

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/144455 A1

(43) Date de la publication internationale
31 août 2017 (31.08.2017)

- (51) Classification internationale des brevets :
G06K 9/00 (2006.01) *G01K 7/22* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/053919
- (22) Date de dépôt international :
21 février 2017 (21.02.2017)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1651423 22 février 2016 (22.02.2016) FR
- (71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR]; Bat le Ponant, 25 rue Leblanc, 75015 PARIS (FR).
- (72) Inventeurs : BECKER, Sébastien; 18 rue de la Cigogne, 38500 VOIRON (FR). MAINGUET, Jean-François; 18 rue Louvois, 38100 GRENOBLE (FR). TEMPLIER, François; c/o Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, DRT/LETI/DOPT, 17 rue des Martyrs, 38000 GRENOBLE (FR). BOUTET, Jérôme; 48 allée de la Chenevarie, 38640 CLAIX (FR).
- (74) Mandataire : BREVALEX; 56 Boulevard de l'Embouchure, B.P. 27519, 31075 TOULOUSE Cedex 2 (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

- (54) Title : SENSOR OF THERMAL PATTERNS WITH THERMO-RESISTIVE CAPSULES
- (54) Titre : CAPTEUR DE MOTIFS THERMIQUES À CAPSULES THERMO-RESISTIVES

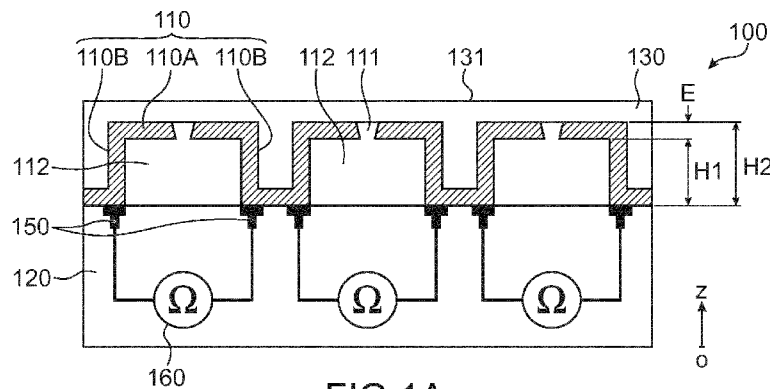


FIG. 1A

(57) Abstract : The invention relates to a sensor (300) of thermal patterns of an object, in particular a papillary print, comprising a contact surface for applying the object thereto, and configured to allow thermal exchanges between this object and sensitive elements situated above a substrate and under said contact surface. These sensitive elements are formed by a series of three-dimensional structures (310), termed capsules, formed of thermo-resistive material. Each capsule (310) delimits the lateral and upper boundaries of a gas-filled or vacuum-sealed cavity, and is connected to means for reading its electrical resistance, by two first connection pads situated in or on the substrate. Such a sensor offers an excellent rate of filling of the detection surface by the sensitive elements, namely the capsules. Furthermore, the air or the vacuum contained in the capsules insulates them from the substrate, thereby contributing to the quality of an image of the object, formed with the aid of the sensor.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/144455 A1

Publiée :

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

L'invention concerne un capteur (300) de motifs thermiques d'un objet, en particulier une empreinte papillaire, comprenant une surface de contact pour y appliquer l'objet, et configuré pour permettre des échanges thermiques entre cet objet et des éléments sensibles, situés au-dessus d'un substrat et sous ladite surface de contact. Ces éléments sensibles sont formés par une série de structures tridimensionnelles (310), dites capsules, formées en matériau thermo-résistif. Chaque capsule (310) délimite les frontières latérales et supérieure d'une cavité remplie d'un gaz ou scellée sous vide, et est connectée à des moyens de lecture de sa résistance électrique, par deux premiers plots de connexion situés dans ou sur le substrat. Un tel capteur offre un excellent taux de remplissage de la surface de détection par les éléments sensibles que sont les capsules. En outre, l'air ou le vide contenu dans les capsules les isole du substrat, ce qui contribue à la qualité d'une image de l'objet formée à l'aide du capteur.

CAPTEUR DE MOTIFS THERMIQUES À CAPSULES THERMO-RESISTIVES

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne le domaine des capteurs ou détecteurs de motifs thermiques, ou capteurs de l'empreinte thermique d'un objet, pour imager les motifs thermique d'un objet, dit objet à imager.

De tels capteurs forment des transducteurs d'une variation temporelle de température, en une différence de potentiels ou de courants. Ils mesurent notamment une répartition en deux dimensions de la masse thermique d'un objet avec lequel ils sont en contact physique direct, et même de sa capacité thermique et/ou de sa conductivité thermique.

Un tel capteur peut former un appareil d'analyse de type spectromètre de masse, ou débitmètre (en chauffant l'objet en un emplacement et en mesurant jusqu'où la chaleur se propage). Il peut notamment former des moyens de mesures en diverses profondeurs dans un objet, en faisant varier des puissances injectées pour chauffer l'objet, et des temps de mesure.

Il peut former en particulier un capteur d'empreinte papillaire, pour imager une empreinte liée aux plis particuliers de la peau, en particulier une empreinte digitale, mais également une empreinte palmaire, plantaire, ou phalangeaire. Ces diverses empreintes sont désignées ensemble sous le terme d'empreintes papillaires.

Un tel capteur d'empreinte papillaire utilise une différence d'impact thermique, sur une surface de contact, entre des régions en contact physique direct avec le doigt, au niveau des crêtes de l'empreinte, et des régions hors contact physique direct avec le doigt, au niveau des vallées de l'empreinte.

25

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

On connaît dans l'art antérieur différents types de capteurs de motifs thermiques, en particulier des capteurs d'empreinte papillaire.

On connaît par exemple des capteurs basés sur les propriétés pyroélectriques d'un matériau tel que le PVDF. Un tel matériau ne mesure cependant que des variations de température en fonction du temps. Après un intervalle de temps très court, les températures se stabilisent et l'image obtenue est insuffisamment contrastée.

On connaît également des capteurs basés sur les propriétés thermo-résistives d'un matériau, dont la résistance est fonction de la température.

Lorsqu'on pose le doigt sur le capteur, le contact avec le doigt chauffe le matériau thermo-résistif. La température du matériau thermo-résistif varie, selon qu'il soit recouvert par une région du doigt correspondant à une crête de l'empreinte digitale, ou à une vallée de l'empreinte digitale. On peut ainsi former une image de l'empreinte digitale.

Le document US 6,633,656 décrit un exemple d'un tel capteur. Le matériau thermo-résistif est l'oxyde de vanadium (VO_x). Il est déposé sous la forme d'une couche pixellisée, directement sur un substrat, ou isolé de celui-ci par une couche d'un matériau isolant.

Malgré la présence éventuelle du matériau isolant, la chaleur est transmise rapidement de la couche de VO_x vers le substrat, ce qui nuit au contraste de l'image obtenue.

On connaît également le capteur d'empreinte digitale décrit dans l'article de Ji-Song Han, « *Thermal Analysis of Fingerprint Sensor Having a Microheater Array* », International Symposium on Micromechatronics and Human Science, 1999 IEEE.

Dans cet article, les auteurs étudient les caractéristiques d'un capteur thermique dans lequel chaque pixel est constitué d'un barreau de silicium.

Le barreau de silicium présente une région centrale, formant la zone sensible d'un pixel du capteur, encadrée par deux régions latérales recevant des électrodes.

Le barreau de silicium est chauffé, la détection exploitant les propriétés de transmission de chaleur entre le barreau de silicium et la peau.

La zone sensible du barreau de silicium est également encadrée par deux cavités, gravées dans le substrat. Ces deux cavités se rejoignent sous la zone sensible, et améliorent une isolation thermique entre le barreau de silicium et le substrat.

5 Un inconvénient de cette réalisation est notamment que le taux de remplissage surfacique des éléments sensibles, ici les régions centrales des barreaux de silicium, est limité, notamment par l'encombrement latéral des cavités gravées.

10 Un objectif de la présente invention est de proposer un capteur de motifs thermiques tels qu'une empreinte papillaire, présentant à la fois une isolation thermique optimisée entre les éléments sensibles et un substrat, et un fort taux de remplissage des éléments sensibles.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

15 Cet objectif est atteint avec un capteur de motifs thermiques d'un objet, en particulier une empreinte papillaire, comprenant une surface de contact pour y appliquer l'objet, et configuré pour permettre des échanges thermiques entre cet objet, et des éléments sensibles situés au-dessus d'un substrat, sous ladite surface de contact.

Selon l'invention, le capteur comprend une série de structures tridimensionnelles, dites capsules, formées en matériau thermo-résistif et formant lesdits éléments sensibles.

20 De préférence, ce matériau est constitué plus particulièrement de silicium amorphe ou d'un alliage comprenant du silicium amorphe. On désigne alors également par le terme « silicium amorphe », un silicium amorphe hydrogéné, dopé au germanium (Ge) et/ou au bore (B).

Chaque capsule délimite les frontières latérale et supérieure d'une cavité remplie d'un gaz ou scellée sous vide.

25 Chaque capsule est connectée à des moyens de lecture de sa résistance électrique, par deux premiers plots de connexion situés dans ou sur le substrat.

La configuration des éléments sensibles, sous la forme de structures tridimensionnelles situées au-dessus du substrat, et délimitant les frontières latérale et

supérieure d'une cavité remplie d'un gaz ou scellée sous vide, réalise une excellente isolation thermique entre le substrat et ces éléments sensibles.

Cette configuration n'impose pas de creuser le substrat, ce qui permet de réaliser un fort taux de remplissage surfacique de la surface de détection par les éléments sensibles, par exemple supérieur à 0,9.

Les deux premiers plots de connexion s'étendent au niveau du substrat, sous les capsules. Par conséquent, le taux de remplissage n'est pas non plus limité par une connexion latérale aux moyens de lecture des résistances électriques, les capsules étant connectées verticalement aux moyens de lecture.

Dans l'art antérieur mentionné en introduction, on creuse dans le substrat, sous un barreau en matériau thermo-résistif. Une telle gravure est difficilement maîtrisable, notamment en profondeur, de sorte que l'épaisseur d'air entre le substrat et le barreau, et l'isolation thermique correspondante, sont également difficilement maîtrisables. L'invention n'impose pas une telle gravure. Les capsules selon l'invention offrent au contraire un bon contrôle de l'épaisseur de gaz ou de vide, remplissant la cavité et isolant thermiquement le substrat et une paroi supérieure des éléments sensibles.

En outre, les capsules pouvant être scellées sous vide, on peut obtenir une meilleure isolation thermique qu'avec une simple épaisseur d'air.

Enfin, des capsules offrent une meilleure stabilité mécanique, qu'un barreau suspendu tel que décrit dans l'art antérieur.

De préférence, le capteur selon l'invention présente des moyens de chauffage d'une capsule.

Au moins une capsule peut être connectée à une source de courant ou de tension formant des moyens de chauffage d'une capsule, pour l'injection d'un courant ou d'une tension de polarisation adapté(e) à chauffer directement ladite capsule.

En complément ou en variante, les moyens de chauffage d'une capsule peuvent comprendre des composants thermo-résistifs disposés entre deux capsules voisines, et connectés à une source de courant ou de tension, pour l'injection d'un courant ou d'une tension de polarisation adapté(e) à chauffer lesdits composants thermo-résistifs.

Les capsules sont alors avantageusement réparties en lignes pour former une matrice de capsules, et les composants thermo-résistifs s'étendent selon des lignes parallèles aux lignes de capsules.

5 En complément ou en variante, les moyens de chauffage d'une capsule peuvent comprendre au moins un filament métallique, disposé au-dessus d'une capsule, et connecté à une source de courant ou de tension, pour l'injection d'un courant ou d'une tension de polarisation adapté(e) à chauffer le filament.

10 Une couche d'isolation électrique peut s'étendre directement entre la capsule et le filament métallique, excepté au-dessus de deux seconds plots de connexion situés dans ou sur le substrat, et connectés à la source de courant ou de tension.

En variante, le filament métallique peut s'étendre en ligne droite, en contact physique direct avec la capsule, la ligne droite étant orthogonale à un plan vertical reliant les deux premiers plots de connexion.

15 De préférence, le capteur selon l'invention comprend des moyens de pilotage, agencés pour actionner les moyens de chauffage d'une capsule pendant un intervalle de temps prédéterminé, et les moyens de lecture sont connectés à des moyens de comparaison, pour déterminer une variation de la résistance électrique de la capsule entre deux instants prédéterminés.

20 Chaque capsule présente avantageusement une forme de capot dont une paroi supérieure est traversée par au moins un orifice, et dont les parois latérales et supérieure coopèrent avec une couche inférieure sur laquelle repose la capsule, pour délimiter la cavité.

25 De préférence, les capsules s'étendent au-dessus d'une couche d'isolation thermique recouvrant le substrat, chaque capsule présentant deux premiers pieds qui traversent la couche d'isolation thermique, pour venir en contact avec les deux premiers plots de connexion.

Les capsules sont avantageusement séparées les unes des autres, sans contact physique direct entre elles.

30 Le substrat peut être en silicium, et les moyens de lecture de résistance électrique être réalisés en technologie CMOS.

En variante, le substrat peut être en verre, et les moyens de lecture de résistance électrique être réalisés en technologie TFT.

5 Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, le capteur comprend en outre une pluralité de photodiodes et de sources lumineuses réparties sous et/ou entre les capsules.

De préférence, chaque capsule présente une forme de capot, dont une paroi supérieure est traversée par au moins un orifice, et chaque photodiode et/ou chaque source lumineuse s'étend sous la paroi supérieure d'une capsule.

10 Le capteur selon ce mode de réalisation présente de préférence plusieurs types de sources lumineuses, qui diffèrent par une longueur d'onde centrale d'émission.

L'invention couvre également une utilisation d'un capteur selon ce mode de réalisation, pour déterminer si une empreinte papillaire est constituée ou non de tissu vivant humain.

15 L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un capteur selon l'invention, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- dépôt et gravure d'une couche sacrificielle au-dessus du substrat, pour former des plots sacrificiels ;
 - dépôt du matériau des capsules, sur et entre les plots sacrificiels ;
 - évacuation des plots sacrificiels à travers au moins un orifice ouvert dans
- 20 chaque capsule.

De préférence, le substrat est en verre, et la couche sacrificielle est une couche minérale, évacuée par gravure à l'acide fluorhydrique.

25 En variante, le substrat est en silicium, et la couche sacrificielle est une couche organique, évacuée par gravure par plasma d'oxygène.

