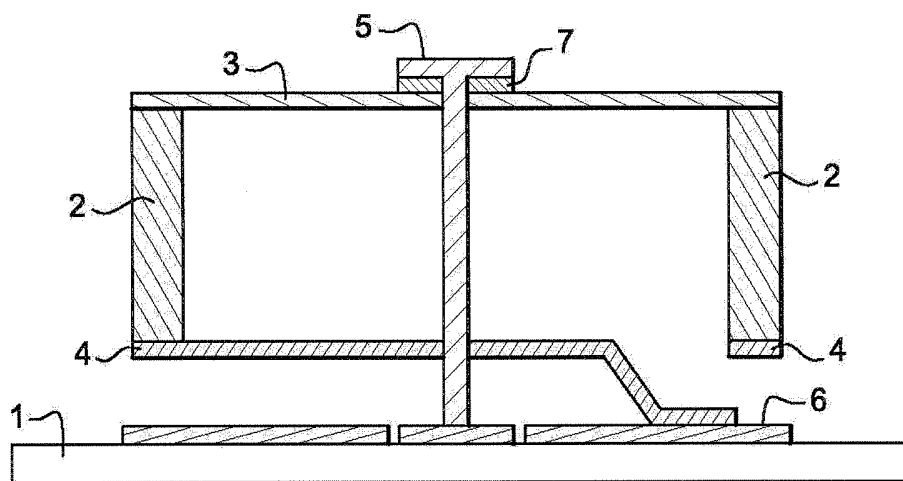
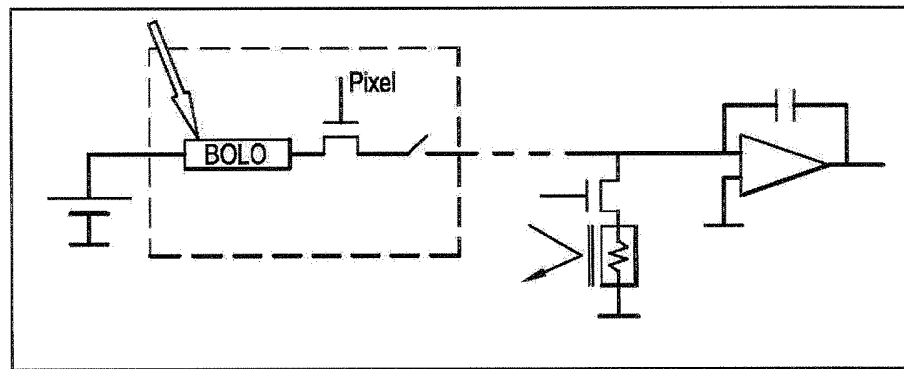
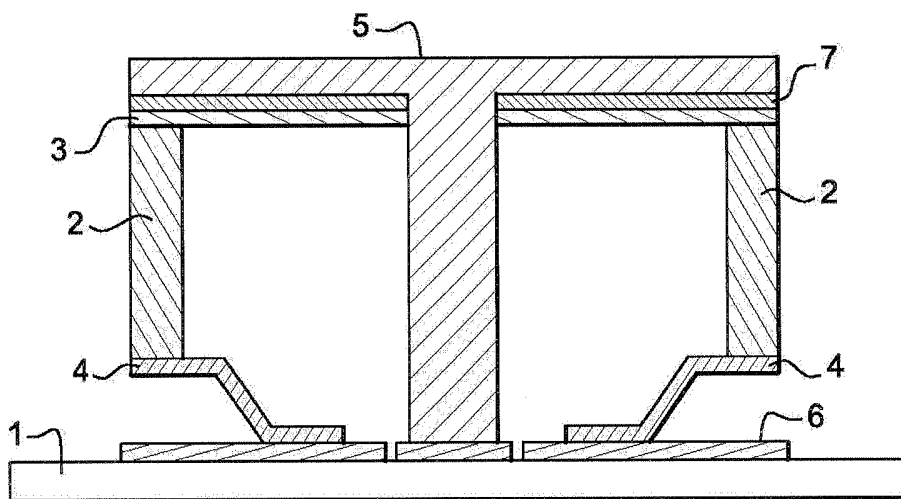


