



(51) Classification internationale des brevets :
H01L 23/522 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)
H01L 23/525 (2006.01) H01L 23/62 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/058252

(22) Date de dépôt international :
11 juin 2010 (11.06.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0953908 11 juin 2009 (11.06.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES** [FR/FR]; 25 rue
Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **LOUIS,
Didier** [FR/FR]; 101 chemin des Dominicains Cidex 63,
F-38500 Coublevie (FR). **DU PORT DE
PONCHARRA, Jean** [FR/FR]; Le Barbet Hameau de
Peteyssset, F-38950 Quaix En Chartreuse (FR).

(74) Mandataire : **ILGART, Jean-Christophe**; Brevalex, 3,
rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

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

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : MICROELECTRONIC DEVICE PROVIDED WITH AN ARRAY OF ELEMENTS MADE FROM A CONDUCTIVE POLYMER WITH A POSITIVE TEMPERATURE COEFFICIENT

(54) Titre : DISPOSITIF MICROELECTRONIQUE DOTE D'UNE MATRICE D'ELEMENTS A BASE D'UN POLYMERE CONDUCTEUR A COEFFICIENT DE TEMPERATURE POSITIF

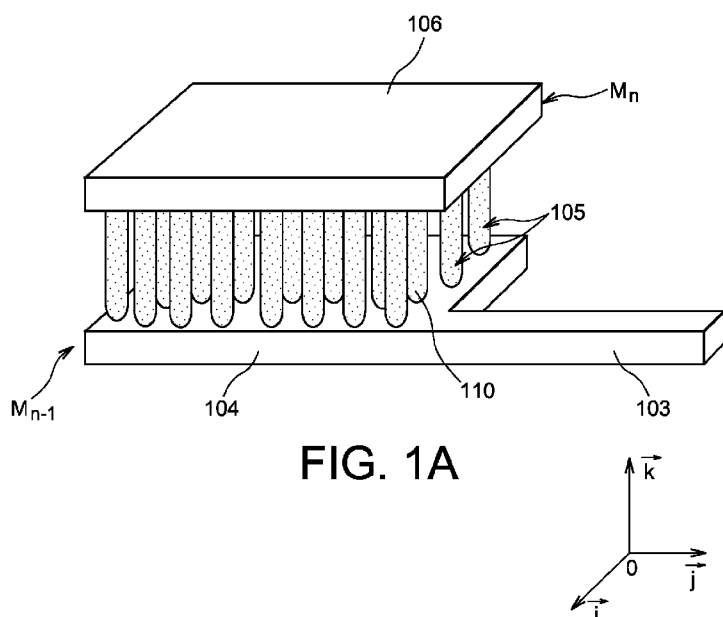


FIG. 1A

(57) Abstract : The invention relates to the production of a device including: a substrate; a plurality of components forming an electronic circuit on the substrate; a plurality of stacked metal levels for interconnecting the components, said metal levels being placed in at least one insulating layer resting on the substrate; a plurality of elements (105) made from a conductive polymer material (110) with a positive temperature coefficient, said elements passing through the body of the insulating layer and being connected to at least one conductive line of a given interconnection level.

(57) Abrégé : L'invention concerne la réalisation d'un dispositif comprenant: - un substrat, - une pluralité de composants formant un circuit électronique sur le substrat, - une pluralité de niveaux métalliques superposés d'interconnexions des composants, lesdits niveaux métalliques étant situés dans au moins une couche isolante reposant sur le substrat, - une pluralité d'éléments (105) à base d'un matériau (110) polymère conducteur à coefficient de

température positif, lesdits éléments traversant une épaisseur de la couche isolante et étant connectés à au moins une ligne conductrice d'un niveau d'interconnexion donné.

**DISPOSITIF MICROELECTRONIQUE DOTE D'UNE MATRICE
D'ELEMENTS A BASE D'UN POLYMERE CONDUCTEUR A
COEFFICIENT DE TEMPERATURE POSITIF**

5

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne le domaine de la microélectronique et des circuits intégrés.

Elle prévoit la réalisation d'un dispositif
10 microélectronique comportant un ou plusieurs circuits électroniques et des éléments d'interconnexion formant au moins un via destiné à connecter des niveaux métalliques entre eux et à véhiculer un courant électrique.

15 Ces éléments d'interconnexion comportent un matériau particulier pour former des moyens de protection contre des surintensités ou des phénomènes d'échauffement dans le dispositif.

ART ANTERIEUR

20 Le document : « Low-resistance, power saving, miniature type polymer PTC thermistors » provenant de la société TDK et datant d'octobre 2003, présente un dispositif électronique doté d'une couche de polymère conducteur CTP (CTP pour « coefficient de
25 température positif ») située entre des électrodes et servant de protection contre des surintensités ou des surchauffes.

Dans le domaine de la microélectronique, les dispositifs microélectronique sont généralement

dotés d'un ou plusieurs circuits intégrés comprenant un ou plusieurs niveaux d'interconnexions métalliques, formés de lignes conductrices horizontales reliées entre elles par des éléments conducteurs verticaux également appelés « vias ».

Dans ce domaine, des systèmes apportant une protection aux circuits intégrés contre des conditions de surintensité ou de surchauffe, sont connus.

Parmi ces systèmes figurent des fusibles intégrés à action unique, qui, la plupart du temps, sont détruits après une seule utilisation, c'est-à-dire dès lorsqu'une surintensité survient.

Il se pose le problème de trouver un nouveau moyen de protection contre des surintensités intégré dans un dispositif microélectronique doté d'un ou plusieurs circuits intégrés, qui ne soit pas limité à une utilisation unique, et qui réponde à des critères de faible encombrement et de faible coût de mise en œuvre.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne tout d'abord un procédé de réalisation d'un dispositif microélectronique comprenant sa fabrication par :

a) réalisation sur un substrat d'un ou plusieurs composants d'au moins un circuit électronique et d'un ou plusieurs niveaux métalliques d'interconnexion du circuit électronique dans au moins une couche isolante,

b) réalisation d'une pluralité d'éléments d'interconnexions orthogonaux au plan principal du

substrat, traversant ladite couche isolante, lesdits éléments étant à base d'un matériau polymère conducteur à coefficient de température positif.

Les éléments d'interconnexion à base d'un
5 matériau polymère conducteur à coefficient de température positif forment des moyens de protection, à utilisations multiples, à la fois contre des surintensités, et contre une surchauffe du dispositif.

Ces éléments d'interconnexion peuvent ainsi
10 jouer le rôle de fusibles, thermiques et/ou électriques, réutilisables.

Les éléments d'interconnexion forment un organe de sécurité, permettant d'interrompre ou limiter le courant électrique entre des plots conducteurs ou
15 des zones conductrices, lorsque la température dépasse un certain seuil prédéterminé ou qu'un courant destiné à traverser ces éléments dépasse un certain seuil prédéterminé.

Les éléments d'interconnexion peuvent être
20 connectés au dernier niveau métallique parmi lesdits niveaux métalliques d'interconnexion des composants.

Les éléments d'interconnexion peuvent être également agencés selon une matrice de $X \times Y$ éléments d'interconnexion (avec X et/ou Y des entiers supérieurs
25 à 1) et comportant une ou plusieurs rangées verticales et une ou plusieurs rangées horizontales d'éléments d'interconnexion.

Selon une possibilité, la matrice peut être formée d'une pluralité d'autres éléments
30 d'interconnexions orthogonaux au plan principal du substrat, traversant ladite couche isolante, lesdits

autres éléments étant à base d'un matériau du circuit électronique susceptible d'atteindre une température supérieure à un seuil prédéterminé lorsque le dispositif fonctionne dans une gamme de courants donnée, peut être effectuée.

Les éléments à base de matériau polymère conducteur à coefficient de température positif sont alors disposés à l'étape b) en fonction de ladite zone d'échauffement localisée.

Les éléments à base de polymère conducteur à coefficient de température positif, peuvent être formés sur une première zone conductrice, et prévus pour relier électriquement la première zone conductrice à une deuxième zone conductrice. Le procédé peut comprendre préalablement à l'étape b), ou à l'étape a), ou à la fabrication du dispositif, une étape de détermination d'au moins un courant maximal destiné à circuler entre la première zone conductrice et la deuxième zone conductrice, lorsque le dispositif fonctionne dans une gamme de températures donnée, le nombre d'éléments et la taille des éléments à base de polymère conducteur à coefficient de température positif formés à l'étape b), étant prévus en fonction de ladite valeur de courant maximal déterminée.