L'invention concerne enfin un procédé d'utilisation d'un capteur selon l'invention, dans lequel les capsules forment ensemble une matrice de capsules dans laquelle les capsules sont réparties selon des lignes parallèles qui s'étendent chacune sur toute la largeur de la matrice de capsules, la lecture de la résistance électrique des capsules étant

30 réalisée ligne de capsules par ligne de capsules, et le chauffage des capsules étant

également réalisé ligne de capsules par ligne de capsules et de façon synchrone avec la lecture des résistances électriques.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

- 5 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :
- les figures 1A et 1B illustrent un premier mode de réalisation de capteur d'empreinte selon l'invention ;
 - 10 - la figure 2 illustre un deuxième mode de réalisation de capteur d'empreinte selon l'invention, avec une meilleure isolation thermique entre les capsules et le substrat ;
 - la figure 3 illustre une variante du mode de réalisation de la figure 2 ;
 - les figures 4A et 4B illustrent un troisième mode de réalisation de capteur d'empreinte selon l'invention, avec des moyens de chauffage des capsules ;
 - 15 - la figure 4C illustre une variante du mode de réalisation des figures 4A et 4B ;
 - les figures 5A et 5B illustrent une autre variante du mode de réalisation des figures 4A et 4B ;
 - les figures 6A et 6B illustrent un quatrième mode de réalisation de capteur d'empreinte selon l'invention, avec des moyens de chauffage des capsules ;
 - 20 - les figures 7A et 7B illustrent un cinquième mode de réalisation de capteur d'empreinte selon l'invention, pour mettre en œuvre une détection de type thermique actif ;
 - les figures 8A et 8B illustrent de manière schématique un sixième mode de réalisation de capteur d'empreinte selon l'invention, incorporant en outre les éléments
 - 25 d'un capteur optique ; et

- la figure 9 illustre de manière détaillée un capteur d'empreinte du type de celui illustré aux figures 8A et 8B.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

5 Dans la suite, mais de manière non limitative, on décrit plus particulièrement un capteur selon l'invention de type capteur d'empreinte digitale, l'objet à imager étant constitué d'une empreinte digitale.

La figure 1A illustre de façon schématique un premier mode de réalisation d'un capteur d'empreinte papillaire 100 selon l'invention, selon une vue en coupe.

10 Dans la suite, on considérera, à titre d'exemple et de manière non limitative, qu'il s'agit d'un capteur d'empreinte digitale 100.

Le capteur d'empreinte 100 est de type matriciel, c'est-à-dire constitué d'une pluralité d'éléments sensibles, répartis par exemple en lignes et colonnes.

15 Le capteur 100 est configuré pour permettre des échanges thermiques entre une empreinte à imager (non représentée), et des éléments sensibles disposés entre un substrat 120 et une surface de contact 131.

Dans tout le texte, les termes « supérieur » et « inférieur » se rapportent à un axe vertical (Oz), orthogonal au substrat, et orienté du substrat 120 (côté inférieur) vers la surface de contact 131 (côté supérieur).

20 Selon l'invention, chaque élément sensible est constitué d'une structure tridimensionnelle, dite capsule 110.

Les capsules 110 sont constituées d'un matériau thermo-résistif, c'est-à-dire dont la résistivité électrique est fonction de la température. On mesure donc, pour chaque capsule, une résistance électrique qui varie en fonction de sa température.

25 En particulier, la résistance électrique R et la température peuvent être reliées par :

$$R(T_0 + \theta) = R(T_0) * e^{TCR * \theta}$$

avec T_0 la température initiale, θ la variation de température, et TCR le coefficient thermique de résistance du matériau.

Le matériau thermo-résistif est par exemple constitué de silicium amorphe (a-Si), notamment du silicium amorphe hydrogéné (a-Si :H) pouvant être dopé, par exemple par des atomes de bore ou de germanium. Ce matériau présente notamment un très bon TCR , et une bonne résistance mécanique. En outre, c'est un matériau présentant une grande
5 conformité lors du dépôt, permettant que les discontinuités géométriques liées à la forme de capsule n'impliquent pas de discontinuité électrique. Il est compatible avec les technologies standards de type TFT et CMOS (voir plus loin). Enfin, il présente une résistivité compatible avec les circuits de lecture standards des capteurs d'empreinte de type thermique.

10 En variante, le silicium amorphe est mélangé avec un autre composant au sein d'un alliage. On peut par exemple utiliser un alliage comprenant du silicium amorphe, notamment du silicium amorphe hydrogéné (a-Si :H), par exemple $a-Si_xGe_yB_z:H$.

Chaque capsule 110, présente une forme de capot entourant une cavité 112. Le capot est constitué de parois latérales 110B, coiffées par une paroi supérieure 110A.

15 La paroi supérieure 110A est percée par au moins un orifice 111 ou évent, permettant d'évacuer une couche sacrificielle utilisée pour fabriquer la capsule (voir plus loin).

Sur les figures, l'orifice 111 est représenté au centre de la paroi supérieure 110A. L'orifice peut cependant être positionné ailleurs sur la capsule. Il peut également y avoir plusieurs orifices par capsule.

20 Selon un mode de réalisation préféré, les parois latérales 110B s'étendent sensiblement verticales, parallèles à l'axe (Oz). Elles présentent une hauteur constante selon (Oz). La paroi supérieure 110A est une paroi plane, qui s'étend dans un plan horizontal, orthogonale à l'axe (Oz). Elle est en contact physique direct sur tout son périmètre, avec les bords supérieurs des parois latérales 110B.

25 La paroi supérieure 110A présente ici une forme carrée, les parois latérales présentent une forme de cylindre à base carré, et la capsule entoure une cavité 112 en forme de parallélépipède rectangle.

Dans l'exemple illustré en figure 1A, toutes les capsules sont formées d'un seul
30 tenant, reliées entre elles du côté inférieur de leurs parois latérales respectives, par des régions périphériques qui s'étendent directement sur le substrat.

Les parois 110A et 110B des capsules 110 peuvent présenter une épaisseur E d'environ 1 μm , par exemple comprise entre 0,5 et 2 μm , qui suffit à conférer une bonne résistance mécanique à la capsule.

5 En tout état de cause, la réalisation des éléments sensibles sous la forme de capsules leur confère une grande stabilité mécanique, notamment à l'égard des contraintes en pression qui peuvent s'exercer lorsqu'un utilisateur appuie le doigt sur la surface de contact 131.

Les parois supérieures des capsules définissent ensemble une surface de détection du capteur d'empreinte.

10 Chaque capsule peut présenter des dimensions réduites, de sorte que les capsules soient réparties selon un pas de répétition réduit, notamment inférieur à 51 μm , par exemple 50,8 μm ou 25,4 μm . Le capteur d'empreinte 100 offre donc une image présentant une excellente résolution.

15 Les capsules peuvent être disposées très proches les unes des autres. Par exemple, deux capsules voisines peuvent être espacées de seulement quelques centaines de nanomètres l'une de l'autre.

On peut ainsi réaliser une matrice présentant un très bon taux de remplissage surfacique de la surface de détection, par les capsules, et plus particulièrement par les parois supérieures des capsules. Ce taux de remplissage est par exemple supérieur à 0,8 ou
20 même 0,9.

Des capsules englobant une cavité 112 cubique, ou en forme de parallélépipède rectangle, offrent un taux de remplissage optimal.

Dans l'exemple illustré à la figure 1A, chaque capsule 110 repose directement sur le substrat 120.

25 Les capsules ne sont donc en contact avec le substrat qu'au niveau d'une surface périphérique inférieure, sur une face inférieure des parois latérales 110B des capsules.

La cavité définie par chaque capsule est délimitée latéralement par les parois latérales 110B de la capsule. Sur le dessus, elle est délimitée par la paroi supérieure 110A de la capsule. Côté inférieur, elle est délimitée par une surface sur laquelle reposent les
30 capsules, ici le substrat 120.

Chaque cavité 112 peut être remplie d'un gaz tel que l'air, présentant un faible coefficient de conductivité thermique, par exemple inférieur à $1 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et même inférieur à $0,03 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, à 20°C et à la pression atmosphérique. Dans ce cas, chaque cavité 112 ne forme pas forcément un volume fermé.

5 En variante, chaque cavité 112 est fermée hermétiquement et mise sous vide pendant un procédé de scellement. Le cas échéant, la cavité 112 peut alors enfermer un matériau getter, pour conserver la qualité du vide dans le temps. Un matériau getter, ou piège à gaz, limite l'apparition de gaz dans une enceinte. Il peut d'agir d'un métal facilement oxydable tel que du titane, ou du vanadium, du zirconium, du cobalt, du fer, du manganèse,
10 de l'aluminium ou un alliage de ces métaux.

Dans ce cas, la cavité 112 forme un volume fermé.

Cette cavité, remplie d'un gaz tel que l'air ou d'un vide, réalise une excellente isolation thermique entre la capsule et le substrat, et plus particulièrement entre la paroi supérieure 110A de la capsule et le substrat 120.

15 Le substrat 120 est par exemple un substrat compatible avec la technologie CMOS (pour « *Complementary Metal Oxide Semiconductor* »), notamment du silicium. Cette variante est particulièrement adaptée à un capteur d'empreinte digitale, dans lequel les capsules sont réparties selon une matrice de surface allant de quelques mm^2 à quelques cm^2 .

20 En variante, le substrat 120 peut être un substrat compatible avec la technologie TFT (pour « *Thin-film transistor* »), notamment du verre. Cette variante est particulièrement adaptée à un capteur d'empreinte palmaire, dans lequel les capsules sont réparties selon une matrice de grandes dimensions.

 Le substrat reçoit un circuit de lecture de la résistance électrique de chaque capsule.
25 En particulier, chaque capsule est connectée électriquement à deux premiers plots de connexion 150, affleurant ici à la surface supérieure du substrat 120, sous les capsules, ici sous les parois latérales 110B des capsules.

 Les premiers plots de connexion 150 sont en métal, notamment du cuivre ou de l'aluminium.

Chaque premier plot de connexion est ici en contact physique direct avec une capsule.

Les deux premiers plots de connexion 150 sont reliés à des moyens 160 de lecture d'une résistance électrique, symbolisés sur les figures par un ohm-mètre. La lecture de la résistance électrique met en œuvre une polarisation de la capsule en courant, respectivement en tension, et une mesure de tension, respectivement courant.

Le capteur selon l'invention offre donc une connexion verticale entre les capsules 110, et les plots de connexion reliés aux moyens 160 de lecture d'une résistance électrique.

Cette connexion verticale permet de rapprocher les capsules les unes des autres, sans être limité par l'encombrement d'électrodes qui s'étendraient latéralement, à côté et non en dessous des capsules.

La figure 1B illustre une capsule 110 selon une vue en coupe dans un plan parallèle au substrat. Les premiers plots de connexion 150, représentés en transparence, sont reliés ici par un plan vertical, parallèle à une diagonale de la surface supérieure de la capsule.

L'invention n'est pas limitée à cet agencement. De nombreux autres agencements peuvent être envisagés. On détaille dans la suite une règle liant les dimensions d'une capsule et le positionnement de ces plots, assurant qu'un courant de mesure de résistance électrique circule dans les parois supérieures des capsules.

La figure 1B illustre également le plan AA', passant par les premiers plots de connexion 150, et correspondant au plan de la vue en coupe représentée en figure 1A.

Les capsules sont recouvertes par une couche de protection 130, dont la face externe forme la surface de contact 131 du capteur d'empreinte.

Cette couche de protection offre une protection des éléments du capteur, à l'égard des contacts répétés avec les tissus humains.

Ici, la couche de protection 130 s'étend également dans l'espace libre entre deux capsules voisines. En variante, elle s'étend uniquement au-dessus des capsules. Elle présente par exemple une épaisseur d'environ 30 μm , ou moins.

La couche de protection 130 est de préférence isolante électriquement (de résistivité électrique supérieure d'au moins un facteur 10 par rapport aux capsules), pour éviter que le doigt court-circuite les capsules lorsqu'il est appuyé contre la surface de contact 131.

La couche de protection 130 est également conductrice thermiquement. Sa conductivité thermique, est par exemple d'au moins $20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ à 20°C à la pression atmosphérique. Elle permet des transferts de chaleur efficaces et avec des pertes limitées, entre la surface de contact et les capsules.

5 Concrètement, il peut s'agir d'une couche d'oxyde épaisse, d'une couche d'un polymère époxyde (peinture époxy), d'une couche de carbone amorphe dite DLC (pour « *Diamond-Like Carbon* »), etc.

La couche de protection peut contribuer à sceller hermétiquement les capsules, en recouvrant les orifices 111. En variante, l'épaisseur de cette couche de protection, très fine,
10 ne suffit pas à ce scellement hermétique, les capsules étant alors par exemple remplies d'air.

En fonctionnement, l'utilisateur pose le doigt directement sur le capteur d'empreintes, en contact physique direct avec la surface de contact 131.

Dans un premier mode de détection, dit « passif », la peau est alors en contact
15 physique direct avec la surface de contact 131, au niveau des crêtes de l'empreinte digitale. La chaleur corporelle est transférée par conduction, de la surface de contact 131 vers les capsules.

Au niveau des vallées de l'empreinte digitale, il n'y a pas de contact physique direct entre les tissus de la peau et la surface de contact. La chaleur corporelle est donc peu ou
20 pas transférée vers les capsules, à travers la surface de contact 131.

Ainsi, la température d'une capsule indique si elle est surmontée par une crête ou par une vallée de l'empreinte. La température des capsules est mesurée par les moyens
160 de lecture d'une résistance électrique.

La résistance électrique de la capsule est généralement comprise entre $1 \text{ k}\Omega$ et
25 $10 \text{ M}\Omega$.

Chaque valeur de résistance d'une capsule peut être convertie en niveau de gris, par des moyens de conversion non représentés, pour former une image de l'empreinte digitale.

Un second mode de détection, dit « actif », sera décrit dans la suite.

La qualité de l'image formée à l'aide du capteur selon l'invention, en particulier son contraste, dépend notamment de la qualité de l'isolation thermique entre les capsules 110 et le substrat 120.

L'invention permet d'obtenir une isolation thermique optimisée entre les capsules et le substrat, grâce à la configuration des éléments sensibles telle que décrite ci-dessus

Chaque cavité 112 sous la capsule présente une hauteur H1 qui peut être inférieure à quelques micromètres, par exemple entre 0,2 et 5 μm , en particulier 2 μm .

En tout état de cause, plus cette hauteur H1 est importante, meilleure est l'isolation thermique entre la paroi supérieure de la capsule et le substrat.

Pour un agencement donné des premiers plots de connexion, il existe une relation entre la hauteur H2 d'une capsule, et sa largeur a (voir figure 1B), permettant que le courant circule d'un premier plot de connexion 150 à l'autre, en passant par la paroi supérieure 110A de la capsule, et non en passant uniquement par ses parois latérales 110B.

On mesure ainsi une résistance électrique, et donc une température, au niveau de la paroi supérieure de la capsule, c'est-à-dire sous le doigt, là où les échanges thermiques avec le doigt sont les plus importants.

Cette relation définit une valeur de seuil pour H2, la hauteur H2 étant préférentiellement inférieure à cette valeur de seuil. Elle définit également une valeur de seuil pour la hauteur H1 sous la capsule, qui est égale à la hauteur H2 moins l'épaisseur E des parois de la capsule.

Par exemple, pour une capsule dont la paroi supérieure est un carré de côté a , et pour des premiers plots de connexion 150 définissant une diagonale de ce carré (voir figure 1B), H2 vérifie de préférence : $(a * \sqrt{2} + 2 * H2) < 2 * a$.

En variante, pour une capsule dont la paroi supérieure est un carré de côté a , et pour des premiers plots de connexion 150 définissant une largeur de ce carré, passant par son centre, H2 vérifie de préférence : $(a + 2 * H2) < 2 * a$.