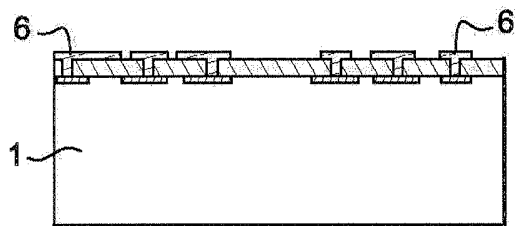
Fig. 3



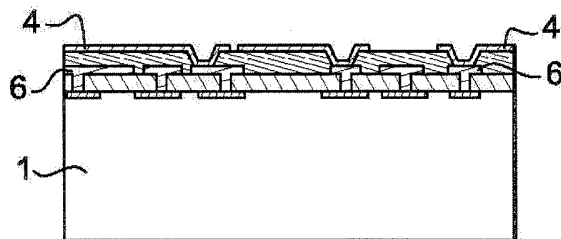
**Fig. 4**



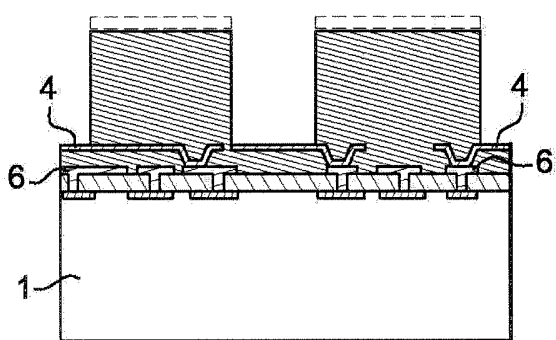
**Fig. 5**



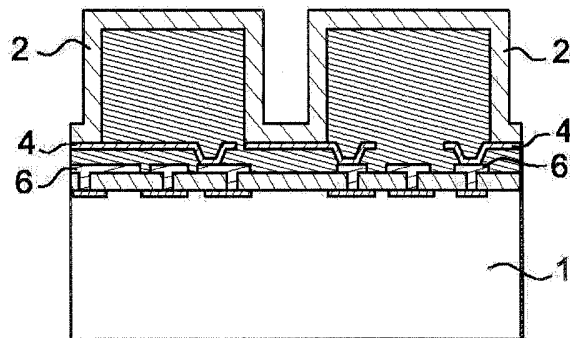
**Fig. 6A**



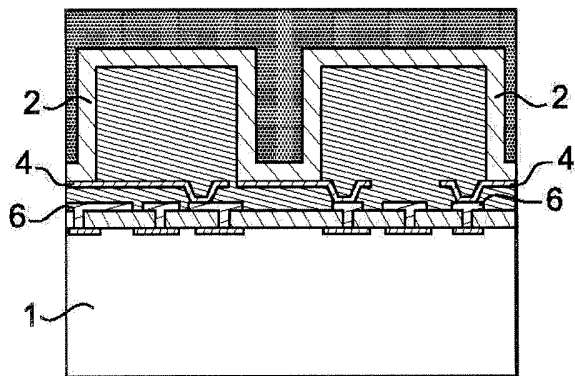
**Fig. 6B**



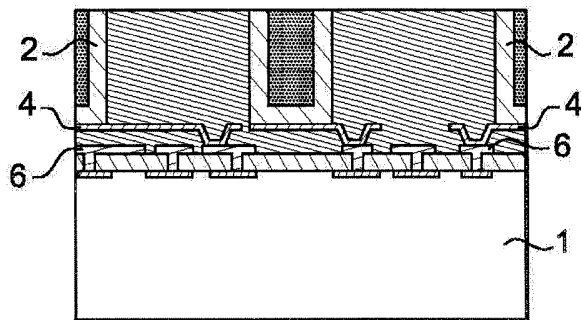
**Fig. 6C**



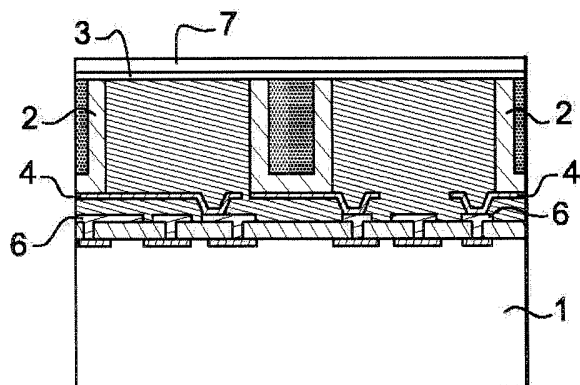
**Fig. 6D**



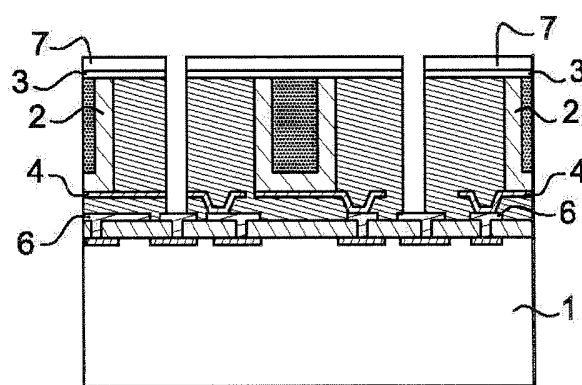
**Fig. 6E**



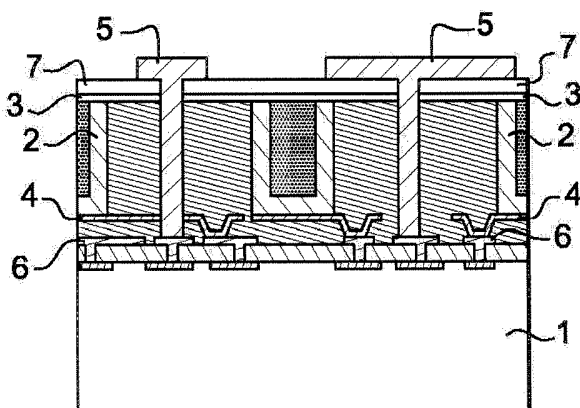
**Fig. 6F**



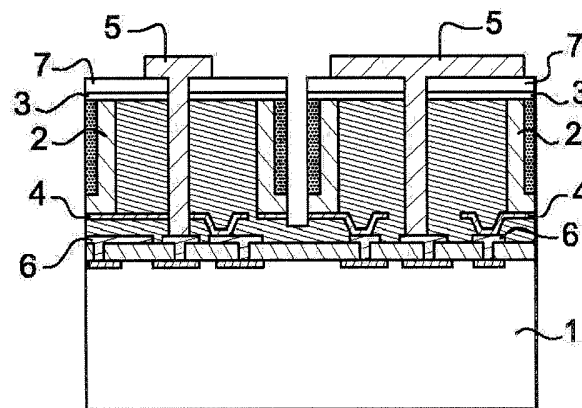
**Fig. 6G**



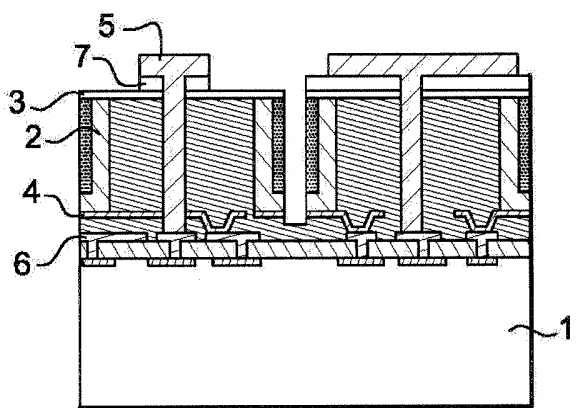
**Fig. 6H**



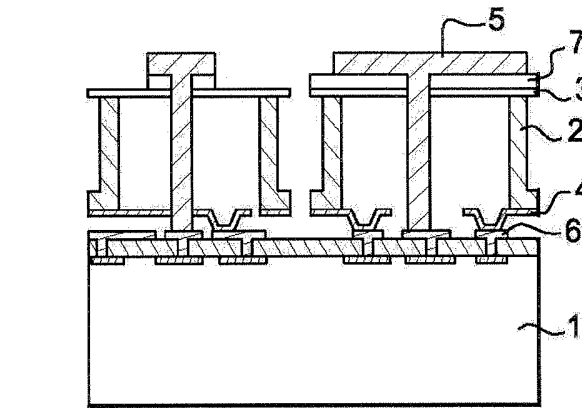
**Fig. 6I**



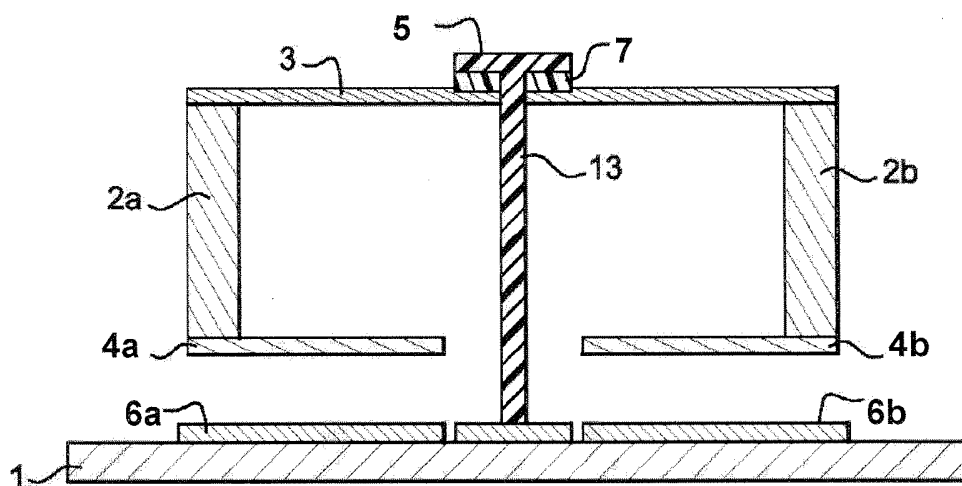
**Fig. 6J**



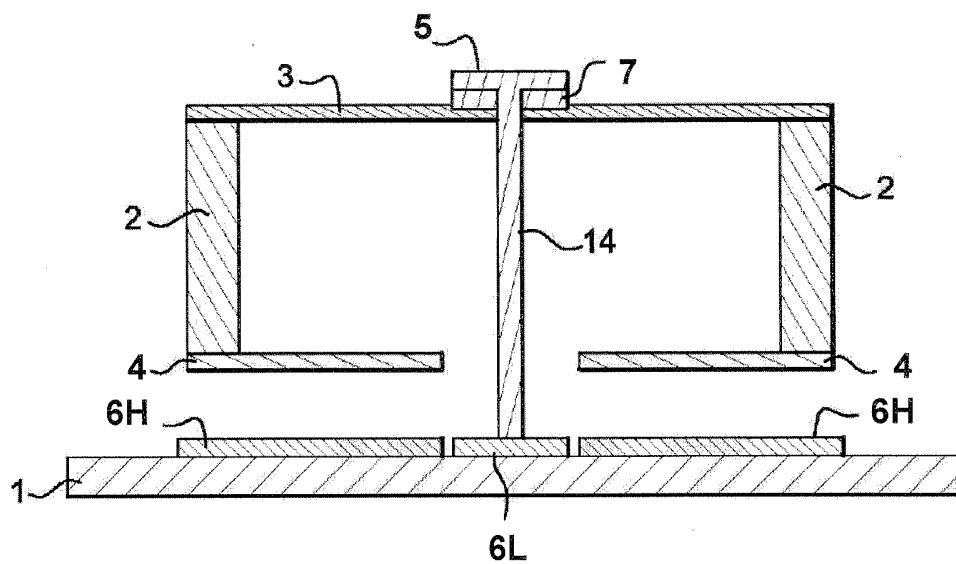