Selon un aspect de l'invention, on peut déterminer préalablement une valeur seuil de température à ne pas dépasser, lors du fonctionnement du dispositif, pour un ou plusieurs composants et/ou pour ladite pluralité d'éléments d'interconnexion ou pour au moins une partie de ladite pluralité d'éléments d'interconnexion, et on détermine le nombre et/ou la

géométrie (en particulier au moins la section ou la longueur) desdits éléments d'interconnexion en fonction de ladite valeur seuil de température à ne pas dépasser.

5 Selon un autre aspect de l'invention, on peut déterminer préalablement une puissance maximale susceptible d'être dissipée par le dispositif, par exemple à une température seuil à ne pas dépasser, lors du fonctionnement de ce dispositif, et on détermine le
10 nombre et/ou la géométrie (en particulier au moins la section ou la longueur) desdits éléments d'interconnexion en fonction de ladite valeur de puissance maximale.

 Selon encore un autre aspect de
15 l'invention, on peut déterminer préalablement une densité de courant admissible susceptible de traverser ladite pluralité d'éléments d'interconnexion, lors du fonctionnement de ce dispositif, et on détermine le nombre et/ou la géométrie (en particulier au moins la
20 section ou la longueur) desdits éléments d'interconnexion en fonction de ladite valeur de densité de courant admissible.

 L'invention concerne également un dispositif microélectronique comprenant :

- 25 - un substrat,
 - une pluralité de composants formant un circuit électronique sur le substrat,
 - une pluralité de niveaux métalliques superposés d'interconnexions des composants, lesdits
30 niveaux métalliques étant situés dans au moins une couche isolante reposant sur le substrat,

- une pluralité d'éléments verticaux de connexion à base d'un matériau polymère conducteur à coefficient de température positif, lesdits éléments traversant une épaisseur de la couche isolante et étant
5 connectés à au moins à une zone conductrice d'un niveau d'interconnexion donné.

Lesdits éléments peuvent être connectés à au moins à une autre zone conductrice d'un autre niveau d'interconnexion différent dudit niveau donné.

10 Les éléments à base de matériau polymère conducteur à coefficient de température positif peuvent être agencés selon une matrice.

La matrice peut comprendre des éléments conducteurs à base de matériau métallique.

15 Les éléments d'interconnexion à base de polymère conducteur à coefficient de température positif, peuvent être connectés au dernier niveau métallique parmi lesdits niveaux métallique d'interconnexion.

20 Les éléments à base d'un matériau polymère conducteur à coefficient de température positif peuvent relier et connecter électriquement une première zone conductrice et une deuxième zone conductrice. Le nombre et la taille des éléments d'interconnexion à base de
25 matériau polymère conducteur à coefficient de température positif, peuvent être alors prévus de manière à :

- limiter le courant entre la première zone conductrice et une deuxième zone conductrice à une
30 valeur de courant prédéterminée,

- et/ou de manière à limiter une température de fonctionnement à une valeur seuil de température à ne pas dépasser, lors du fonctionnement du dispositif, pour un ou plusieurs composants et/ou
5 pour ladite pluralité d'éléments d'interconnexion ou pour au moins une partie de ladite pluralité d'éléments d'interconnexion,

- et/ou de manière à limiter la puissance susceptible d'être dissipée par le dispositif à une
10 puissance maximale, par exemple à une température seuil à ne pas dépasser, lors du fonctionnement de ce dispositif,

- et/ou de manière à limiter une densité de courant admissible susceptible de traverser ladite
15 pluralité d'éléments d'interconnexion, lors du fonctionnement de ce dispositif.

Les éléments à base de matériau polymère conducteur à coefficient de température positif peuvent être disposés au niveau d'une zone d'échauffement
20 localisée prédéterminée du circuit électronique.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés, à titre purement indicatif et nullement
25 limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1A-1C donnent des exemples de dispositif microélectronique suivant l'invention, doté d'une matrice d'éléments d'interconnexion à base de
30 matériau polymère conducteur à CTP positif ;

- la figure 2, illustre un exemple de profil d'évolution de la résistivité d'un matériau polymère conducteur à CTP positif en fonction de la température ;

5 - la figure 3, donne différents exemples de profils d'évolution de la résistivité en fonction de la température, de différents types de matériaux polymères conducteurs à CTP positif ;

 - les figures 4A-4D, illustrent un exemple
10 de procédé de réalisation d'un dispositif microélectronique suivant l'invention.

Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage
15 d'une figure à l'autre.

Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

20 **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Un premier exemple de dispositif microélectronique, mis en œuvre suivant l'invention, va à présent être décrit.

Ce dispositif est formé sur un substrat,
25 par exemple semi-conducteur et comprend un ou plusieurs circuits électroniques intégrés, ainsi que plusieurs niveaux superposés d'interconnexions $M_1, \dots, M_n$, du ou des circuits.

Chaque niveau d'interconnexion M_k peut être
30 formé d'un ou plusieurs éléments de connexion

horizontaux, c'est-à-dire des éléments parallèles ou sensiblement parallèles au plan principal du substrat (le plan principal du substrat étant un plan parallèle au plan $[0; \vec{i}; \vec{j}]$ du repère orthogonal $[0; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k}]$ donné sur les figures 1A-1C), et d'un ou plusieurs éléments de connexion verticaux, communément appelés « vias », perpendiculaires ou sensiblement perpendiculaires au plan principal du substrat.

Les éléments d'interconnexion sont situés dans une ou plusieurs couches isolantes formées sur le substrat (le substrat ainsi que la ou les couches isolantes n'étant pas représentés sur les figures 1A-1C).

Sur la figure 1A, un dernier niveau métallique M_n d'interconnexion d'un dispositif microélectronique est représenté et comporte une matrice de $X*Y$ éléments d'interconnexion 105 verticaux, destinés à acheminer un courant entre un plot conducteur 106 du dernier niveau M_n , c'est-à-dire le plus éloigné du substrat, et un autre plot conducteur 104 d'un niveau inférieur, par exemple de l'avant dernier niveau métallique M_{n-1} .

Le plot conducteur 106 du dernier niveau M_n peut être relié à une ligne métallique horizontale (non représentée), par exemple à base de cuivre, tandis que le plot conducteur 104 de l'avant dernier niveau M_{n-1} est relié à une autre ligne métallique horizontale 103.

Les éléments d'interconnexion 105 de la matrice sont formés d'un matériau 110 polymère conducteur à coefficient de température positif (ou PTC

selon la terminologie anglo-saxonne pour « positive temperature coefficient »).

Le matériau polymère conducteur à coefficient de température positif peut être par exemple à base de Polyacéthylène (PA), du Polythiophène (PT), du Poly(3-alkyl)thiophène, du Polypyrrole (PPy), ou de la Polyaniline (PANI), et comporter des particules telles que des particules conductrices ou des particules de carbone.

Les éléments d'interconnexion 105 forment des moyens de protection, à utilisations multiples, à la fois contre des surintensités, et contre une surchauffe du dispositif.

Les éléments d'interconnexion 105 peuvent ainsi jouer le rôle de fusibles, thermiques et/ou électriques, réutilisables.

Les éléments d'interconnexion 105 forment un organe de sécurité, permettant de limiter ou d'interrompre le courant électrique entre les plots 104 et 106, lorsque la température dépasse un certain seuil prédéterminé ou qu'un courant destiné à traverser ces éléments dépasse un certain seuil prédéterminé.

Le nombre, la taille des éléments 105 d'interconnexion verticaux à base de matériau 110 sont prévus d'une part en tenant compte de la conductance du matériau polymère à CTP pour avoir une résistance inférieure ou égale à celle d'un plot classique métallique et d'autre part, de manière à définir un de courant maximal, que la matrice d'éléments est destinée à empêcher de véhiculer entre les plots 105, 106 ou que l'on souhaite admettre au maximum dans la ligne

conductrice 103, la température dépendant de ce courant maximal, elle sera automatiquement limitée en fonction de la température critique du polymère conducteur à CTP.

5 Le nombre et la taille des éléments 105 d'interconnexion verticaux peuvent être prévus également en fonction d'une grandeur seuil de température que l'on ne souhaite pas dépasser.

 La grandeur seuil de température dépend
10 également de la loi d'évolution de la résistivité en température propre au matériau 110 polymère conducteur à coefficient de température positif que l'on a choisi.

 A l'aide d'un logiciel tel que par exemple le logiciel ANSYS de la société ANSOFT, on peut
15 déterminer par simulation, une puissance maximale susceptible d'être dissipée par le dispositif à la température seuil T_{max} .

 La puissance dissipée par les éléments 105 dépend d'une densité de courant traversant ces
20 éléments. Ainsi, à partir d'une évaluation de cette densité de courant, en connaissant le profil de résistivité du polymère à CTP positif choisi, on détermine la hauteur, la section des éléments 105 d'interconnexion, ainsi que leur nombre.