Le capteur d'empreinte 100 peut être réalisé à l'aide des étapes suivantes :

- dépôt d'une couche sacrificielle sur le substrat 120;

- gravures locales (par exemple par photolithographie) de la couche sacrificielle, jusqu'au substrat, pour former des plots sacrificiels ;
 - dépôt de matériau thermo-résistif sur et entre les plots sacrificiels, pour former la matrice de capsules ;
- 5
- gravure locale du matériau thermo-résistif, pour former les orifices 111 ;
 - évacuation des plots sacrificiels, en passant par les orifices 111 ;
 - le cas échéant, dépôt de la couche de protection 130.

10 Ce procédé de fabrication offre un excellent contrôle de la forme d'une capsule et de la cavité correspondante, cette cavité définissant l'isolation thermique entre le substrat 120 et la paroi supérieure 110A de chaque capsule.

On peut ainsi réaliser un capteur d'empreinte présentant une isolation thermique contrôlée, et stable dans l'espace, entre les capsules et le substrat.

15 Ce procédé de fabrication est particulièrement simple, d'autant que ce sont directement les capsules qui forment les éléments sensibles du capteur d'empreinte.

Ici, la couche sacrificielle est gravée partout, excepté aux emplacements destinés à former les cavités 112.

20 Le matériau thermo-résistif est déposé, à épaisseur sensiblement constante, sur l'ensemble des surfaces latérales et supérieures des plots sacrificiels, et entre deux plots sacrificiels.

25 Le matériau thermo-résistif formant les capsules peut être déposé par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), en particulier lorsque le capteur d'empreinte est réalisé en technologie CMOS, ou par dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (PECVD), en particulier lorsque le capteur d'empreinte est réalisé en technologie TFT, ou par dépôt physique par phase vapeur (PVD).

La couche sacrificielle peut être en matériau organique. Il peut s'agir d'un polymère, notamment un polymère organique comme le polyimide. Les plots sacrificiels peuvent alors être évacués par gravure par plasma d'oxygène.

30 En particulier, on peut réaliser un capteur d'empreinte compatible avec la technologie TFT, sur un substrat verre, en réalisant les capsules à l'aide d'une couche

sacrificielle polymère (par exemple en polyimide), évacuée ensuite par gravure par plasma d'oxygène, et d'un dépôt PECVD de matériau thermo-résistif.

5 Une couche de passivation, intrinsèque au substrat, le protège et sert de barrière à la gravure par plasma d'oxygène. Cette couche de passivation, non représentée sur les figures, est par exemple en SiN_x ou SiO_x . En variante, le substrat est protégé par une couche spécifique, dite couche d'arrêt de la gravure, non représentée à la figure 1A, et disposée sur le substrat.

10 En variante, la couche sacrificielle peut être en matériau minéral. Il peut s'agir d'un oxyde, par exemple de l'oxyde de silicium. Les plots sacrificiels peuvent alors être évacués par gravure HF (acide fluorhydrique).

15 Dans ce cas, le substrat doit être protégé par une couche d'arrêt de la gravure, non représentée à la figure 1A, et disposée entre le substrat et les capsules. Il peut s'agir d'une couche en SiC, ou AlN, ou Al_2O_3 , etc. L'épaisseur de cette couche est comprise entre 20 et 200nm, préférentiellement 50nm. Cette couche est ouverte au niveau des premiers plots de connexion.

En particulier, on peut réaliser un capteur d'empreinte compatible avec la technologie CMOS, en réalisant les capsules à l'aide d'une couche sacrificielle minérale, évacuée ensuite par gravure HF, et d'un dépôt CVD de matériau thermo-résistif.

20 Le document EP 2 743 659 décrit, dans un autre contexte, un exemple d'un procédé utilisant une couche sacrificielle évacuée ensuite par gravure HF.

La figure 2 illustre de manière schématique un deuxième mode de réalisation de capteur d'empreinte 200 selon l'invention, permettant d'améliorer l'isolation thermique de la capsule vis-à-vis du substrat.

25 Le mode de réalisation de la figure 2 ne sera décrit que pour ses différences relativement au mode de réalisation de la figure 1A. Les références numériques de la figure 2 correspondent à celles de la figure 1A, le premier chiffre étant remplacé par un 2.

30 Dans ce second mode de réalisation, l'isolation thermique entre les capsules 210 et le substrat 220 est encore améliorée, car les parois latérales de la capsule sont isolées thermiquement du substrat par une couche d'isolation thermique 270, qui s'étend ici sous ces parois latérales.

Chaque capsule repose ici directement sur la couche d'isolation thermique 270, sur toute une face inférieure des parois latérales de ladite capsule. La couche d'isolation thermique 270 s'étend elle-même directement sur le substrat.

Afin d'assurer le contact électrique entre les premiers plots de connexion 250 et la capsule 210, celle-ci présente en outre deux premiers pieds 213, ou vias, qui s'étendent
5 chacun verticalement depuis la paroi supérieure de la capsule jusqu'à un premier plot de connexion 250, en traversant la couche d'isolation thermique 270. Chaque premier pied 213 présente une section (dimension dans un plan orthogonal à (Oz)) réduite, comprise par exemple entre 0.5µm et 2µm, de préférence 1 µm.

Les premiers pieds 213 peuvent être positionnés n'importe où sur la capsule, depuis sa paroi supérieure 210A jusqu'au substrat. Les premiers pieds 213 passent par la cavité 212, espacés des parois latérales 210B de la capsule.
10

La distance entre les deux premiers pieds 213 d'une capsule définit une plage de résistances électriques mesurées entre les deux premiers plots de connexion 250 correspondant (associée à une plage de températures de la capsule).
15

On peut ajuster cette distance pour adapter cette plage de résistances électriques aux paramètres d'un circuit de lecture formant les moyens de lecture d'une résistance électrique (voir figure 1A).

On peut notamment ajuster cette distance de façon à minimiser le bruit sur des courants électriques lus par ces moyens de lecture d'une résistance électrique.
20

On peut donc ajuster une plage de résistances électriques mesurées par les moyens de lecture d'une résistance électrique, sans affecter la structure principale de la capsule, en particulier la géométrie de ses parois latérales et de sa paroi supérieure.

Ici, les premiers pieds 213 s'étendent à l'intérieur de la cavité 212, au niveau de deux coins associés à une première diagonale de la surface supérieure de la capsule.
25

Le capteur de la figure 2 peut être réalisé par un procédé similaire au procédé décrit ci-avant, et à l'aide des étapes suivantes :

- dépôt de la couche d'isolation thermique 270 sur le substrat 120, cette couche d'isolation thermique présentant également une fonction d'arrêt de la gravure (pour protéger les couches inférieures lors de l'évacuation des plots sacrificiels) ;
30

- dépôt d'une couche sacrificielle sur la couche 270 ;
- gravures locales de la couche sacrificielle jusqu'à la couche 270 pour former des plots sacrificiels, et gravure locales de la couche sacrificielle et de la couche 270 pour former des canaux ;

- 5
- dépôt de matériau thermo-résistif sur et entre les plots sacrificiels, et dans les canaux, pour former la matrice de capsules avec les pieds 213 ;
 - gravure locale du matériau thermo-résistif, pour former les orifices ;
 - évacuation des plots sacrificiels, en passant par les orifices ;
 - le cas échéant, dépôt de la couche de protection.

10

Pour une couche sacrificielle minérale (par exemple SiO_2) avec gravure HF, la couche 270 peut être de l'AlN, de l' Al_2O_3 , du SiC, du carbone amorphe, du DLC et éventuellement du polyimide.

15 Pour une couche sacrificielle en polyimide avec gravure par plasma d'oxygène, la couche 270 peut être du SiN, du SiO_2 ou du SiON.

La figure 3 illustre de manière schématique une variante de ce deuxième mode de réalisation de capteur d'empreinte.

20 Le mode de réalisation de la figure 3 ne sera décrit que pour ses différences relativement au mode de réalisation de la figure 2. Les références numériques de la figure 3 correspondent à celles de la figure 2, le premier chiffre étant remplacé par un 3.

Ici, les capsules sont isolées physiquement les unes des autres, sans contact physique direct entre elles. Elles sont ainsi isolées thermiquement et électriquement les unes des autres, ce qui améliore le contraste d'une image de l'empreinte obtenue à l'aide du capteur d'empreinte 300 selon l'invention.

25 Ici, le matériau thermo-résistif des capsules ne s'étend pas entre les capsules, du côté du substrat. En revanche, le matériau thermo-résistif des capsules s'étend également entre les capsules, à même hauteur et même épaisseur que leurs parois supérieures respectives. Des tranchées 314 s'étendent dans ce matériau thermo-résistif, entre les capsules, pour isoler les capsules les unes des autres.

De préférence, les tranchées 314 séparant les capsules forment ensemble une grille constituée d'une première série de tranchées parallèles, sécante avec une seconde série de tranchées parallèles.

Selon ce mode de réalisation, les fonctions d'arrêt de la gravure et d'isolation thermiques sont remplies par deux couches différentes. Une couche 340 d'arrêt de la gravure s'étend au-dessus de la couche 370 d'isolation thermique, qui s'étend elle-même sur le substrat 320. Ici, la couche 370 est déposée directement sur le substrat, sans couche intermédiaire, et la couche 340 est déposée directement sur la couche 370, sans couche intermédiaire.

Le capteur de la figure 3 peut être réalisé par un procédé similaire au procédé décrit ci-avant, et à l'aide des étapes suivantes :

- dépôt sur le substrat 320 de la couche d'isolation thermique 370 ;
- dépôt sur la couche 370 de la couche 340 d'arrêt de la gravure ;
- dépôt d'une couche sacrificielle sur la couche 340 ;
- gravures locales de la couche sacrificielle jusqu'à la couche 340 pour former des plots sacrificiels, et gravure locales de la couche sacrificielle et des couches 340 et 370 pour former des canaux ;
- dépôt de matériau thermo-résistif dans les interstices entre les plots sacrificiels, et au-dessus de ces derniers, et dans les canaux, pour former la matrice de capsules avec les pieds ;
- gravure locale du matériau thermo-résistif, pour former les orifices 311 dans les capsules 310, et les tranchées 314 entre les capsules ;
- évacuation des plots sacrificiels, en passant par les orifices 111, respectivement les tranchées 314 ;
- le cas échéant, dépôt de la couche de protection.

Les plots sacrificiels aux emplacements destinés à former les espaces de séparation entre les capsules peuvent former ensemble une grille, avec un plot sacrificiel associé à une capsule dans chaque trou de la grille.

Ce procédé est particulièrement avantageux puisque la séparation des capsules est réalisée dans une même étape technologique que la gravure des orifices dans les capsules.

En variante, le capteur d'empreinte ne diffère du capteur de la figure 1A ou 2 qu'en ce que les portions du matériau thermo-résistif entre les capsules, côté substrat, sont
5 ouvertes par des tranchées séparant des capsules voisines.

Dans la suite, on décrit différents modes de réalisation d'un capteur d'empreinte selon l'invention, présentant des moyens de chauffage des capsules.

Comme détaillé ci-avant, dans un mode de détection passif, lorsque le doigt est posé sur le capteur, chaque capsule s'échauffe plus ou moins, voire pas du tout, selon qu'elle est
10 surmontée par une crête ou par une vallée de l'empreinte. Cependant, après un certain temps, la température du capteur peut s'homogénéiser, de sorte que la différence de température entre une capsule associée aux crêtes et une capsule associée aux vallées de l'empreinte diminue. Il s'ensuit une perte de contraste sur l'image de l'empreinte. Le même problème se pose si dès le départ, la température des capsules et la température du doigt
15 sont égales.

Pour éviter cette homogénéisation, on peut faire glisser le doigt à la surface du capteur d'empreinte.

On s'intéresse ici à une autre solution, consistant à chauffer les capsules.

Il y a alors échange de chaleur entre le doigt et les capsules.

Il peut s'agir d'un échange de chaleur par conduction, lorsqu'il y a contact direct entre
20 les tissus de la peau et la surface de contact, au niveau des crêtes de l'empreinte.

En variante, il s'agit d'un échange de chaleur par convection, au niveau des vallées de l'empreinte.

L'échange de chaleur étant plus efficace par conduction que par convection, la
25 variation de la température de chaque capsule varie, selon qu'elle se trouve sous une crête ou sous une vallée de l'empreinte.

En mesurant une variation de la résistance électrique d'une capsule, au cours d'un intervalle de temps prédéterminé, on peut savoir si elle est surmontée par une crête ou une vallée d'une empreinte digitale.

Ce type de détection peut être nommé «mode de détection actif». Il utilise des mesures de variations de résistances électriques, couplées à un chauffage des éléments sensibles.

5 Le chauffage des capsules permet de briser l'équilibre thermodynamique qui peut s'établir au sein du capteur d'empreinte, pour conserver une image contrastée de l'empreinte.

Ce chauffage peut également améliorer un contraste de l'image de l'empreinte, dans un mode de détection passif, lorsque la température initiale des capsules est trop proche de la température du doigt, et/ou pour éviter une saturation du capteur, si cette différence
10 de température est trop élevée. En pratique, on peut alors ne mettre en œuvre le chauffage que pour une seconde acquisition, si la première acquisition n'offre pas un contraste suffisant.

Le chauffage d'une capsule peut être réalisé en chauffant directement la capsule, grâce à ses propriétés de thermo-résistivité, ou en chauffant un élément externe qui va
15 chauffer la capsule par conduction thermique.

Les figures 4A et 4B illustrent un troisième mode de réalisation de capteur d'empreinte selon l'invention, permettant de chauffer les capsules.

Le mode de réalisation de la figure 4A ne sera décrit que pour ses différences
20 relativement au mode de réalisation de la figure 3. Les références numériques de la figure 4A correspondent à celles de la figure 3, le premier chiffre étant remplacé par un 4.

A la figure 4A, la couche d'isolation thermique 470 présente également une fonction d'arrêt de la gravure, de sorte qu'il n'y a pas de couche d'arrêt de la gravure spécifique.

La figure 4B est une vue de dessus d'une capsule 410 telle que représentée en figure
4A.

25 La figure 4B illustre notamment le plan BB', correspondant au plan de la vue en coupe représentée en figure 4A. Le plan BB' est orthogonal à un plan AA', passant par les premiers pieds 413 tels que décrits en référence à la figure 2. La figure 4A diffère donc de la figure 3 en ce qu'elle correspond au plan de coupe BB', et non au plan de coupe AA'.

Chaque capsule 410 est chauffée par un filament métallique, représenté en trait noir épais, et formant un élément chauffant sur la capsule (voir figures 4A et 4B). Les filaments métalliques sont par exemple en Ti, TiN, Al, etc.

5 Comme le montre la figure 4B, chaque filament métallique d'une capsule est formé d'un seul tenant, et distinct des filaments métalliques des autres capsules.

Chaque filament métallique est connecté électriquement à une source de courant 481.

10 Là-encore, il s'agit d'une connexion électrique verticale, par l'intermédiaire de deux seconds pieds 483 s'étendant verticaux depuis la paroi supérieure de la capsule vers le substrat, en passant par la cavité 412, et de deux seconds plots de connexion 482, affleurant à la surface supérieure du substrat 420.