**Fig. 6K**



**Fig. 6L**



**Fig. 7**



**Fig. 8**

7/7

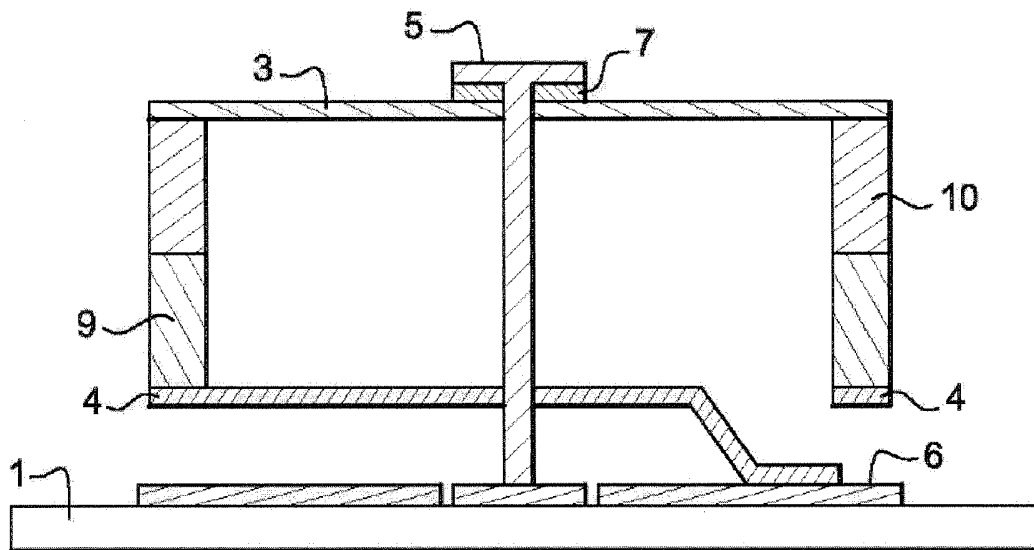


Fig. 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2006/050378

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01J5/20

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, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 00/37906 A (DAEWOO ELECTRONICS CO., LTD) 29 June 2000 (2000-06-29) page 6 - page 7 figures 1-4	1
A	US 5 912 464 A (VILAIN ET AL) 15 June 1999 (1999-06-15) column 3, line 32 - column 6, line 17; figures 1,2	1

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

10 August 2006

Date of mailing of the international search report

18/08/2006