25 Sur la figure 1B, une variante du dispositif de la figure 1A est donnée.

 Dans cet exemple, la matrice d'éléments de connexion comporte une alternance d'éléments 105 à base de matériau 110 polymère conducteur à coefficient de
30 température positif, et d'éléments 205 conducteurs à

base d'un matériau métallique, par exemple tel que du Cuivre, ou du Tungstène, ou de l'Aluminium.

Dans ce cas, les éléments 105 de la matrice sont prévus pour acheminer un courant et sont susceptibles de jouer le rôle de fusibles réutilisables, tandis que les autres éléments 205 ont pour rôle d'acheminer un courant entre les plots 104 et 106.

Sur la figure 1C, une autre variante du dispositif des figures 1A et 1B est donnée. La matrice d'éléments de connexion comporte des éléments de connexion 105 verticaux à base d'un matériau 110 polymère conducteur à coefficient de température positif, localisés sur une zone Z de connexion d'un composant ou connectée à un composant ou un circuit, et qui est a été déterminée comme une zone d'échauffement important de ce composant ou de ce circuit.

Le composant peut être par exemple un microprocesseur ou un circuit analogique fonctionnant à une fréquence élevée, ou une alimentation en tension.

La zone Z peut avoir été préalablement déterminée comme zone d'échauffement important par simulation par exemple à l'aide d'un logiciel tel que par exemple le logiciel ANSYS de la société ANSOFT, au cours de laquelle on identifie des zones du dispositif d'échauffement le plus important lorsque ce dernier est en fonctionnement. La zone Z peut avoir été préalablement déterminée comme une zone susceptible d'atteindre une certaine gamme de températures pour une gamme de courants donnée circulant dans le dispositif.

Dans ce cas, la zone Z joue le rôle d'un capteur de température dont la résistance électrique pourra être utilisée par un circuit de régulation indépendant.

5 Dans l'un ou l'autre des exemples de dispositif qui viennent d'être donnés, un circuit de contrôle de la résistance de la matrice d'éléments 105 peut être prévu. Un tel circuit de contrôle peut être prévu pour détecter des augmentations de résistance de
10 la matrice dues par exemple à une augmentation de la température globale. Un tel circuit peut être prévu pour limiter les courants d'alimentation d'un circuit intégré connecté à la matrice d'éléments d'interconnexion 105. Un tel circuit de contrôle peut
15 être réalisé par exemple à l'aide d'une diode ou d'un transistor intégré.

Un exemple de profil d'évolution de la résistivité d'un polymère conducteur à coefficient de température positif est donné sur la figure 2.

20 Sur cette figure la courbe C_1 de variation de la résistance du polymère conducteur à coefficient de température positif est exprimée en unité logarithmiques.

Cette courbe comporte une zone (portion P_1
25 de la courbe C_1) dite de « faible résistivité » dans laquelle, pour des températures inférieures à une température $T_F(^{\circ}C)$ appelée température normale de fonctionnement, le polymère conducteur a une faible résistivité évoluant peu en fonction de la température.

30 Cette courbe comporte ensuite une zone de croissance (portion P_2 de la courbe C_1) importante entre

la température T_F ($^{\circ}\text{C}$) et une température T_c ($^{\circ}\text{C}$) appelée température caractéristique de transition, ainsi qu'au-delà de la température $T^{\circ}\text{C}$. Puis, le polymère comporte (portion P_3 de la courbe C_1) une zone de forte
5 résistivité pour des températures supérieures à une température T_c ($^{\circ}\text{C}$).

Le dépassement d'une densité de courant admissible entraîne un échauffement du polymère. Le coefficient de température de la résistance du polymère
10 étant positif, la résistance d'un élément de connexion 105 formé à base de ce polymère augmente, ce qui a tendance à faire chuter la tension aux extrémités des éléments de connexion 105, et à limiter le courant et sa densité de courant traversant la matrice
15 d'éléments 105. La température des éléments de connexion 105 a tendance à décroître.

Si le dispositif est soumis à une température ambiante très élevée, par exemple de l'ordre de 125°C ou 150°C pour un microprocesseur, la
20 densité de courant traversant la matrice est limitée par la résistance accrue du polymère et n'entraîne pas d'échauffement supplémentaire.

La matrice d'élément 105 est ainsi susceptible de fonctionner également en limiteur
25 thermique et comme moyen de protection contre un emballement thermique.

La température caractéristique de transition T_c ainsi que le profil de résistivité dépendent de la nature et de la composition du
30 polymère.

Ces paramètres peuvent être modulés en adaptant la charge en particules conductrices que contient le polymère conducteur.

La température caractéristique de transition T_c ainsi que le profil de résistivité du polymère conducteur à CTP (Coefficient de température positif) utilisé, peuvent être adaptés en fonction de l'application désirée pour le dispositif décrit en liaison avec les figures 1A-1C.

Des exemples différents de profils de résistivité en fonction de la température, de 3 matériaux polymères à coefficient de température positif différents sont donnés sur la figure 3.

Le premier exemple de profil (courbe C_{10}) est celui d'un premier polymère ayant une faible résistivité R_0 lorsqu'inférieure à la température T_c , et une transition abrupte à partir de la température T_c , passant de R_0 à $10000 \cdot R_0$.

Un tel polymère peut permettre d'assurer une fonction de disjoncteur, qui, dès lors qu'il atteint la température critique T_c augmente brusquement sa résistivité de manière à ne plus conduire de courant. Un polymère tel que le Polyéthylène, l'éthylène, le propylène-diène, un terpolymère, chargé en carbone peut avoir un profil de ce type.

Le deuxième exemple de profil (courbe C_{20}) est celui d'un deuxième matériau polymère ayant une faible résistivité R_0 et une transition plus progressive que dans le premier exemple, de sorte qu'une augmentation de résistivité, de R_0 à $10000 \cdot R_0$,

se fait dans une gamme de température ΔT de l'ordre de 5°C.

Le deuxième matériau peut permettre d'assurer une régulation en température. Dès lors qu'un tel matériau augmente en température et atteint une température dans la gamme ΔT , cela entraîne une augmentation de résistivité de manière à induire une baisse du courant de la matrice d'éléments de connexion formés à base de ce matériau, ce qui a tendance à induire une baisse de température.

Le troisième exemple de profil (courbe C₃₀) est celui d'un troisième polymère ayant une résistivité plus importante en dessous de la température critique T_c et une transition plus progressive que dans les deux exemples précédents, de sorte qu'une augmentation de résistivité, de 10*R₀ à 10000*R₀, se fait dans une gamme de température ΔT de l'ordre de 5°C.

Une matrice d'éléments à base d'un tel polymère peut permettre d'assurer une régulation en température. Pour former une matrice à l'aide d'un tel polymère, on peut prévoir un nombre plus important d'éléments conducteurs 105 que pour une matrice formée à l'aide du deuxième polymère correspondant au deuxième exemple de profil.

Lorsque la densité de courant J traversant la matrice est telle, ou que la température des éléments 105 est telle que la température T_c n'est pas atteinte, les éléments 105 conduisent et leur résistivité varie peu.

Lorsque la densité de courant J traversant la matrice est telle, ou que la température des

éléments 105 est telle, que la température de transition T_c est dépassée, cela induit une augmentation de la résistance de la matrice de connexion, l'augmentation créant une chute de tension
5 et une baisse de la densité de courant traversant la matrice et parvenant jusqu'au plot 104, ce qui crée une baisse de la température des éléments 105 de la matrice, jusqu'à un équilibre thermique où l'échauffement des éléments 105 et la dissipation
10 générée par ces éléments 105 s'équilibre.

Un procédé de réalisation d'un dispositif microélectronique suivant l'invention, doté d'une pluralité de circuits superposés et d'éléments verticaux d'interconnexions appelés « supervias »
15 formés à base d'un polymère conducteur à coefficient de température positif, va à présent être décrit en liaison avec les figures 4A-4D.

On réalise tout d'abord un dispositif comprenant une pluralité de circuits intégrés
20 superposés.

Le dispositif comprend ainsi au moins un premier circuit C100 et au moins un deuxième circuit C200, formé au-dessus du premier circuit C100.

Les circuits C100, C200 peuvent être par
25 exemple de l'un ou l'autre des types suivants : électronique, RF, optoélectronique, logique, mémoire, MEMS, un ou plusieurs composants passifs.

Le dispositif que l'on réalise peut comporter au moins un premier circuit d'un premier type
30 et au moins un deuxième circuit d'un type différent,

choisis par exemple parmi les types de circuits précités.

Le premier circuit C100 est formé sur un substrat 200 et comporte une pluralité de composants 202, par exemple notamment des transistors, ainsi qu'une pluralité de k niveaux métalliques M1,...,Mk d'interconnexion des composants réalisés dans une couche isolante 213.