Dans chaque capsule 410, chacun des deux seconds pieds 483 s'étend jusqu'à un second plot de connexion 482, en traversant la couche d'isolation thermique 470.

15 Dans chaque capsule, une couche d'isolation électrique 485 s'étend directement entre la surface supérieure de la capsule 483 et le filament métallique 480, excepté au-dessus des seconds pieds, dans deux régions 486 du filament métallique.

On injecte un courant de polarisation dit de chauffage.

20 Le courant circule successivement dans un second plot de connexion 482, puis un second pied 483, puis dans le filament métallique, puis dans l'autre second pied 483 et jusqu'à l'autre second plot de connexion 482.

Le filament métallique présente une résistance électrique de l'ordre de 100 Ω , par exemple entre 50 Ω et 200 Ω .

L'intensité du courant est suffisante pour chauffer le filament métallique, par exemple pour augmenter sa température de plusieurs degrés Celsius.

25 Chaque filament métallique 480 ainsi chauffé va à son tour chauffer la capsule, par conduction au travers de la couche d'isolation électrique 485. Les filaments métalliques peuvent augmenter de plusieurs degrés Celsius la température moyenne des capsules.

La couche d'isolation électrique 485 peut fermer un orifice traversant la paroi supérieure de la capsule correspondante. En variante, elle est gravée en même temps que

la capsule, l'orifice traversant à la fois la couche d'isolation électrique et la capsule. En variante, elle ne s'étend pas au-dessus d'un orifice de la capsule.

La couche d'isolation électrique 485 peut être un alliage comprenant du silicium, tel que SiN ou SiC, ou un oxyde comme du SiO.

5 La figure 4B illustre plus particulièrement la forme d'un filament métallique, au-dessus d'une capsule.

Le filament métallique 480 se présente sous la forme d'un assemblage de lignes droites et de lignes courbes. En particulier, deux cercles s'étendent concentriques au centre de la surface supérieure de la capsule. Du côté de chaque région 486, un segment s'étend
10 de ladite région au petit cercle, en traversant le grand cercle. Ce segment est aligné sur un axe reliant les deux régions 486, ou en d'autres termes sur une diagonale de la surface supérieure de la capsule.

Les régions 486 telles que décrites ci-avant s'étendent ici respectivement au niveau de deux coins de la surface supérieure de la capsule, sur une diagonale de celle-ci.

15 L'invention n'est pas limitée à cet exemple de réalisation, et de nombreuses autres réalisations de lignes métalliques peuvent être mises en œuvre sans sortir du cadre de l'invention. La figure 4C illustre un exemple d'une autre réalisation, dans laquelle le filament métallique 480' s'étend selon un unique serpent.

Dans ces deux exemples de réalisation, le filament métallique ne s'étend pas en ligne
20 droite, pour occuper une large surface sur la capsule et ainsi optimiser le chauffage de la capsule.

Les figures 5A et 5B illustrent une variante du mode de réalisation des figures 4A et 4B.

Le mode de réalisation de la figure 5A ne sera décrit que pour ses différences
25 relativement au mode de réalisation de la figure 4A. Les références numériques de la figure 5A correspondent à celles de la figure 4A, le premier chiffre étant remplacé par un 5.

Selon ce mode de réalisation, il n'y a pas de couche d'isolation électrique qui sépare une capsule 510 et un filament métallique 580. Le filament métallique 580 est en contact physique direct avec la capsule 510, sur toute son étendue.

La figure 5B correspond à la figure 4B. On voit que le filament métallique 580 s'étend en ligne droite. Cette ligne droite s'étend orthogonale à un plan vertical 587, représenté en trait mixte, reliant les deux premiers pieds 513 (représentés en transparence à la figure 5B).

Le plan 587 correspond au plan de coupe AA' tel que décrit ci-avant.

5 Cet agencement permet que les lignes de courant provenant d'une première région extrémité 586 du filament métallique ne circulent que vers l'autre extrémité 586, de sorte qu'il n'est plus nécessaire d'isoler électriquement le filament métallique 580 et la capsule.

L'au moins un orifice (non représenté), traversant la surface supérieure de la matrice, est espacé de la ligne métallique 580.

10 Les figures 6A et 6B illustrent un quatrième mode de réalisation de capteur d'empreinte 600 selon l'invention, permettant de chauffer les capsules.

Le mode de réalisation de la figure 6A correspond sensiblement au mode de réalisation de la figure 3, excepté notamment l'emplacement des premiers pieds 613. Ces premiers pieds 613 sont reliés ici par un plan vertical passant par les milieux de deux côtés opposés de la paroi supérieure.

En outre, une unique couche d'isolation thermique 670 joue également le rôle de couche d'arrêt de la gravure.

La figure 6B est une vue de dessus du capteur d'empreinte. La figure 6B illustre le plan CC' de la coupe illustrée à la figure 6A.

20 Selon ce mode de réalisation, chaque capsule 610 est chauffée par des composants thermo-résistifs 690, ou résistances, formant par effet Joule des dipôles chauffant entre les capsules.

Les composants thermo-résistifs 690 peuvent être constitués du même matériau que les capsules, ou plus préférentiellement d'un métal.

25 Chaque composant thermo-résistif 690 s'étend entre deux capsules voisines, de préférence directement sur le substrat 620, ou même le cas échéant sur une fine couche d'accroche, non représentée, disposée directement entre le substrat et ledit composant. Le cas échéant, le composant thermo-résistif 690 s'étend sous la couche d'isolation thermique 670.

Chaque composant thermo-résistif 690 s'étend à proximité d'un premier pied 613 d'une capsule, ici entre deux premiers pieds 613 de deux capsules voisines.

De préférence, les composants thermo-résistifs ne sont pas en contact physique direct avec les pieds 613, pour éviter de court-circuiter électriquement les capsules, en particulier lorsque ces composants sont métalliques.

En particulier lorsque les composants thermo-résistifs sont constitués du même matériau que les capsules, ils peuvent être en contact physique direct avec les capsules.

Chaque composant thermo-résistif 690 est connecté électriquement à une source de courant 691, par l'intermédiaire de deux seconds plots de connexion 692, affleurant ici à la surface supérieure du substrat 620.

Comme décrit en référence à la figure 5A, la source de courant 691 fournit un courant de polarisation, qui chauffe ici le composant thermo-résistif par effet Joule.

La chaleur se déplace par conduction, depuis un composant thermo-résistif, jusqu'à la paroi supérieure de la capsule, en passant par un premier pied 613 de celle-ci.

En variante, on peut réaliser un pied s'étendant depuis la paroi supérieure de la capsule jusqu'au substrat, et dédié spécifiquement à la conduction de chaleur, depuis un tel composant thermo-résistif jusqu'à la paroi supérieure de la capsule.

La figure 6B illustre la matrice de capsules 610, réparties selon un maillage carré, et espacées les unes des autres.

La largeur de la matrice de capsule désigne l'une de ses dimensions dans un plan parallèle au substrat. Ce n'est pas forcément la plus grande dimension.

Les composants thermo-résistifs s'étendent selon des lignes parallèles, dites lignes chauffantes, qui s'étendent chacune sur toute la largeur de la matrice de capsules. Chaque ligne chauffante peut être constituée de plusieurs composants thermo-résistifs montés en série, les uns à la suite des autres, ou de préférence d'un unique composant thermo-résistif qui s'étend d'une extrémité à l'autre de la matrice de capsules. A chaque rangée de capsules correspond une ligne chauffante.

En fonctionnement, toutes les lignes chauffantes ne sont pas forcément actionnées en même temps.

Cela permet de restreindre une puissance électrique maximale à fournir au capteur d'empreinte.

En outre, on peut intégrer successivement les signaux électriques des différentes lignes de capsules, et ne chauffer que la ligne de capsule dont on intègre les signaux. On lit
5 ensuite chaque ligne de capsules pendant que le signal est intégré sur la ligne suivante.

Cela permet de restreindre une consommation énergétique du capteur d'empreinte
600.

En particulier, dans le cas d'une lecture de type « rolling shutter », les signaux
électriques des lignes de capsules de la matrice de capsules sont intégrés les uns après les
10 autres, de bas en haut (ou de haut en bas). De la même façon, les lignes chauffantes sont
activées les unes après les autres, de bas en haut (ou de haut en bas), et de façon synchrone
avec l'intégration des signaux des lignes de capsules. Seule la ligne de capsule dont on
intègre le signal est chauffée par la ou les ligne(s) chauffante(s) adjacente(s).

Ici, une même ligne chauffante chauffe les deux lignes de capsules adjacentes. Selon
15 une variante non représentée, les pieds 613 sont agencés sur une capsule de sorte qu'un
seul d'entre eux soit situé à proximité d'une ligne chauffante, de sorte que l'activation
d'une ligne chauffante ne chauffe qu'une unique ligne de capsules.

La figure 7A illustre une capsule d'un cinquième mode de réalisation d'un capteur
d'empreinte selon l'invention, selon une vue de dessus.

20 Ce mode de réalisation est adapté à un mode de détection actif.

Selon ce mode de réalisation, chaque capsule 710 est chauffée directement, ici par
une source de courant 701, en exploitant les propriétés de thermo-résistivité du matériau
formant les capsules.

La vue en coupe de ce mode de réalisation, dans le plan de coupe vertical AA' illustré
25 à la figure 7A, correspond par exemple à la figure 3. Le plan AA' passe par les premiers plots
de connexion 750, et le cas échéant par les premiers pieds de la capsule. Les premiers plots
de connexion sont dédiés à la connexion aux moyens 760 de lecture de résistance
électrique, comme décrit ci-avant.

La vue en coupe de ce mode de réalisation, dans le plan de coupe BB'' illustré à la figure 7A, correspond à la figure 4A ou 5A, sans les filaments métalliques et les éventuelles couches d'isolation électriques entre ces filaments et les capsules.

5 Chaque capsule présente donc deux seconds pieds, non représentés, qui s'étendent chacun verticaux jusqu'au substrat, jusqu'à deux plots de connexion respectifs 701 pour la connexion à une source de courant 781.

La source de courant 701 fournit un courant de polarisation, qui chauffe les capsules par effet Joule.

10 L'écartement D1 entre les deux seconds pieds verticaux est adapté à la valeur du courant de polarisation, et à une énergie que l'on souhaite dissiper dans la capsule, par exemple entre 0,1 et 1 mW.

Pour dissiper 1 mW dans chaque capsule, sous 1 mA de courant de polarisation, il faut une résistance de 1 k Ω , bien inférieure à une résistance mesurée entre deux coins de la capsule, de l'ordre d'un M Ω .

15 Par conséquent, l'écartement D1 entre les deux seconds pieds est inférieur à un écartement D2 entre les deux premiers plots de connexion 750, et le cas échéant entre les deux premiers pieds.

20 En tout état de cause, l'intensité du courant délivré par la source de courant 701 est suffisante pour chauffer la capsule, par exemple pour augmenter sa température moyenne de plusieurs degrés Celsius.

La source de courant 701 forme des moyens de chauffage. Elle est reliée à des moyens de pilotage 704, pour actionner ces moyens de chauffage pendant un intervalle de temps prédéterminé.

25 La figure 7B illustre une impulsion de courant fournie par la source de courant 701 (courant constant I_0 entre les instant t_1 et t_2 , et nul ailleurs).

Cette impulsion de courant fournit à la capsule une puissance constante sous forme de chaleur, entre les instant t_1 et t_2 (voir figure 7B).

Lorsque la capsule est recouverte par une vallée de l'empreinte, la chaleur est transmise au doigt par convection. L'efficacité de ce transfert de chaleur est moindre, de

sorte que la température de la capsule augmente fortement entre les instants t_1 et t_2 (variation de température ΔT_v , voir figure 7B).

Lorsque la capsule est recouverte par une crête de l'empreinte, la chaleur est transmise au doigt par conduction. L'efficacité de ce transfert de chaleur est grande, de sorte que la température de la capsule augmente faiblement entre les instants t_1 et t_2 (variation de température $\Delta T_c < \Delta T_v$).

Ces variations de température correspondent à des variations de résistance électrique.

Les moyens 760 de lecture de la résistance électrique de la capsule sont donc reliés à des moyens de comparaison 705, pour mesurer une variation de la résistance électrique de la capsule entre deux instants, notamment entre l'instant de démarrage du chauffage de la capsule, et l'instant de fin de ce chauffage, ici entre t_1 et t_2 .

On peut convertir ladite variation de résistance électrique en niveau de gris, pour former une image de l'empreinte digitale.

Selon une variante non représentée, une seule paire de plots de connexion relie la capsule à la source de courant 701 ou aux moyens 760 de lecture de la résistance électrique, en fonction de l'état d'un commutateur. La capsule est d'abord chauffée, puis sa résistance est lue. Par exemple, on injecte un courant important pour chauffer la capsule, et un courant spécifique pour lire sa résistance.

Selon une autre variante, une seule paire de plots de connexion relie la capsule aux moyens 760 de lecture de la résistance électrique, formant également une source de courant pour chauffer la capsule. On injecte un courant pour chauffer la capsule (en appliquant une tension fixe par exemple), puis on lit la valeur de la résistance en mesurant le courant injecté.

Dans chacun des modes de réalisation des figures 4A à 7B, plusieurs capsules peuvent partager une même source de courant, en étant par exemple reliées simultanément à la même source de courant, ou alternativement en fonction de l'état d'un commutateur. Par exemple, toutes les capsules d'une même ligne de capsules d'un capteur matriciel sont avantageusement connectées simultanément à une même source de courant.

L'ensemble des modes de réalisation et variantes décrits en référence aux figures 4A à 7B mettent en œuvre un chauffage des capsules grâce à un courant de polarisation et à une ou plusieurs sources de courant.

5 Selon des variantes non représentées, le chauffage utilise une tension de polarisation, grâce à une ou plusieurs sources de tension.

Chacun des modes de réalisation offrant des moyens de chauffage des capsules, voir notamment figures 4A à 6B, peut comprendre des moyens de pilotage et des moyens de comparaison tels que décrits en figures 7A et 7B, pour un mode de détection actif.

10 En outre, la lecture ligne par ligne des résistances des capsules, et le chauffage ligne par ligne des capsules, peuvent être mis en œuvre dans chacun de ces modes de réalisation.

Les capsules peuvent être réparties selon une unique ligne de capsules, le doigt (respectivement la main) étant déplacé(e) au-dessus de cette ligne de capsules pour détecter toute l'empreinte.

15 Les différents modes de réalisation peuvent être combinés entre eux, par exemple pour offrir, dans un même capteur d'empreinte, différents moyens de chauffage des capsules.

Dans chacun des modes de réalisation, plusieurs capsules peuvent partager des mêmes moyens de mesure de résistance électrique, en étant reliés à ces derniers alternativement, en fonction de l'état d'un commutateur.

20 Dans chacun des modes de réalisation, une fine couche d'accroche peut s'étendre directement sous les parois latérales de chaque capsule, en veillant à ce qu'elle ne court-circuite pas la capsule. Pour cela, on peut par exemple choisir une couche d'accroche non conductrice électriquement, ou texturer la couche d'accroche de sorte qu'elle ne s'étende pas au-dessus des premiers plots de connexion.