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacquin, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/FR2006/050378

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 0037906	A	29-06-2000	CN 1327535 A	19-12-2001
			EP 1147388 A1	24-10-2001
			JP 2002533667 T	08-10-2002
US 5912464	A	15-06-1999	DE 69716546 D1	28-11-2002
			DE 69716546 T2	05-06-2003
			EP 0828145 A1	11-03-1998
			FR 2752299 A1	13-02-1998
			JP 10090054 A	10-04-1998

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2006/050378

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
 INV. G01J5/20

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, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 00/37906 A (DAEWOO ELECTRONICS CO., LTD) 29 juin 2000 (2000-06-29) page 6 - page 7 figures 1-4	1
A	US 5 912 464 A (VILAIN ET AL) 15 juin 1999 (1999-06-15) colonne 3, ligne 32 - colonne 6, ligne 17; figures 1,2	1

 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

10 août 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/08/2006

 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, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Jacquin, J

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2006/050378

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0037906	A	29-06-2000	CN 1327535 A	19-12-2001
			EP 1147388 A1	24-10-2001
			JP 2002533667 T	08-10-2002
-----				
US 5912464	A	15-06-1999	DE 69716546 D1	28-11-2002
			DE 69716546 T2	05-06-2003
			EP 0828145 A1	11-03-1998
			FR 2752299 A1	13-02-1998
			JP 10090054 A	10-04-1998
-----				