Le deuxième circuit C200 peut être formé sur un deuxième substrat 300 et peut comporter également une pluralité de composants 302, ainsi qu'une pluralité de p niveaux métalliques M'1,...,M'p d'interconnexion des composants 302, situés dans une couche isolante 313.

Le premier circuit C100 et le deuxième circuit C200 peuvent être formés indépendamment, puis assemblés, par exemple par un procédé de collage retournement dans lequel on retourne le deuxième substrat 300, on aligne les deux substrats 200, 300, l'un par rapport à l'autre puis on colle, par exemple par collage moléculaire les deux circuits C100, C200, l'un sur l'autre.

Une interface 320 de collage, qui peut être formée d'une épaisseur isolante, par exemple à base d'oxyde de silicium sépare les interconnexions des deux circuits C100 et C200 (figure 4A).

Ensuite on peut réaliser un amincissement du deuxième substrat 300, de manière à diminuer son épaisseur et ne conserver qu'une épaisseur qui peut être par exemple de l'ordre de plusieurs micromètres, par exemple de l'ordre de 15 μm à 30 μm .

Ensuite, une couche de matériau diélectrique 303, par exemple du SiO_2 , peut être réalisée sur le deuxième substrat 200.

Puis (figure 4B), on forme des ouvertures 406, 408 traversant notamment ledit deuxième substrat 300, la couche isolante 313, l'interface de collage 220.

Les ouvertures 406, 408 peuvent être réalisées par exemple par photolithographie et gravure et débouchent respectivement sur au moins une zone métallique 240 du premier circuit C100 et sur au moins une zone métallique 340 du deuxième circuit C200.

Une ou plusieurs tranchées parallèles au plan principal du substrat (défini sur la figure 4B comme un plan passant par le substrat et parallèle au plan $[0; \vec{i}; \vec{j}]$ du repère orthogonal $[0; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k}]$) peuvent également être formées dans la couche de matériau diélectrique 403, dont au moins une tranchée 407 dévoilant l'embouchure des ouvertures 406 et 408.

Les ouvertures 406, 408 peuvent être agencées de manière à traverser des zones d'isolation 305 STI (STI pour « shallow trench isolation ») du deuxième circuit C200.

Les ouvertures 406, 408 peuvent avoir un diamètre D (mesuré sur la figure 4B dans une direction parallèle au vecteur $\vec{j}$ du repère orthogonal $[0; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k}]$) compris par exemple entre 1 et 5 μm ou entre 5 et 10 μm .

Les ouvertures 406, 408 peuvent également avoir une hauteur H (mesurée sur la figure 4B dans une

direction parallèle au vecteur $\vec{k}$ du repère orthogonal $[0; \vec{i}; \vec{j}; \vec{k}]$) compris par exemple entre 15 μm et 20 μm ou entre 15 μm et 30 μm .

Les ouvertures 406, 408 peuvent être ainsi
5 éventuellement prévues avec des dimensions plus élevées que celles (resp. ceux) des vias des dispositifs classiques.

Ensuite, on forme une fine couche isolante 433 sur les parois des ouvertures 406, 408, de manière
10 à recouvrir des parties du deuxième substrat 300 dévoilées par les ouvertures 406, 407.

Une telle fine couche isolante 433 peut permettre d'empêcher de mettre les vias qui sont destinés à être réalisés dans les ouvertures 406, 408
15 en court circuit avec le substrat 300.

Une telle fine couche isolante 433 peut être par exemple à base d'un diélectrique tel que du SiO_2 .

Puis, on effectue un remplissage des
20 ouvertures 406, 408 à l'aide d'un matériau polymère conducteur 455 à coefficient de température positif.

Le polymère conducteur à coefficient de température positif peut être à base de polyaniline ou formé d'un matériau organique à base de carbone ayant
25 des propriétés conductrices naturelles ou obtenues par dopage.

Le remplissage peut être effectué à une température inférieure à 200°C.

Le polymère conducteur peut être par
30 exemple formé par dépôt CVD (CVD pour « Chemical Vapor Deposition ») ou PVD (PVD pour « Physical Vapor

Deposition ». La technique de remplissage est adaptée en fonction de la taille des ouvertures 406, 408, à remplir et du facteur de forme de ces dernières.

Pour des facteurs de forme entre 5 et 10, la viscosité du polymère conducteur peut être adaptée entre 1 et 10^4 Ctps et jusqu'à des facteurs de forme (rapport hauteur sur largeur des motifs) la viscosité du polymère peut être comprise entre 10^4 et 10^5 centipoises.

Le remplissage peut être éventuellement suivi d'une étape de polissage mécano-chimique CMP.

Un recuit thermique ou par UV peut permettre de faire fluer la couche déposée et éliminera les solvants résiduels et de réorganiser la structure chimique du polymère.

Avec le dépôt d'un tel polymère, on peut se prémunir d'étapes de réalisation d'un empilement de couches telles que des couches de barrière de diffusion ou d'accrochage lorsque les interconnexions sont à base de cuivre. Le polymère conducteur, bien qu'ayant une conductivité plus faible que le cuivre, est particulièrement adapté à la réalisation de vias de dimension importantes ou de rapport de formes importants.

Après remplissage, on a formé un premier élément d'interconnexion à base de matériau polymère la première ouverture dévoile une première zone conductrice 240 connectée à un des niveaux métalliques M1..., Mk du premier circuit et au moins une deuxième ouverture dévoile une deuxième zone conductrice 340 connectée à un des niveaux métalliques M'1..., M'p du

deuxième circuit C200, ledit remplissage conduisant à la formation d'au moins un premier élément 352 à base du matériau donné 455 connecté à la première zone conductrice 240 et d'au moins un deuxième élément 354 à base du matériau donné connecté à la deuxième zone conductrice 340.

Ensuite, la tranchée 407 est comblée à l'aide d'un matériau métallique par exemple tel que du cuivre (figure 4D).

10 Dans un dispositif et un procédé selon l'invention, on peut prendre un Métal (par exemple du platine) au lieu du polymère en tant que matériau CTP.

Dans un dispositif et un procédé selon l'invention, ce matériau CTP est disposé à l'intérieur de la puce microélectronique, à un endroit de la puce 15 endroit où un des composant va par exemple chauffer. Le matériau CTP permet de réguler son fonctionnement par détection et régulation de température.

Le matériau à CTP est mis en œuvre selon l'invention aux endroits de la puce qui nécessitent un 20 refroidissement, et/ou une régulation et/ou une limitation en température. On peut calculer la taille et le nombre de vias en tenant compte de la conductance du matériau CTP utilisé pour obtenir le seuil de déclenchement en fonction de la densité de courant 25 maximale admissible ou de la puissance maximale dissipée dans les lignes à protéger.

Selon l'invention on n'utilise pas le matériau CTP comme fusible à action unique (c'est-à-dire que quand le fusible s'est déclenché, on ne 30 revient pas en arrière) mais pour ses propriétés

réenclenchables, à savoir que l'on revient à l'état initial si la protection n'est plus nécessaire, c'est-à-dire une fois que la température et/ou la densité de courant et/ou la puissance dissipée revient à une
5 valeur inférieure à la valeur seuil correspondante.. Une fois de plus, le matériau est intégré dans la puce et déposé là où il va permettre de lutter contre les surchauffes.

La grandeur seuil de température (ou de
10 puissance dissipée ou de densité de courant) dépend également de la loi d'évolution de la résistivité en température propre au matériau à CTP que l'on a choisi.

Selon l'invention on peut déterminer par simulation, une puissance maximale susceptible d'être
15 dissipée par le dispositif à une température seuil T_{max} .

La puissance dissipée par les éléments 105 dépend d'une densité de courant traversant ces éléments. Ainsi, à partir d'une évaluation de cette
20 densité de courant, en connaissant le profil de résistivité du matériau à CTP positif choisi, on détermine la hauteur, la section des éléments 105 d'interconnexion, ainsi que leur nombre.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un dispositif microélectronique comprenant sa fabrication par :

5 a) réalisation sur un substrat d'un ou plusieurs composants d'au moins un circuit électronique et d'un ou plusieurs niveaux métalliques d'interconnexion du circuit électronique dans au moins une couche isolante,

10 b) réalisation d'une pluralité d'éléments d'interconnexions (105) orthogonaux au plan principal du substrat, traversant ladite couche isolante, lesdits éléments (105) étant à base d'un matériau (110) polymère conducteur à coefficient de température
15 positif,

 ce procédé comportant en outre, préalablement à l'étape b), ou à l'étape a) ou à la fabrication du dispositif, une étape de détermination d'au moins une zone (Z) d'échauffement du circuit
20 électronique susceptible d'atteindre une température supérieure à un seuil prédéterminé lorsque le dispositif fonctionne dans une gamme de courant donnée, les éléments étant disposés à l'étape b) en fonction de ladite au moins une zone d'échauffement localisée.