25 Dans chacun des modes de réalisation, une fine couche de reprise de contact électrique peut être déposée sur les premiers et/ou seconds plots de connexion, pour faciliter la reprise de contact électrique avec la capsule, notamment au niveau d'un premier et/ou un second pied de la capsule. Cette couche de reprise de contact électrique comprend par exemple du titane ou du tantale. Il s'agit par exemple de Ti, Ta, TiN, Ti/TiN,

TaN, ou Ta/TaN. Elle est avantageusement déposée directement sur le substrat, puis gravée partout excepté au-dessus des plots de connexion.

On décrit enfin, un sixième mode de réalisation de l'invention, intégrant les éléments d'un imageur optique sur le même substrat que celui recevant les capsules.

5 En particulier, des photodiodes et des sources lumineuses s'étendent dans, ou au-dessus de ce substrat.

Chaque photodiode et chaque source lumineuse peut s'étendre sous une capsule, ou entre des capsules voisines.

Les sources lumineuses émettent en direction de la surface de contact du capteur.

10 La répartition spatiale des capsules, des photodiodes et des sources lumineuses correspond à trois matrices entrelacées, de sorte que des mesures optiques et thermiques se rapportent à une même région d'un objet étudié.

On combine ainsi un capteur thermique et un capteur optique pouvant être associés chacun à une même surface de détection.

15 On peut ainsi consolider et/ou compléter et/ou corriger des mesures thermiques par des mesures optiques, et inversement. Par exemple, l'effet d'une homogénéisation de la température sur la surface de contact peut être compensé par des mesures optiques.

De préférence, on exploite astucieusement des orifices, ou events, présents dans chaque capsule, et permettant d'évacuer un matériau sacrificiel utilisé pour construire les
20 capsules.

Puisque ces derniers laissent passer la lumière, on dispose les photodiodes et/ou les sources lumineuses sous des capsules, c'est-à-dire entre le substrat et la paroi supérieure d'une capsule.

25 On combine ainsi un capteur thermique et un capteur optique avec un encombrement minimal.

Les mesures thermiques et optiques sont avantageusement réalisées simultanément.

De préférence, les photodiodes s'étendent chacune sous une capsule, de sorte qu'il n'y a pas de décalage spatial entre des pixels thermiques formés par les capsules et des pixels optiques formés par des photodiodes.

Si les orifices sont recouverts par une ou plusieurs couches telles qu'une couche de protection, ou une fine couche d'isolation électrique (voir figure 4A), cette couche est alors transparente, sur tout ou partie du spectre de sensibilité spectrale des photodiodes, et/ou sur tout ou partie du spectre d'émission des sources lumineuses (taux de transmission
5 supérieur à 80%). Le DLC, par exemple, est transparent dans le visible.

Les photodiodes peuvent être constituées chacune d'une diode PiN (pour l'anglais « *Positive Intrinsic Negative diode* ») formée au-dessus du substrat, ou d'une photodiode formée directement dans le matériau du substrat (en particulier dans un substrat
10 semiconducteur recevant des circuits de connexion réalisés en technologie CMOS, nommé dans la suite « substrat CMOS »).

Une même capsule peut recouvrir une photodiode seule, ou une source lumineuse seule, ou les deux.

Lorsqu'une photodiode et une source lumineuse sont disposées sous la même capsule, on prévoit avantageusement des moyens pour éviter d'aveugler la photodiode
15 lorsque la source lumineuse est allumée.

Par exemple, une paroi opaque peut s'étendre à l'intérieur de la capsule, entre la source lumineuse et la photodiode, pour arrêter un rayonnement lumineux à la longueur d'onde d'émission de la source lumineuse. Cette paroi peut être constituée du même
20 matériau que la capsule. Cette paroi peut s'étendre sur toute la hauteur de la cavité délimitée par la capsule.

En variante, la source lumineuse est entourée d'une paroi métallique, pour bloquer des rayons lumineux se propageant latéralement.

En variante, c'est la séquence d'allumage des sources lumineuses et d'intégration des photodiodes qui permet de n'intégrer que des photodiodes situées à distance d'une source
25 lumineuse allumée.

Les sources lumineuses peuvent être des diodes électroluminescentes (LED), en particulier des LED à base de nitrure de gallium (GaN). Chaque LED est avantageusement disposée entre le substrat et la paroi supérieure d'une capsule.

En variante, les sources lumineuses peuvent être des diodes électroluminescentes organiques (OLED), réalisées sur le substrat, à l'extérieur de chaque capsule, entre des capsules voisines.

5 Chaque OLED présente avantageusement une forme allongée, parallèle à des lignes de capsules et à des lignes de photodiodes. Chaque OLED peut notamment s'étendre sur toute la largeur d'un capteur optique formé par les photodiodes.

10 Un même capteur peut présenter plusieurs types de sources lumineuses, présentant chacun des spectres d'émission centrés sur différentes longueurs d'onde. Ces plusieurs types de sources lumineuses peuvent différer uniquement par la nature d'une couche supérieure de conversion en longueur d'onde.

Les sources lumineuses peuvent par exemple former ensemble une matrice RGB, constituée de sources lumineuses émettant respectivement dans le rouge, le bleu ou le vert.

15 Lorsqu'une photodiode s'étend sous la paroi supérieure d'une capsule, cette paroi supérieure étant traversée par au moins un orifice, la position de cet orifice, respectivement de l'un de ces orifices, est avantageusement alignée avec la position de la photodiode, selon un axe vertical orthogonal au substrat.

L'orifice peut présenter une fonction de filtrage spatial, grâce à une forme adaptée (cette forme pouvant être circulaire, carrée, ou toute autre forme arbitraire).

20 De la même façon, la position de cet orifice, respectivement de l'un de ces orifices, peut être alignée avec la position d'une source lumineuse sous une capsule, selon un axe vertical orthogonal au substrat. L'orifice peut ainsi présenter une fonction de collimation.

25 La paroi supérieure de chaque capsule peut présenter deux orifices exactement, l'un étant aligné avec une photodiode sous la capsule et l'autre avec une source lumineuse sous la capsule.

En variante, la paroi supérieure d'une capsule peut présenter plus de deux orifices, pour augmenter le flux lumineux transitant entre l'intérieur et l'extérieur de la capsule.

En variante, une capsule recevant à la fois une photodiode et une source lumineuse peut présenter cependant un unique orifice.

Chaque orifice peut présenter une section circulaire. Cependant, d'autres formes peuvent être mises en œuvre, par exemple une forme de fente, de forme carrée, ou toute autre forme arbitraire.

5 Lorsque les sources lumineuses sont des LED situées chacune sous une capsule, elles peuvent former en outre des moyens de chauffage d'une capsule, pour la mise en œuvre d'un mode de détection actif tel que décrit ci-avant.

On comprend aisément que les caractéristiques relatives à l'introduction de sources lumineuses et de photodiodes peuvent être combinées à chacun des modes de réalisation d'un capteur thermique tel que décrit ci-avant.

10 Les figures 8A et 8B illustrent un exemple de ce mode de réalisation de l'invention.

Les figures 8A et 8B illustrent plus particulièrement un pixel d'un capteur selon ce mode de réalisation de l'invention, chaque pixel comprenant une capsule 810 recouvrant une source lumineuse 8010 et une photodiode 8020.

15 La figure 8A est une vue de dessus de ce pixel. La figure 8A illustre plus particulièrement la paroi supérieure de la capsule 810, percée par deux orifices 811, ou événements.

La figure 8B illustre ce pixel de façon schématique, et selon une vue en coupe.

20 Comme illustré par les figures 8A et 8B, le centre de l'un des orifices 811 est aligné avec le centre de la source lumineuse 8010, et le centre de l'autre des orifices 811 est aligné avec le centre de la photodiode 8020, selon des axes verticaux respectifs parallèles à (Oz).

Une paroi 8030 s'étend à l'intérieur de la capsule 810, et délimite deux cavités distinctes dont l'une reçoit la photodiode 8020 et l'autre reçoit une source lumineuse 8010.

La paroi 8030 permet d'éviter que des rayons lumineux émis par la source lumineuse 8010 soient reçus directement par la photodiode 8020.

25 La paroi 8030 est constituée ici du même matériau que la capsule 810.

A la fabrication, elle est formée en même temps que les capsules.

Chaque orifice 811 permet l'évacuation du matériau de la couche sacrificielle d'un côté ou de l'autre de la paroi 8030.

La source lumineuse 8010 est ici une LED à base de GaN.

En fonctionnement, la source lumineuse 8010 émet un rayonnement lumineux vers la surface de contact 831 du capteur selon l'invention. Les rayons lumineux se propagent jusqu'à une empreinte appuyée contre cette surface de contact. Ils sont rétrodiffusés sur cette empreinte et reviennent vers la photodiode 8020. La photodiode permet ainsi
5 l'acquisition d'une image de l'empreinte.

Le capteur illustré sur les figures 8A et 8B correspond sinon au mode de réalisation des figures 4A et 4B.

Si les sources lumineuses sont des LED, en particulier des LED à base de GaN, celles-ci sont formées sur le substrat, avant la réalisation des photodiodes lorsque les
10 photodiodes sont des diodes PiN, après si les photodiodes sont formées directement dans le substrat (de préférence un substrat CMOS).

Si le substrat destiné à recevoir les capsules est en saphir, on peut réaliser des LED (de préférence des LED à base de GaN) directement sur ce substrat.

Si le substrat destiné à recevoir les capsules est un substrat CMOS, les LED (de
15 préférence des LED à base de GaN) peuvent être formées d'abord sur un substrat d'origine, puis hybridées sur le substrat CMOS.

Par exemple, on peut réaliser des LED (de préférence des LED à base de GaN) sur un substrat CMOS, puis réaliser des diodes PiN sur le même substrat, et enfin former des capsules (voir figure 9 et description ci-après). De préférence, chaque capsule recouvre
20 alors un ensemble d'une LED et une photodiode.

En variante, on réalise des diodes PiN sur un substrat CMOS (aux emplacements gravés d'un isolant électrique), puis on forme des capsules sur ce substrat (après dépôt d'une couche d'arrêt de la gravure sur la structure comprenant les diodes PiN), et enfin on réalise des OLED entre les capsules (après reprise de contact jusqu'au substrat CMOS). Ici,
25 seules les photodiodes sont situées chacune sous une capsule. Pour des raisons technologiques, les OLED sont réalisées après les capsules.

En variante, on réalise des LED (de préférence des LED à base de GaN) sur un substrat en saphir, puis on réalise des diodes PiN au-dessus d'un isolant électrique recouvrant les LED, et enfin on dépose une couche d'arrêt de la gravure et on forme les capsules. Ce mode

de réalisation implique la réalisation de transistors de pilotage de type TFT. De préférence, chaque capsule recouvre alors un ensemble d'une LED et une photodiode.

En variante, on réalise des diodes PiN sur un substrat verre (après réalisation de transistors de pilotage TFT), puis on forme les capsules, et enfin on réalise des OLED entre
5 les capsules. Les diodes PiN peuvent également s'étendre à l'extérieur capsules.

En variante, on réalise les diodes PiN sur un substrat verre (après réalisation de transistors de pilotage TFT), puis on forme les capsules, et enfin on reporte des LED (de préférence des LED à base de GaN) entre les capsules. Les diodes PiN peuvent également s'étendre à l'extérieur capsules.

10 La figure 9 illustre de manière détaillée un pixel du type de celui des figures 8A et 8B, réalisé par report de LED à base de GaN sur un substrat CMOS.

Le substrat CMOS 920 présente une série de pistes conductrices 921.

Afin de ne pas surcharger la figure 9, on n'a pas représenté la source de courant ni la paroi entre une source lumineuse et une photodiode.

15 Dans une première étape de fabrication, on réalise les LED à base de GaN sur le substrat CMOS 920.

Pour cela, on forme des empilements actifs de LED 9010, qui s'étendent chacun au-dessus d'une piste conductrice 921 respective du substrat CMOS. Ici, un plot métallique respectif 9011 s'étend entre chaque empilement actif de LED et la piste conductrice 921
20 correspondante, en contact physique direct avec ces derniers. Ensuite, on dépose une première couche 9041 d'isolant électrique entre les empilements actifs de LED, on réalise sur chaque empilement actif de LED un dépôt métallique 9012 formant cathode (ou anode), et on recouvre le tout d'une deuxième couche 9042 d'isolant électrique. Les dépôts métalliques 9012 sont connectés aux circuits CMOS grâce à des vias, non représentés.

25 Ensuite, on forme une matrice de photodiodes, entrelacée avec la matrice de LED, au-dessus du même substrat CMOS. Pour cela, les deux couches 9041, 9042 d'isolant électrique sont gravées localement. On réalise ensuite le dépôt et la gravure d'une structure PiN 9020 en silicium amorphe, aux emplacements gravés. On réalise sur chaque structure PiN un dépôt métallique 9022 formant anode ou cathode, et on recouvre le tout
30 d'une troisième couche 9043 d'isolant électrique. Les dépôts métalliques sont connectés

aux circuits CMOS grâce à des vias, non représentés. Chaque structure PiN forme une photodiode.

La troisième couche 9043 d'isolant électrique est recouverte d'une couche d'arrêt de la gravure, non représentée, pour protéger la structure ainsi réalisée lors de la réalisation des capsules, et en particulier lors de l'évacuation du matériau de la couche sacrificielle mise en œuvre pour construire les capsules.

Les isolants électriques 9041, 9042, 9043 peuvent remplir en outre une fonction d'isolation thermique.

Les capsules 910 sont ensuite réalisées comme décrit ci-avant.

On nomme « détection du vivant » le fait de déterminer si une empreinte papillaire est constituée ou non de tissu vivant humain.

Les inventeurs ont remarqué que la détection du vivant présente de meilleurs résultats avec des mesures optiques qu'avec des mesures thermiques.

L'imbrication d'un capteur optique avec le capteur thermique permet donc de repérer une imitation d'empreinte avec une plus grande fiabilité, et d'améliorer le degré de sécurité d'un test d'empreinte.

De préférence, on réalise une détection du vivant par des mesures de la réponse d'une empreinte à un éclairage prédéterminé (mesures de DRS, pour « *Diffuse Reflectance Spectroscopy* »).

On travaille de préférence sur une partie seulement des pixels d'une image acquise par les photodiodes, correspondant aux vallées, respectivement aux crêtes de l'empreinte.

Classiquement, les mesures de DRS sont faites en utilisant un point lumineux central, et en regardant la réponse de l'empreinte à diverses distances. En d'autres termes, on mesure une courbe d'atténuation de l'intensité lumineuse retournée par l'empreinte, de préférence pour différentes longueurs d'onde.

La détection du vivant peut impliquer l'estimation d'un coefficient d'absorption et un coefficient de diffusion réduit.

La demande de brevet FR 1563180, déposée le 23 décembre 2015, décrit un tel procédé de reconnaissance du vivant, dans lequel on utilise non pas un point lumineux, mais des figures d'éclairage constituées de bandes sombres et de bandes lumineuses.

On détermine les coefficients d'absorption et de diffusion réduit en minimisant un écart entre un modèle prédictif de la réponse d'une empreinte à une fonction d'éclairement connue (sinus, échelon, créneau, lignes, etc.), et la réponse de l'empreinte effectivement mesurée en réponse à cet éclairage.