25

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les éléments d'interconnexion (105) sont connectés au dernier niveau métallique parmi lesdits niveaux métalliques d'interconnexion des composants.

30

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel les éléments (105) d'interconnexion sont agencés en matrice.

5 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, la matrice étant formée en une pluralité d'autres éléments d'interconnexions (205) orthogonaux au plan principal du substrat, traversant ladite couche isolante, lesdits autres éléments (205) étant à base
10 d'un matériau métallique.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les éléments à base de polymère conducteur à coefficient de température positif, sont
15 formés sur une première zone conductrice (104), et prévus pour relier électriquement la première zone conductrice à une deuxième zone conductrice (106), le procédé comprenant préalablement à l'étape b), ou à l'étape a) ou à la fabrication du dispositif, une étape
20 de détermination d'au moins un courant maximal destiné à circuler entre la première zone conductrice et la deuxième zone conductrice, lorsque le dispositif fonctionne dans une gamme de températures donnée, le nombre d'éléments et la taille des éléments à base de
25 polymère conducteur à coefficient de température positif formés à l'étape b), étant prévus en fonction de ladite valeur.

6. Procédé selon l'une des revendications
30 1 à 5, dans lequel on détermine préalablement une valeur seuil de température à ne pas dépasser pour un

ou de plusieurs composants ou pour au moins une partie de ladite pluralité d'éléments d'interconnexion, et on détermine le nombre et/ou la géométrie desdits éléments d'interconnexion en fonction de ladite valeur seuil de
5 température.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel on détermine préalablement une puissance maximale susceptible d'être dissipée par le
10 dispositif lors du fonctionnement de ce dispositif, et on détermine le nombre et/ou la géométrie desdits éléments d'interconnexion en fonction de ladite valeur de puissance maximale.

15 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel on détermine préalablement une densité de courant admissible susceptible de traverser ladite pluralité d'éléments d'interconnexion, lors du fonctionnement de ce dispositif, et on détermine le
20 nombre et/ou la géométrie desdits éléments d'interconnexion en fonction de ladite valeur de densité de courant admissible.

9. Dispositif microélectronique compre-
25 nant :

- un substrat
- une pluralité de composants formant un circuit électronique sur le substrat,
- un ou plusieurs niveaux métalliques
30 superposés d'interconnexions des composants, lesdits

niveaux métalliques étant situés dans au moins une couche isolante reposant sur le substrat,

- une pluralité d'éléments (105) d'interconnexion orthogonaux au plan principal du substrat et à base d'un matériau (110) polymère conducteur à coefficient de température positif, lesdits éléments traversant une épaisseur de la couche isolante et étant connectés à au moins une ligne conductrice d'un niveau d'interconnexion donné, les éléments à base de matériau polymère conducteur à coefficient de température positif étant disposés au niveau d'une zone d'échauffement localisée prédéterminée du circuit électronique.

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel les éléments à base de matériau (110) polymère conducteur à coefficient de température positif sont agencés selon une matrice.

11. Dispositif selon l'une des revendications 9 ou 10, la matrice comprenant en outre des éléments (205) conducteurs à base de matériau métallique.

12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel les éléments d'interconnexion (105) à base de polymère conducteur à coefficient de température positif, sont connectés au dernier niveau métallique parmi lesdits niveaux métallique d'interconnexion.

13. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel les éléments (105) à base d'un matériau polymère conducteur à coefficient de température positif relient et connectent électriquement une première zone conductrice (104) et une deuxième zone conductrice (106), le nombre et la taille éléments d'interconnexion (105) à base de matériau (110) polymère conducteur à coefficient de température positif, étant prévus :
- de manière à limiter le courant entre la première zone conductrice (104) et une deuxième zone conductrice (106) à une valeur de courant prédéterminée ;
 - et/ou de manière à limiter une température de fonctionnement à une valeur seuil de température à ne pas dépasser, lors du fonctionnement du dispositif, pour un ou plusieurs composants et/ou pour ladite pluralité d'éléments d'interconnexion ou pour au moins une partie de ladite pluralité d'éléments d'interconnexion,
 - et/ou de manière à limiter la puissance susceptible d'être dissipée par le dispositif à une puissance maximale, par exemple à une température seuil à ne pas dépasser, lors du fonctionnement de ce dispositif,
 - et/ou de manière à limiter une densité de courant admissible susceptible de traverser ladite pluralité d'éléments d'interconnexion, lors du fonctionnement de ce dispositif.

14. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 13, comportant en outre un circuit de contrôle de la résistance des éléments (105) d'interconnexion.

5

15. Dispositif selon la revendication 14, le circuit de contrôle permettant de détecter des augmentations de résistance des éléments (105) d'interconnexion dues à une augmentation de la température globale.

10

16. Dispositif selon la revendication 14 ou 15, le circuit de contrôle permettant de limiter les courants d'alimentation d'un circuit intégré connecté aux éléments d'interconnexion (105).

15

1 / 7

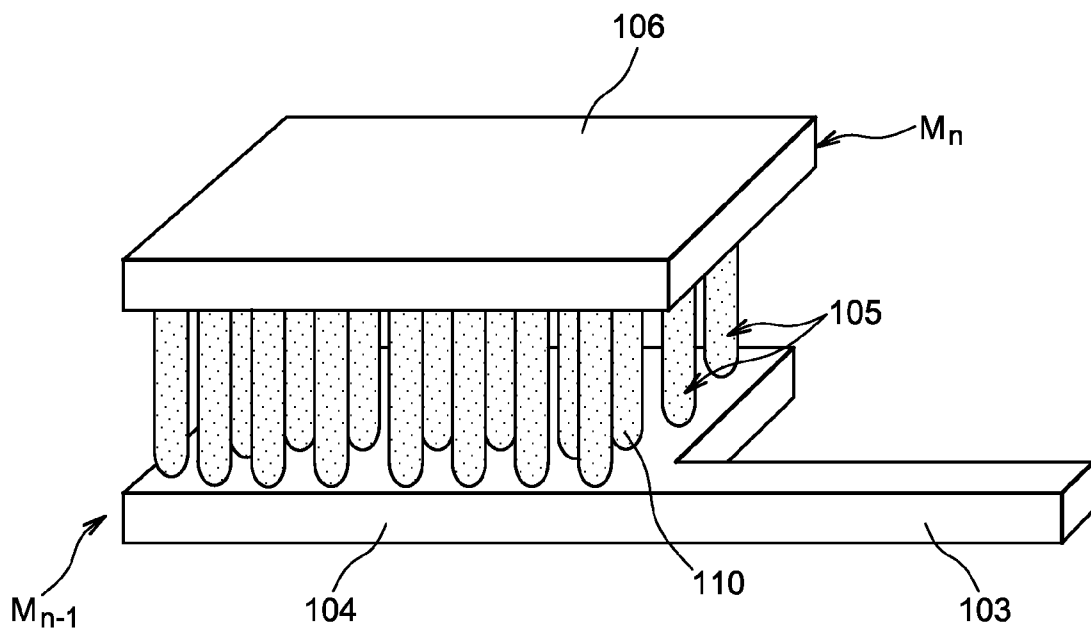


FIG. 1A

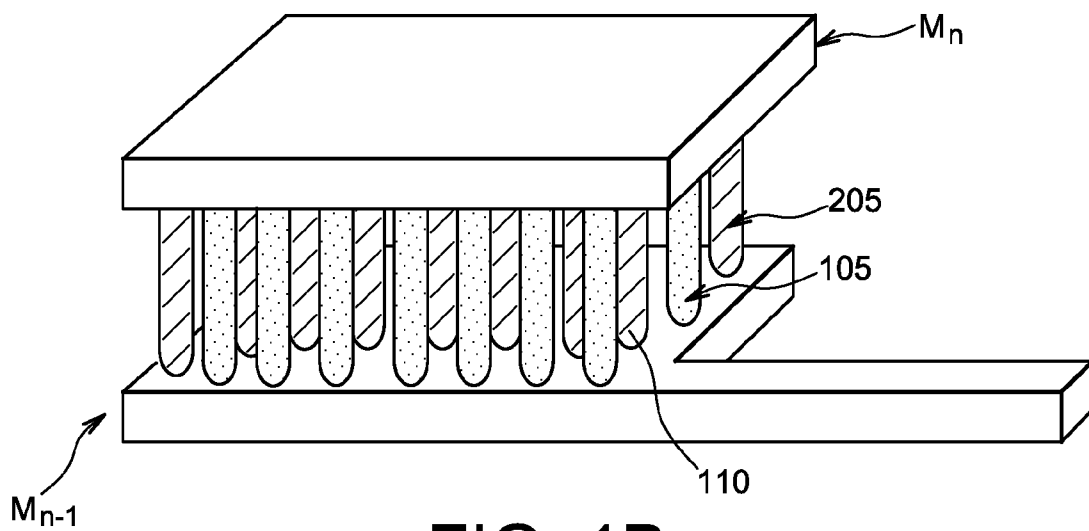
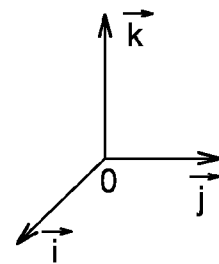