5 Le modèle prédictif peut être constitué de la convolution de la fonction d'éclairement, avec la réponse impulsionnelle d'un milieu dont les valeurs desdits coefficients sont connues. On recherche alors les valeurs desdits coefficients associées au modèle prédictif qui minimise l'écart entre le modèle prédictif et la réponse mesurée.

10 La fonction d'éclairement est de préférence une fonction d'une seule dimension de l'espace, les sources lumineuses étant allumées pour former des lignes lumineuses.

Une ligne lumineuse peut être constituée d'une série de LED à base de GaN, disposées chacune sous une capsule, avantageusement au regard d'un orifice en forme de fente. En variante, une ligne lumineuse peut être constituée d'une ou plusieurs OLED de forme allongée.

15 La fonction d'éclairement est avantageusement une fonction sinus. La réponse de l'empreinte à cette fonction peut être obtenue à l'aide de trois images acquises en réponse à trois figures d'éclairement respectives, constituées chacune de bandes lumineuses et de bandes sombres réparties selon une même période et selon trois phases différentes (0° , 120° , 240°).

20 Dans chacun des modes de réalisation décrits ci-avant, les deux premiers pieds, assurant la connexion électrique entre la paroi supérieure de la capsule et les moyens de lecture d'une résistance électrique, peuvent être formés métalliques, plutôt que constitués du même matériau que les capsules. Il en est de même pour les éventuels deux seconds pieds.

25 Bien que l'on ait décrit dans chacun des exemples un capteur d'empreinte papillaire, l'objet à imager n'est pas limité à une empreinte papillaire, comme indiqué en introduction. L'objet à imager peut notamment être constitué d'un objet ne présentant pas partout la même température, ou dont on souhaite simplement identifier les contours sur la surface de contact.

30

REVENDICATIONS

1. Capteur (100 ; 200 ; 300 ; 400 ; 500 ; 600) de motifs thermiques d'un objet, en particulier une empreinte papillaire, comprenant une surface de contact (131 ; 831) pour y
5 appliquer l'objet, et configuré pour permettre des échanges thermiques entre cet objet, et des éléments sensibles situés au-dessus d'un substrat (120 ; 220 ; 420 ; 620 ; 820 ; 920), sous ladite surface de contact (131 ; 831), caractérisé en ce qu'il comprend une série de structures tridimensionnelles (110 ; 210 ; 310 ; 410 ; 510 ; 610 ; 710 ; 810 ; 910), dites capsules, formées en un matériau thermo-résistif constitué de silicium amorphe ou d'un
10 alliage comprenant du silicium amorphe, et formant lesdits éléments sensibles, chaque capsule délimitant les frontières latérale et supérieure d'une cavité remplie d'un gaz ou scellée sous vide, et étant connectée à des moyens de lecture (160, 760) de sa résistance électrique, par deux premiers plots de connexion (150 ; 750) situés dans ou sur le substrat.
- 15 2. Capteur (400 ; 500 ; 600) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il présente des moyens (701 ; 690, 691 ; 480, 481 ; 480', 481 ; 580 ; 8010 ; 9010) de chauffage d'une capsule.
- 20 3. Capteur selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'au moins une capsule (710) est connectée à une source de courant (701) ou de tension formant des moyens de chauffage d'une capsule, pour l'injection d'un courant ou d'une tension de polarisation adapté(e) à chauffer directement ladite capsule.
- 25 4. Capteur (600) selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les moyens de chauffage d'une capsule comprennent des composants thermo-résistifs (690) disposés entre deux capsules (610) voisines, et connectés à une source de courant (691) ou de tension, pour l'injection d'un courant ou d'une tension de polarisation adapté(e) à chauffer lesdits composants thermo-résistifs.

5. Capteur (600) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les capsules (610) sont réparties en lignes pour former une matrice de capsules, et en ce que les composants thermo-résistifs (690) s'étendent selon des lignes parallèles aux lignes de capsules.

5 6. Capteur (400 ; 500) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que les moyens de chauffage d'une capsule comprennent au moins un filament métallique, disposé au-dessus d'une capsule (410 ; 510), et connecté à une source de courant (481) ou de tension, pour l'injection d'un courant ou d'une tension de polarisation adapté(e) à chauffer le filament.

10

7. Capteur (400) selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une couche d'isolation électrique (485) s'étend directement entre la capsule et le filament métallique (480 ; 480'), excepté au-dessus de deux seconds plots de connexion (482) situés dans ou sur le substrat, et connectés à la source de courant ou de tension (481).

15

8. Capteur (500) selon la revendication 6, caractérisé en ce que le filament métallique (580) s'étend en ligne droite, en contact physique direct avec la capsule (510), la ligne droite étant orthogonale à un plan vertical (587) reliant les deux premiers plots de connexion (513).

20

9. Capteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de pilotage (704), agencés pour actionner les moyens de chauffage (701) d'une capsule pendant un intervalle de temps prédéterminé, et en ce que les moyens de lecture (760) sont connectés à des moyens de comparaison (705), pour déterminer une variation de la résistance électrique de la capsule (710) entre deux instants prédéterminés.

25

10. Capteur (200 ; 300 ; 400 ; 500 ; 600) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les capsules (210 ; 310 ; 410 ; 510 ; 610 ; 710 ; 810 ; 910) s'étendent au-dessus d'une couche d'isolation thermique (270 ; 470 ; 670 ; 9041, 9042, 9043) recouvrant le substrat, chaque capsule présentant deux premiers pieds (213 ; 613) qui

30

traversent la couche d'isolation thermique, pour venir en contact avec les deux premiers plots de connexion (750).

5 **11.** Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une pluralité de photodiodes (8020 ; 9020) et de sources lumineuses (8010 ; 9010) réparties sous et/ou entre les capsules (810 ; 910).

10 **12.** Capteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que chaque capsule (810 ; 910) présente une forme de capot, dont une paroi supérieure est traversée par au moins un orifice (811), et en ce que chaque photodiode (8020 ; 9020) et/ou chaque source lumineuse (8010 ; 9010) s'étend sous la paroi supérieure d'une capsule.

15 **13.** Capteur selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il présente plusieurs types de sources lumineuses (8010 ; 9010), qui diffèrent par une longueur d'onde centrale d'émission.

20 **14.** Procédé d'utilisation d'un capteur (400 ; 500 ; 600) selon l'une quelconque des revendications 2 à 13, caractérisé en ce que les capsules (410 ; 510 ; 610 ; 710 ; 810 ; 910) forment ensemble une matrice de capsules dans laquelle les capsules sont réparties selon des lignes parallèles qui s'étendent chacune sur toute la largeur de la matrice de capsules, en ce que la lecture de la résistance électrique des capsules est réalisée ligne de capsules par ligne de capsules, et en ce que le chauffage des capsules est également réalisé ligne de capsules par ligne de capsules et de façon synchrone avec la lecture des résistances électriques.

25 **15.** Utilisation d'un capteur selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, pour déterminer si une empreinte papillaire est constituée ou non de tissu vivant humain.

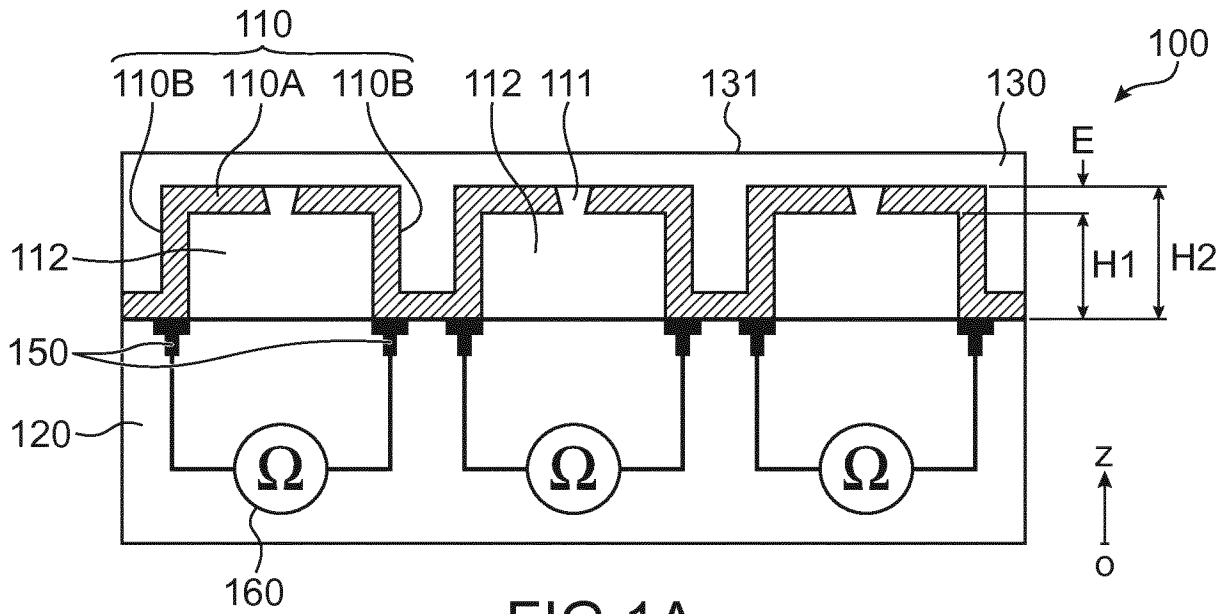


FIG. 1A

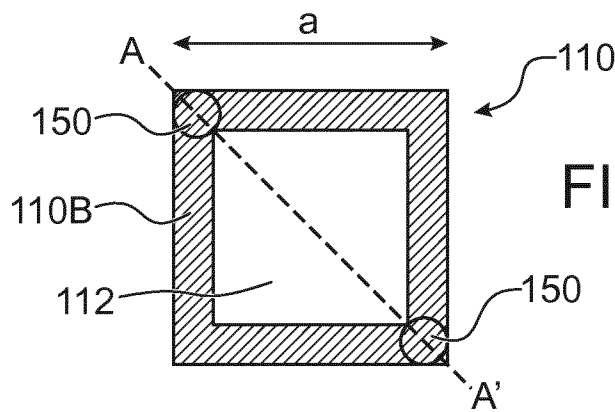


FIG. 1B

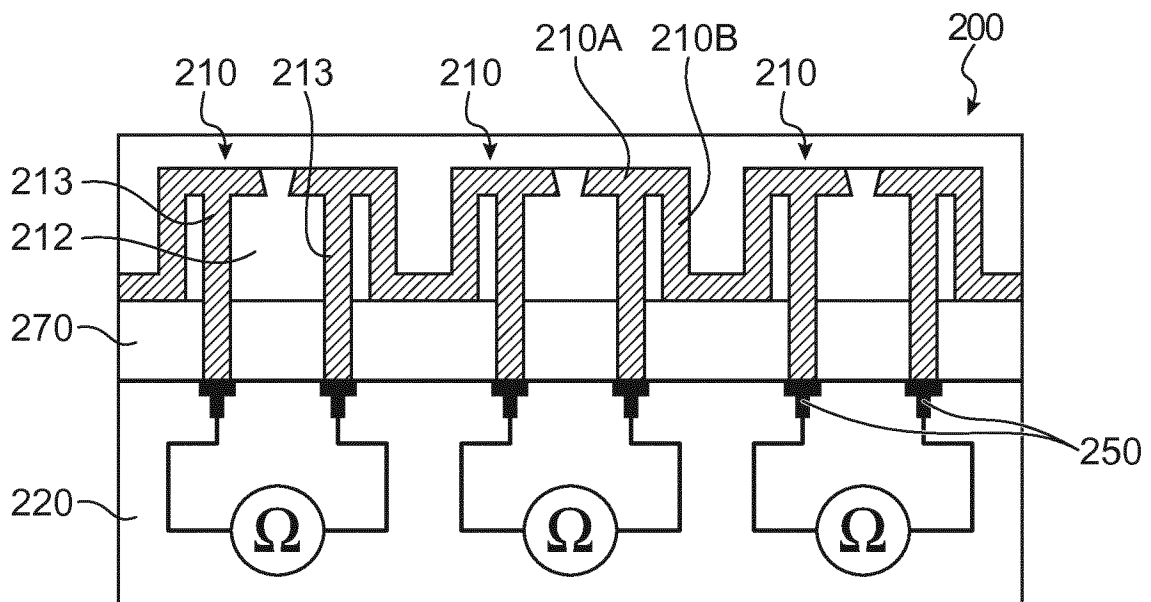


FIG. 2

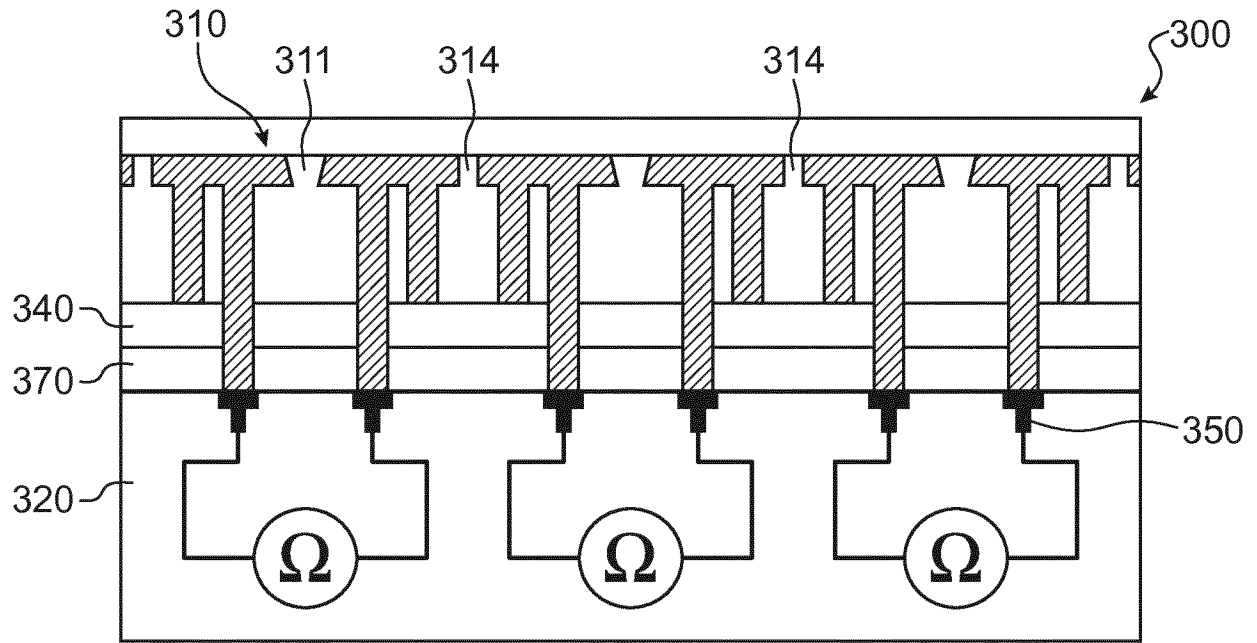


FIG.3

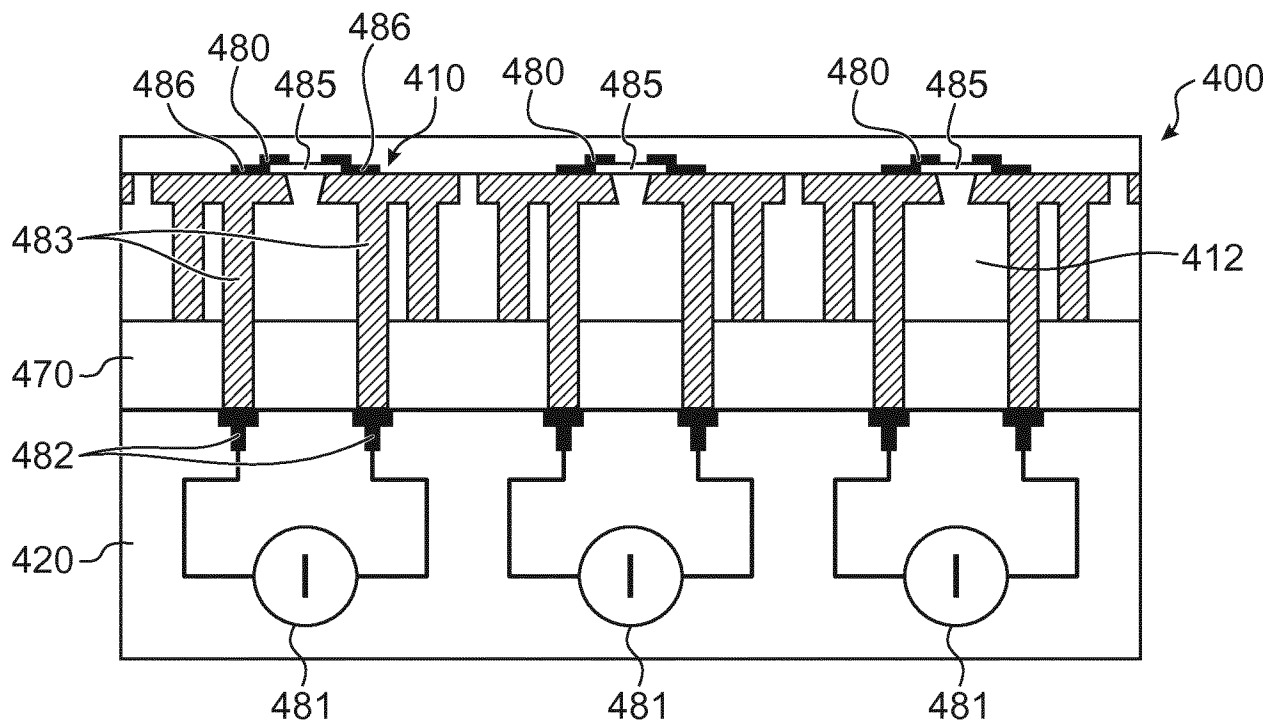


FIG.4A

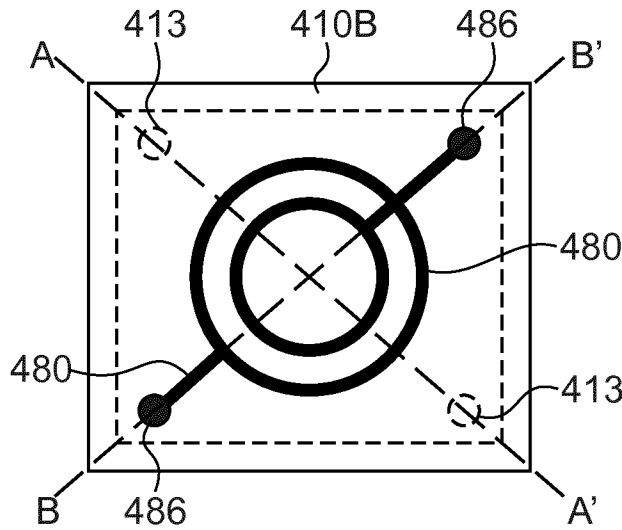


FIG. 4B

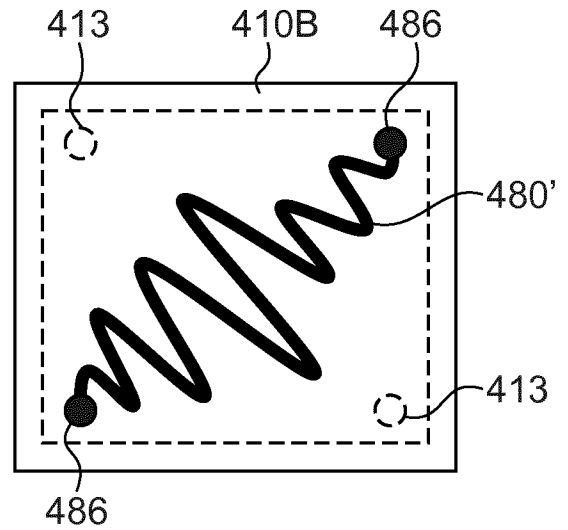


FIG. 4C

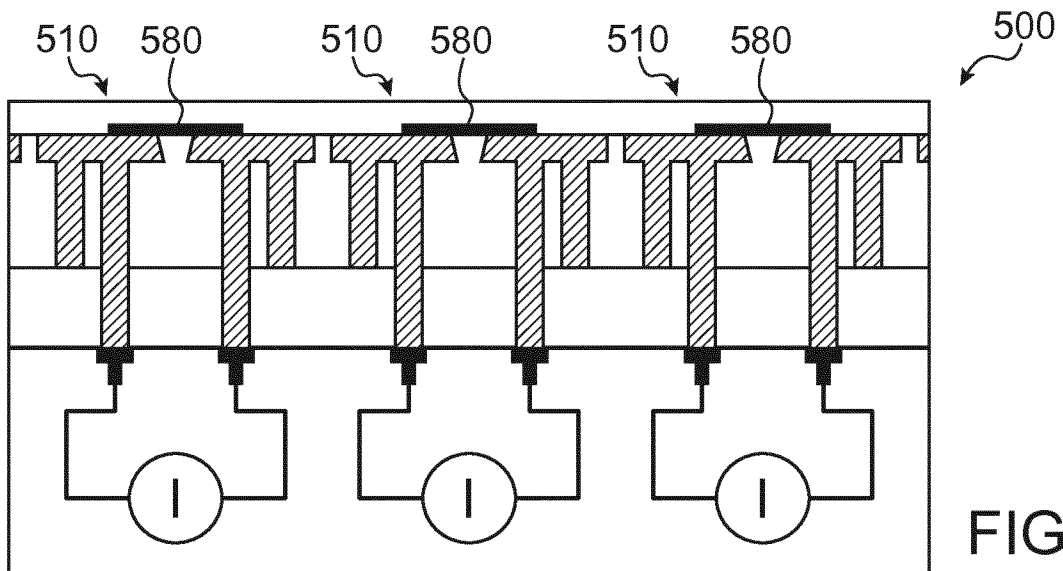


FIG. 5A

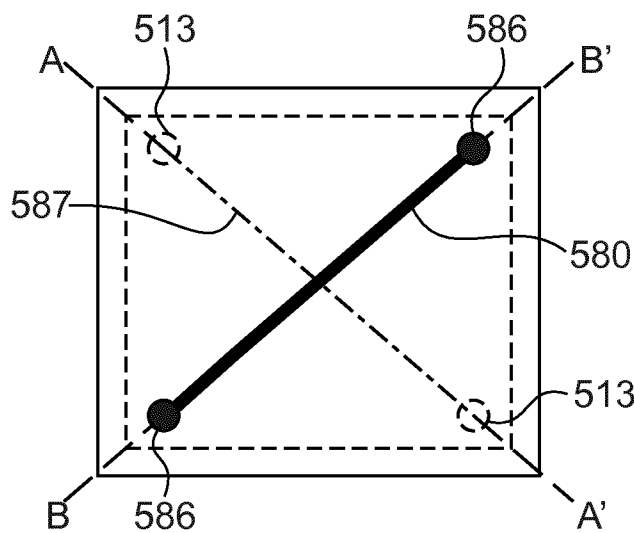
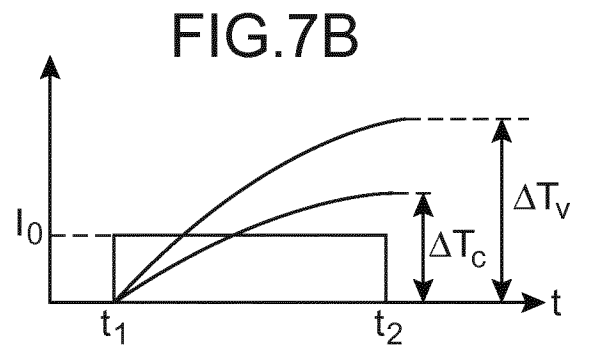
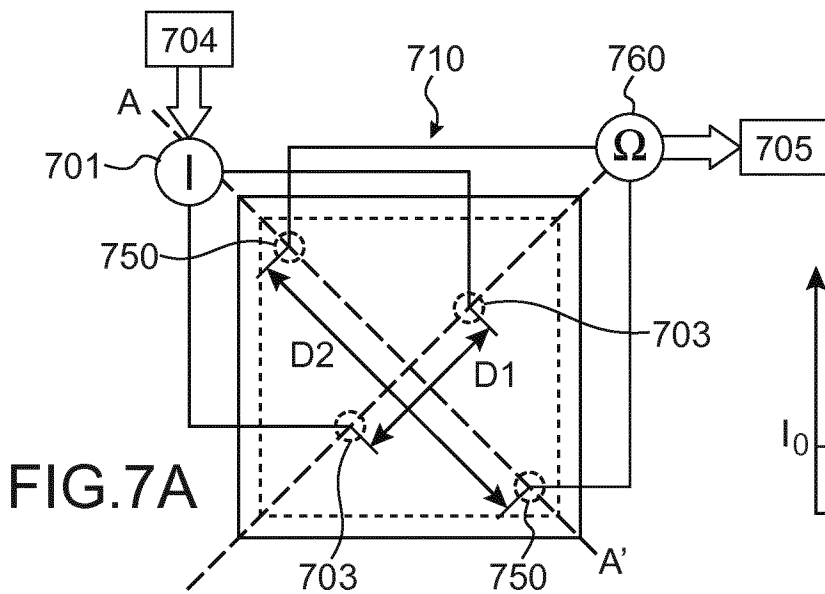
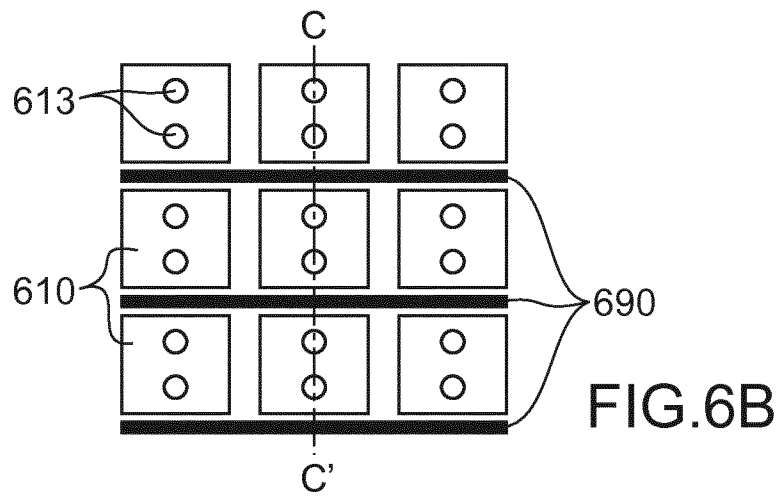
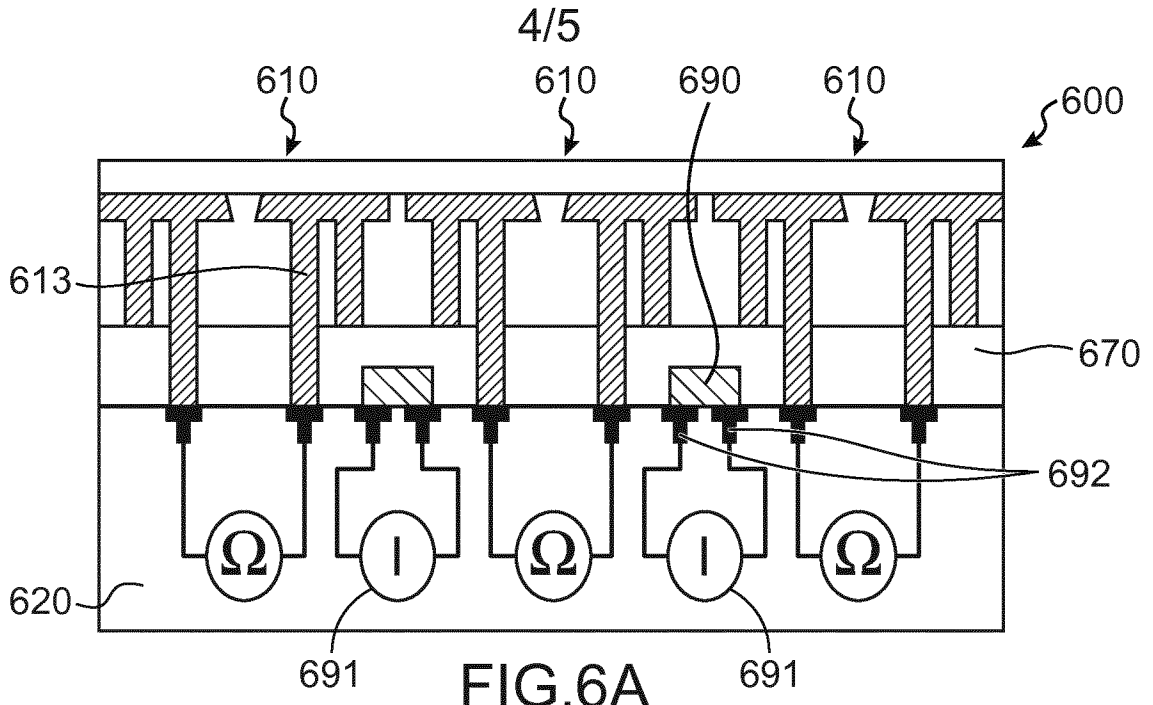
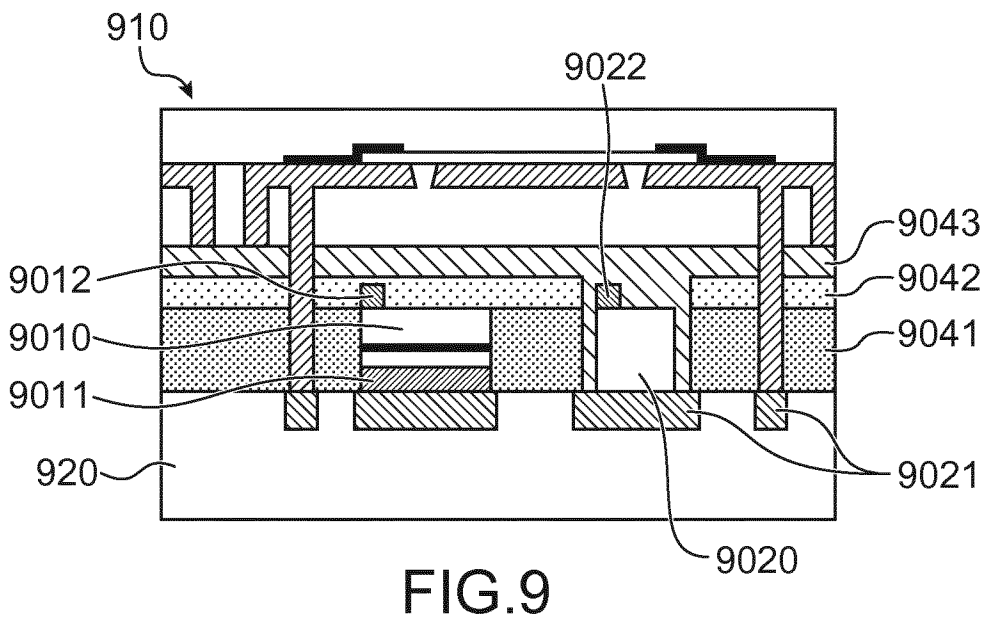
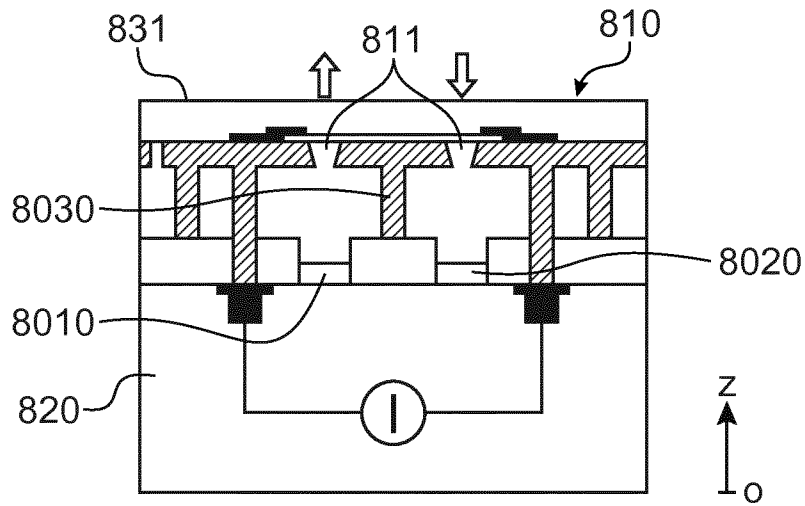
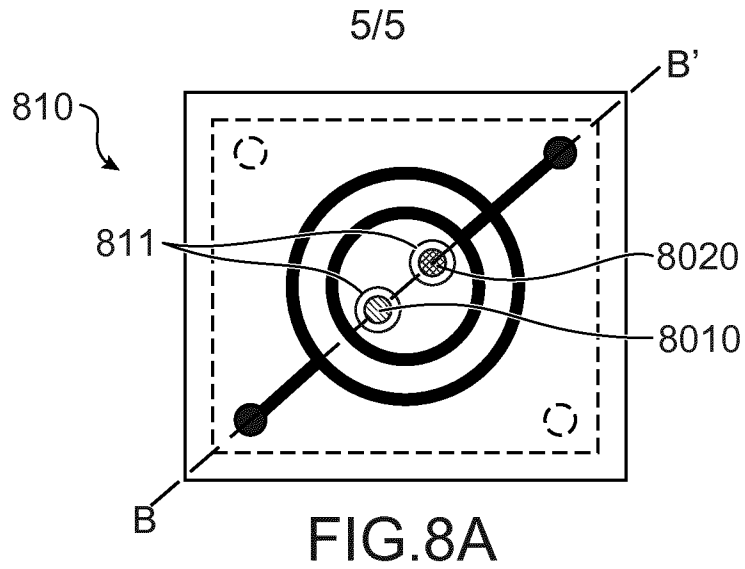