FIG. 1B

2 / 7

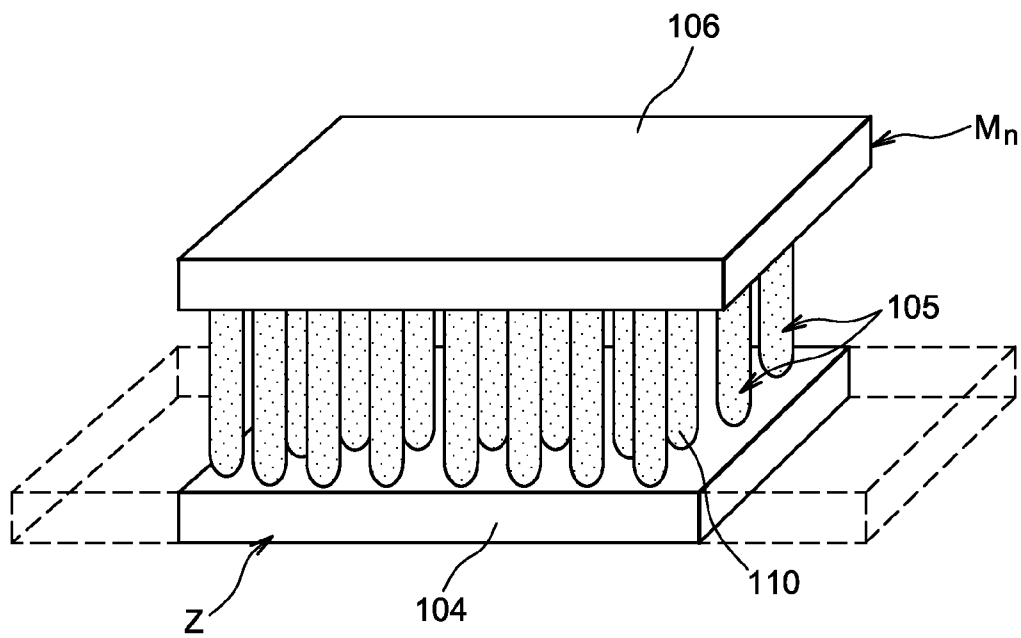
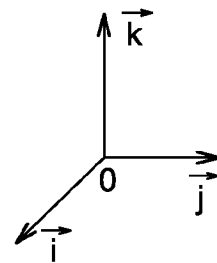


FIG. 1C



3 / 7

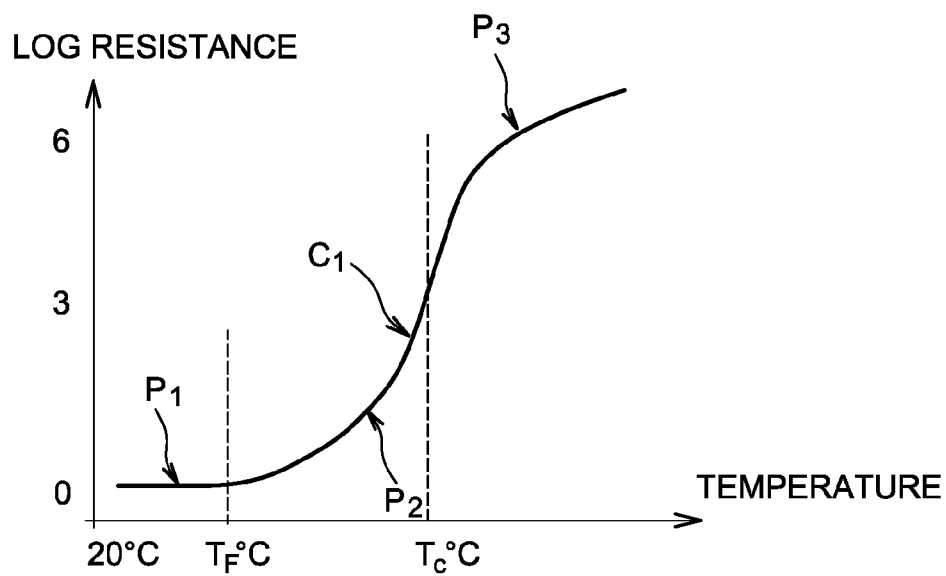


FIG. 2

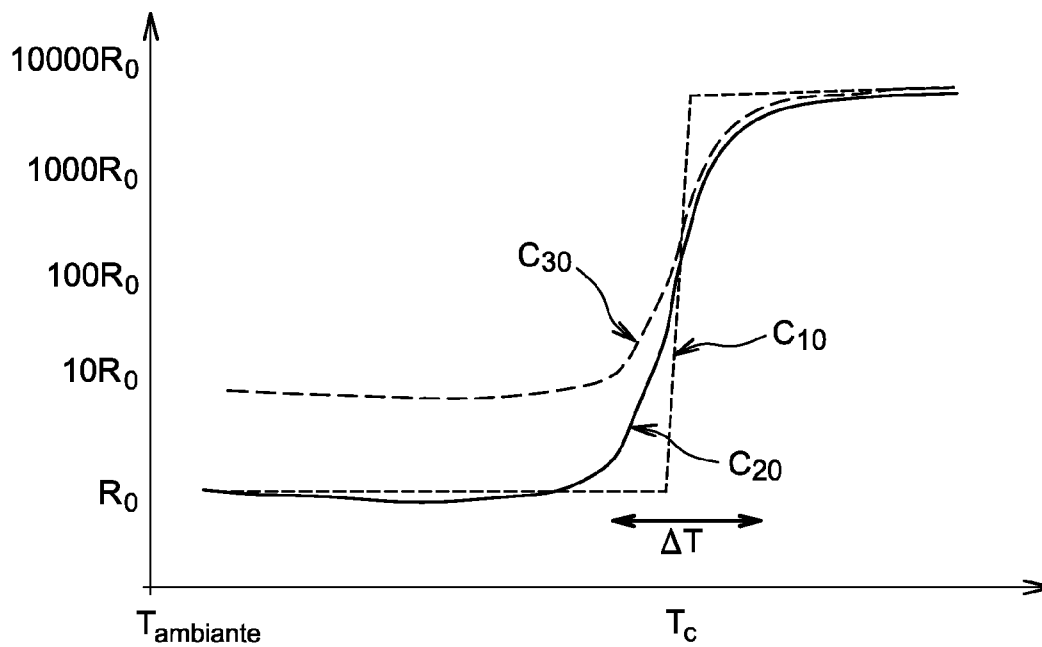


FIG. 3

4 / 7

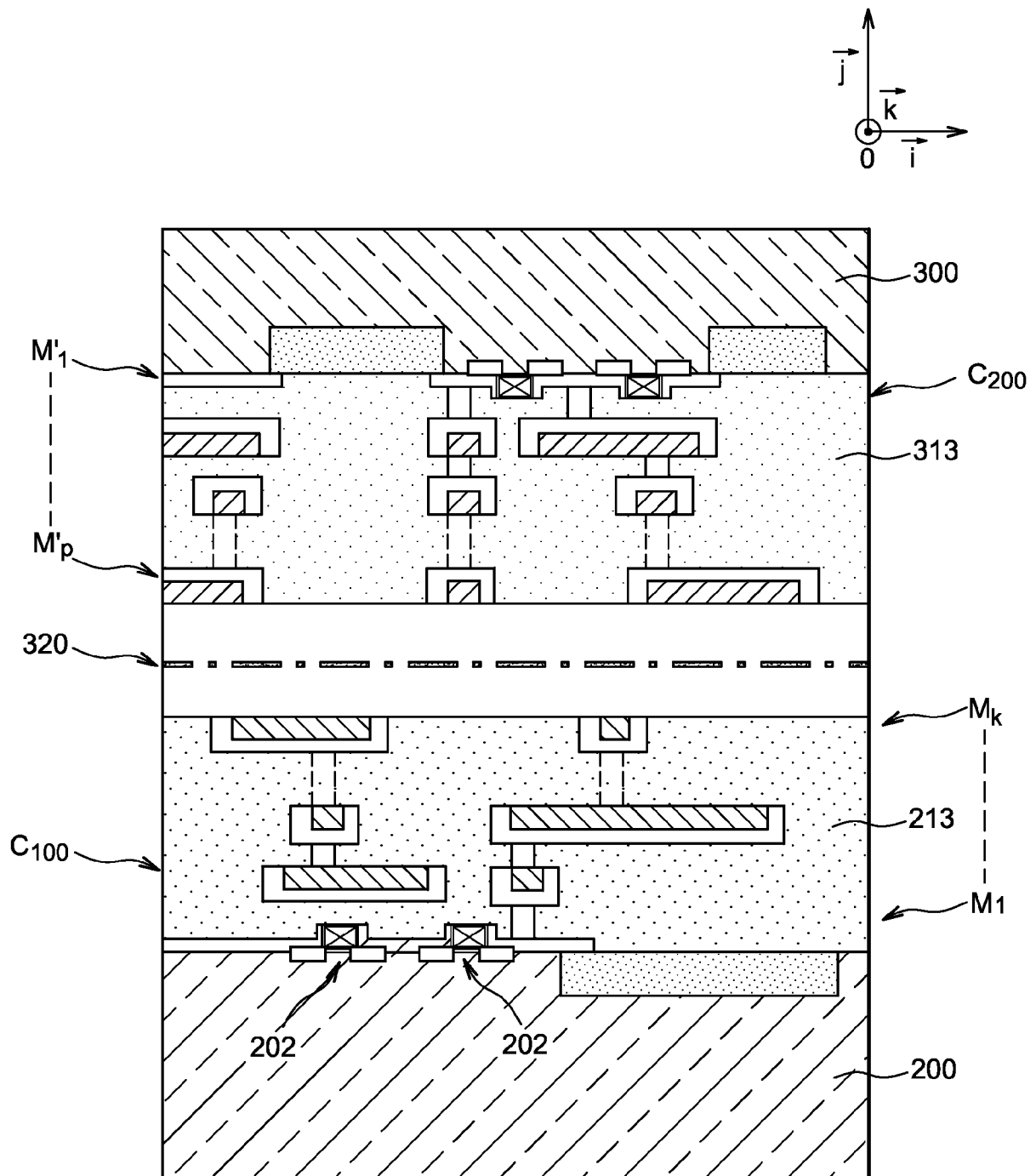


FIG. 4A

5 / 7

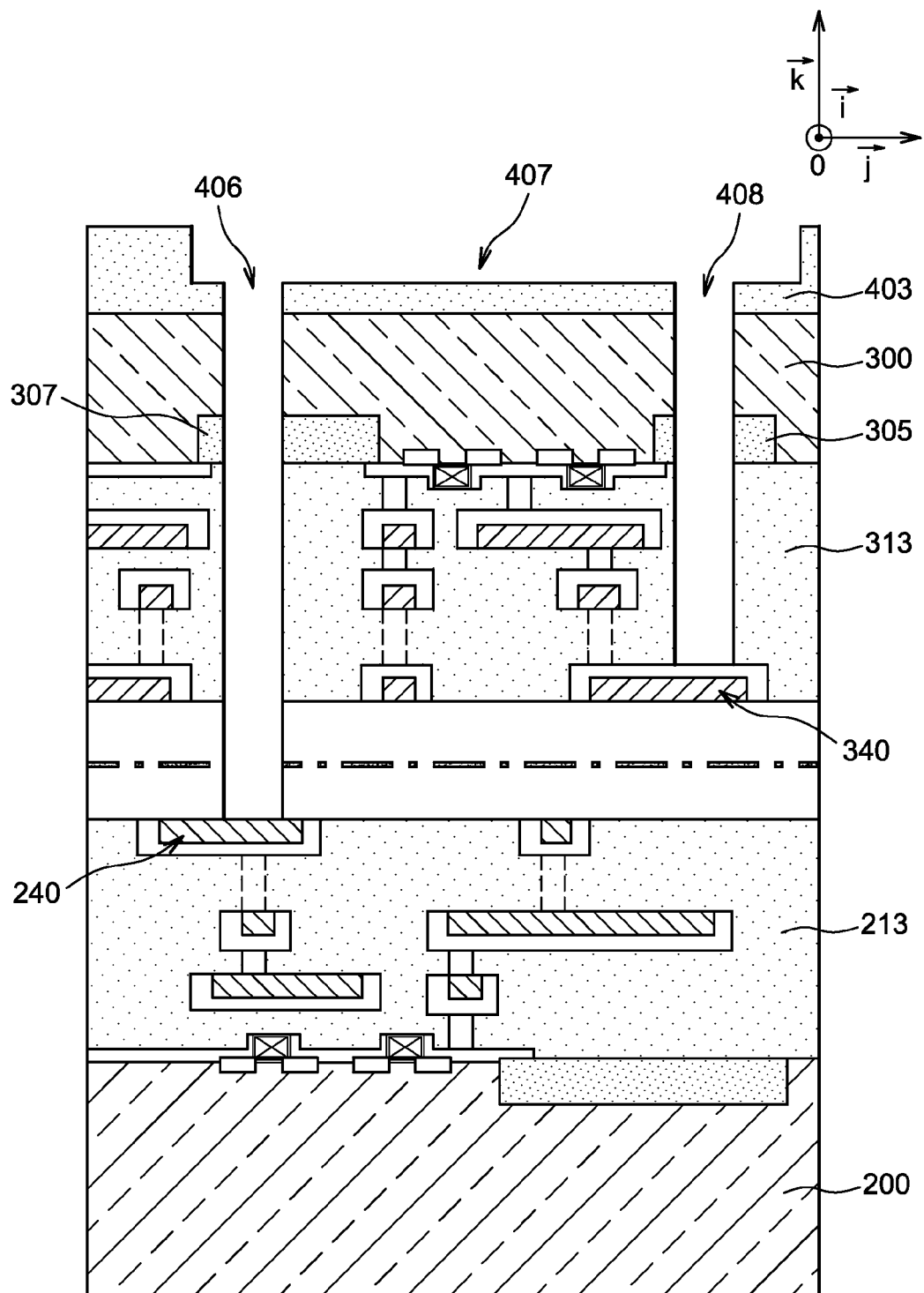


FIG. 4B

6 / 7

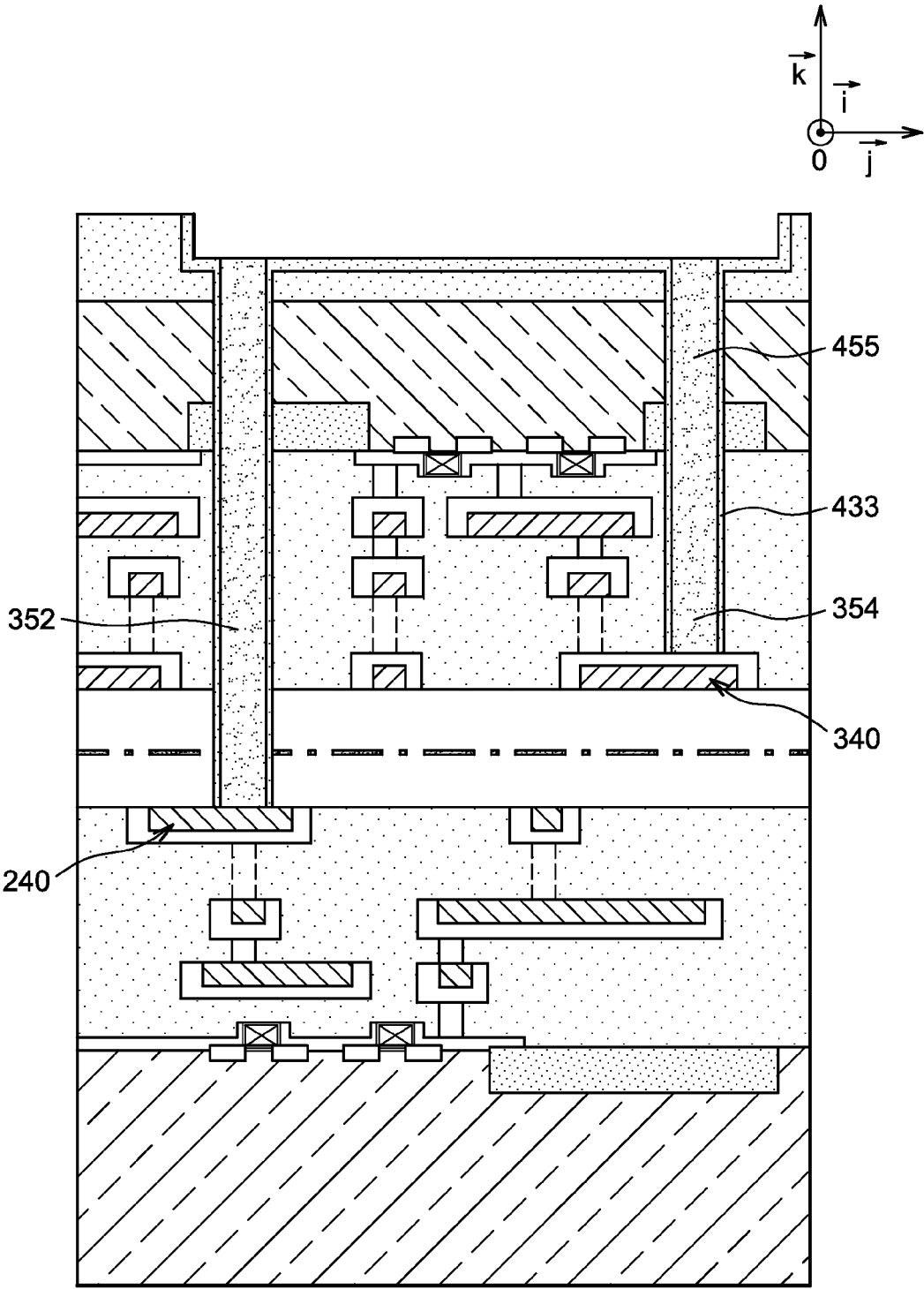


FIG. 4C

7 / 7

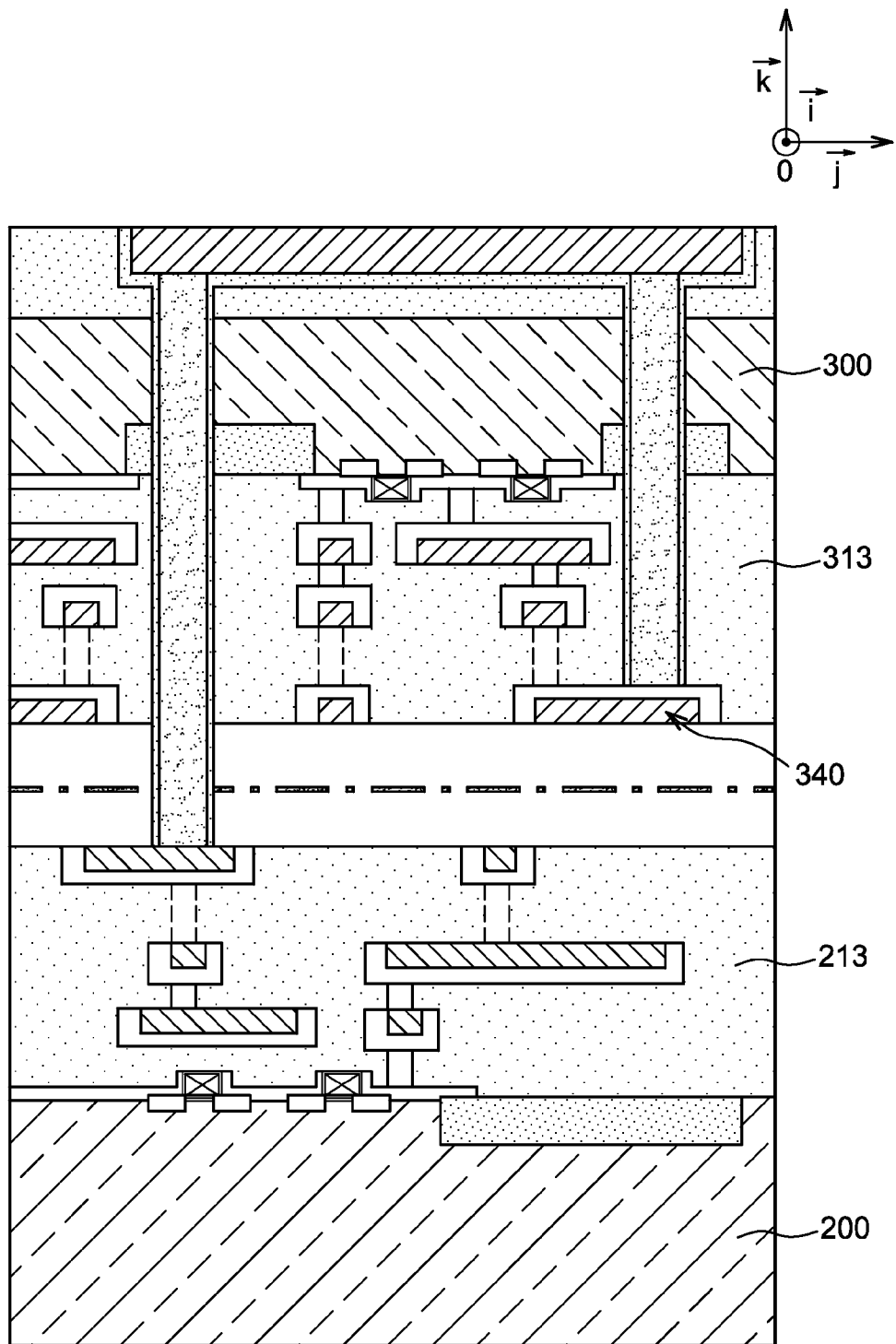


FIG. 4D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/058252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L23/522 H01L23/525 H01L21/768 H01L23/62
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)

H01L

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

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

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/166669 A1 (SAITO TAKAYUKI [JP]) 26 August 2004 (2004-08-26) paragraph [0027] - paragraph [0030]; figures 1A-D	1,2,9,12
A	OWEN F: "Protect your circuits" SENSORS, NORTH AMERICAN TECHNOLOGY, PETERBOROUGH, NH, US, vol. 18, no. 3, 1 March 2001 (2001-03-01), pages 62-70, XP008117093 ISSN: 0746-9462 the whole document	9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 July 2010

Date of mailing of the international search report

02/08/2010

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Zeisler, Peter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/058252

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KINSMAN K: "PTC offers new option for circuit protection" PCIM POWER ELECTRONIC SYSTEMS, INTERTEC INTERNATIONAL, VENTURA, CA, US, vol. 29, no. 7, 1 July 2003 (2003-07-01), pages 52-54, XP008117091 ISSN: 1523-4908 the whole document	9
A	US 2009/009926 A1 (BAUMGARTNER PETER [DE] ET AL) 8 January 2009 (2009-01-08) paragraphs [0046], [0134]; figures 1,2	1,2,7,10
A	WO 2008/091648 A2 (ALPHA & OMEGA SEMICONDUCTOR [US]; HEBERT FRANCOIS [US]) 31 July 2008 (2008-07-31) the whole document	9