FIG. 5B





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06K9/00 G01K7/22
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)
G06K G01K
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 practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	LOIC LE NOC ET AL: "Fingerprint recording with bolometric detectors", OPTICAL SENSING II, vol. 5071, 23 September 2003 (2003-09-23), page 442, XP055314693, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.487886 ISBN: 978-1-62841-971-9 Sections 1-3 ----- -/--	1-15

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13 April 2017	Date of mailing of the international search report 24/04/2017
--	--

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 Alecuc, Teodor Iulian
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053919

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>JI-SONG HAN ET AL: "Thermal analysis of fingerprint sensor having a microheater array", MICROMECHATRONICS AND HUMAN SCIENCE, 1999. MHS '99. PROCEEDINGS OF 199 9 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NAGOYA, JAPAN 23-26 NOV. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 23 November 1999 (1999-11-23), pages 199-205, XP010370756, DOI: 10.1109/MHS.1999.820006 ISBN: 978-0-7803-5790-7 cited in the application the whole document</p>	1-15
A	<p>US 2006/060784 A1 (MOON SUNG [KR] ET AL) 23 March 2006 (2006-03-23) the whole document</p>	1-15
A	<p>WO 91/16607 A1 (COMMW OF AUSTRALIA [AU]) 31 October 1991 (1991-10-31) page 4 - page 6</p>	1-15
A	<p>GEOFFROY DUMONT ET AL: "Innovative on-chip packaging applied to uncooled IRFPA", OPTICAL SENSING II, vol. 6940, 3 April 2008 (2008-04-03), page 69401Y, XP055286288, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.780433 ISBN: 978-1-62841-971-9 the whole document</p>	1-15
A	<p>DUMONT G ET AL: "Pixel level packaging for uncooled IRFPA", INFRARED TECHNOLOGY AND APPLICATIONS XXXVII, SPIE, 1000 20TH ST. BELLINGHAM WA 98225-6705 USA, vol. 8012, no. 1, 13 May 2011 (2011-05-13) , pages 1-7, XP060016860, DOI: 10.1117/12.883852 the whole document</p>	1-15
A	<p>EP 2 466 283 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 20 June 2012 (2012-06-20) the whole document</p>	1-15
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053919

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>NIKLAUS F ET AL: "MEMS-based uncooled infrared bolometer arrays: a review", OPTOMECHATRONIC MICRO/NANO DEVICES AND COMPONENTS III : 8 - 10 OCTOBER 2007, LAUSANNE, SWITZERLAND; [PROCEEDINGS OF SPIE , ISSN 0277-786X], SPIE, BELLINGHAM, WASH, vol. 6836, 12 November 2007 (2007-11-12), pages 68360D-1, XP002586083, DOI: 10.1117/12.755128 ISBN: 978-1-62841-730-2 [retrieved on 2008-01-04] the whole document</p> <p>-----</p>	1-15
A	<p>CHEN J ET AL: "Parylene Surface-Micromachined Membranes for Sensor Applications", JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, IEEE SERVICE CENTER, US, vol. 13, no. 3, 1 June 2004 (2004-06-01), pages 484-490, XP011113569, ISSN: 1057-7157, DOI: 10.1109/JMEMS.2004.825295 Sections I et II</p> <p>-----</p>	1-15
A	<p>EP 0 840 250 A1 (THOMSON CSF [FR]) 6 May 1998 (1998-05-06) the whole document</p> <p>-----</p>	1-15
A	<p>EP 2 983 297 A1 (THOMSON LICENSING [FR]) 10 February 2016 (2016-02-10) figures 2,33</p> <p>-----</p>	11-13,15
A	<p>US 2008/121442 A1 (BOER WILLEM DEN [US] ET AL) 29 May 2008 (2008-05-29) abstract; figure 5 paragraph [0033] - paragraph [0049]</p> <p>-----</p>	11-13,15
A	<p>FR 2 999 338 A1 (FR DE DETECTEURS INFRAROUGES SOFRADIR SOC [FR]) 13 June 2014 (2014-06-13) abstract; figures 3-6</p> <p>-----</p>	11-13,15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/053919

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2006060784	A1	23-03-2006	EP 1637852 A1	22-03-2006
			KR 20060025787 A	22-03-2006
			US 2006060784 A1	23-03-2006

WO 9116607	A1	31-10-1991	CA 2081306 A1	27-10-1991
			DE 69123575 D1	23-01-1997
			DE 69123575 T2	02-09-1999
			EP 0526551 A1	10-02-1993
			HK 1007597 A1	16-04-1999
			JP 3112680 B2	27-11-2000
			JP H05507144 A	14-10-1993
			US 5369280 A	29-11-1994
			WO 9116607 A1	31-10-1991

EP 2466283	A1	20-06-2012	CN 102538982 A	04-07-2012
			EP 2466283 A1	20-06-2012
			FR 2969284 A1	22-06-2012
			JP 5926542 B2	25-05-2016
			JP 2012132898 A	12-07-2012
			US 2012153151 A1	21-06-2012

EP 0840250	A1	06-05-1998	CA 2217779 A1	05-05-1998
			EP 0840250 A1	06-05-1998
			FR 2755526 A1	07-05-1998
			JP 4048246 B2	20-02-2008
			JP H10187954 A	21-07-1998
			US 6061464 A	09-05-2000

EP 2983297	A1	10-02-2016	EP 2983297 A1	10-02-2016
			WO 2016020280 A1	11-02-2016

US 2008121442	A1	29-05-2008	US 2008121442 A1	29-05-2008
			US 2011157094 A1	30-06-2011
			US 2011169779 A1	14-07-2011
			US 2013215086 A1	22-08-2013

FR 2999338	A1	13-06-2014	FR 2999338 A1	13-06-2014
			WO 2014091093 A1	19-06-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/053919

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06K9/00 G01K7/22 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) G06K G01K				
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				
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
A	LOIC LE NOC ET AL: "Fingerprint recording with bolometric detectors", OPTICAL SENSING II, vol. 5071, 23 septembre 2003 (2003-09-23), page 442, XP055314693, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.487886 ISBN: 978-1-62841-971-9 Sections 1-3 ----- -/--	1-15		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents				
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe				
* Catégories spéciales de documents cités:				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> "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 </td> <td style="vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			"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
"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 13 avril 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 24/04/2017		
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 Alecu, Teodor Iulian		

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>JI-SONG HAN ET AL: "Thermal analysis of fingerprint sensor having a microheater array", MICROMECHATRONICS AND HUMAN SCIENCE, 1999. MHS '99. PROCEEDINGS OF 199 9 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NAGOYA, JAPAN 23-26 NOV. 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 23 novembre 1999 (1999-11-23), pages 199-205, XP010370756, DOI: 10.1109/MHS.1999.820006 ISBN: 978-0-7803-5790-7 cité dans la demande le document en entier</p>	1-15
A	<p>US 2006/060784 A1 (MOON SUNG [KR] ET AL) 23 mars 2006 (2006-03-23) le document en entier</p>	1-15
A	<p>WO 91/16607 A1 (COMMW OF AUSTRALIA [AU]) 31 octobre 1991 (1991-10-31) page 4 - page 6</p>	1-15
A	<p>GEOFFROY DUMONT ET AL: "Innovative on-chip packaging applied to uncooled IRFPA", OPTICAL SENSING II, vol. 6940, 3 avril 2008 (2008-04-03), page 69401Y, XP055286288, 1000 20th St. Bellingham WA 98225-6705 USA ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.780433 ISBN: 978-1-62841-971-9 le document en entier</p>	1-15
A	<p>DUMONT G ET AL: "Pixel level packaging for uncooled IRFPA", INFRARED TECHNOLOGY AND APPLICATIONS XXXVII, SPIE, 1000 20TH ST. BELLINGHAM WA 98225-6705 USA, vol. 8012, no. 1, 13 mai 2011 (2011-05-13) , pages 1-7, XP060016860, DOI: 10.1117/12.883852 le document en entier</p>	1-15
A	<p>EP 2 466 283 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 20 juin 2012 (2012-06-20) le document en entier</p>	1-15
	-/--	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>NIKLAUS F ET AL: "MEMS-based uncooled infrared bolometer arrays: a review", OPTOMECHATRONIC MICRO/NANO DEVICES AND COMPONENTS III : 8 - 10 OCTOBER 2007, LAUSANNE, SWITZERLAND; [PROCEEDINGS OF SPIE , ISSN 0277-786X], SPIE, BELLINGHAM, WASH, vol. 6836, 12 novembre 2007 (2007-11-12), pages 68360D-1, XP002586083, DOI: 10.1117/12.755128 ISBN: 978-1-62841-730-2 [extrait le 2008-01-04] le document en entier</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>CHEN J ET AL: "Parylene Surface-Micromachined Membranes for Sensor Applications", JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, IEEE SERVICE CENTER, US, vol. 13, no. 3, 1 juin 2004 (2004-06-01), pages 484-490, XP011113569, ISSN: 1057-7157, DOI: 10.1109/JMEMS.2004.825295 Sections I et II</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>EP 0 840 250 A1 (THOMSON CSF [FR]) 6 mai 1998 (1998-05-06) le document en entier</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>EP 2 983 297 A1 (THOMSON LICENSING [FR]) 10 février 2016 (2016-02-10) figures 2,33</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11-13,15
A	<p>US 2008/121442 A1 (BOER WILLEM DEN [US] ET AL) 29 mai 2008 (2008-05-29) abrégé; figure 5 alinéa [0033] - alinéa [0049]</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11-13,15
A	<p>FR 2 999 338 A1 (FR DE DETECTEURS INFRAROUGES SOFRADIR SOC [FR]) 13 juin 2014 (2014-06-13) abrégé; figures 3-6</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	11-13,15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/053919

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006060784	A1	23-03-2006	EP 1637852 A1	22-03-2006
			KR 20060025787 A	22-03-2006
			US 2006060784 A1	23-03-2006

WO 9116607	A1	31-10-1991	CA 2081306 A1	27-10-1991
			DE 69123575 D1	23-01-1997
			DE 69123575 T2	02-09-1999
			EP 0526551 A1	10-02-1993
			HK 1007597 A1	16-04-1999
			JP 3112680 B2	27-11-2000
			JP H05507144 A	14-10-1993
			US 5369280 A	29-11-1994
			WO 9116607 A1	31-10-1991

EP 2466283	A1	20-06-2012	CN 102538982 A	04-07-2012
			EP 2466283 A1	20-06-2012
			FR 2969284 A1	22-06-2012
			JP 5926542 B2	25-05-2016
			JP 2012132898 A	12-07-2012
			US 2012153151 A1	21-06-2012

EP 0840250	A1	06-05-1998	CA 2217779 A1	05-05-1998
			EP 0840250 A1	06-05-1998
			FR 2755526 A1	07-05-1998
			JP 4048246 B2	20-02-2008
			JP H10187954 A	21-07-1998
			US 6061464 A	09-05-2000

EP 2983297	A1	10-02-2016	EP 2983297 A1	10-02-2016
			WO 2016020280 A1	11-02-2016

US 2008121442	A1	29-05-2008	US 2008121442 A1	29-05-2008
			US 2011157094 A1	30-06-2011
			US 2011169779 A1	14-07-2011
			US 2013215086 A1	22-08-2013

FR 2999338	A1	13-06-2014	FR 2999338 A1	13-06-2014
			WO 2014091093 A1	19-06-2014