A	KATAOKA M ET AL: "PTC characteristics of (TiC/polyethylene) conductive composites in relation to their particle-filled structures" TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS OF JAPAN, PART A INST. ELECTR. ENG. JAPAN, vol. 124-A, no. 4, April 2004 (2004-04), pages 337-343, XP002563243 ISSN: 0385-4205 * abstract	9
A	WO 02/091496 A2 (COATUE CORP [US]) 14 November 2002 (2002-11-14) paragraphs [0006], [0018]; claims 1,2,5,6; figures 1,2	1,2,9,12
A	US 6 249 038 B1 (DAUBENSPECK TIMOTHY HARRISON [US] ET AL) 19 June 2001 (2001-06-19) column 5, line 65 - column 6, line 16; figures 2d, 2e	1,9
A	CHIUNG-CHIH LIN ET AL: "A varistor-polymer composite with nonlinear electrical-thermal switching properties" CERAMICS INTERNATIONAL PUBLISHED ON BEHALF ON TECHNIA S.R.L. BY ELSEVIER SCIENCE LTD. UK, vol. 34, no. 1, January 2008 (2008-01), pages 131-136, XP002563242 ISSN: 0272-8842 * abstract	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/058252

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004166669 A1	26-08-2004	CN 1523657 A DE 102004001672 A1 JP 2004253659 A KR 20040075708 A TW 231525 B	25-08-2004 09-09-2004 09-09-2004 30-08-2004 21-04-2005
US 2009009926 A1	08-01-2009	NONE	
WO 2008091648 A2	31-07-2008	CN 101595615 A US 2008180871 A1	02-12-2009 31-07-2008
WO 02091496 A2	14-11-2002	AU 2002340795 A1	18-11-2002
US 6249038 B1	19-06-2001	US 2001014509 A1	16-08-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2010/058252

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. H01L23/522 H01L23/525 H01L21/768 H01L23/62
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)

H01L

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, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
------------	--	-------------------------------

A	US 2004/166669 A1 (SAITO TAKAYUKI [JP]) 26 août 2004 (2004-08-26) alinéa [0027] - alinéa [0030]; figures 1A-D	1,2,9,12
---	--	----------

A	OWEN F: "Protect your circuits" SENSORS, NORTH AMERICAN TECHNOLOGY, PETERBOROUGH, NH, US, vol. 18, no. 3, 1 mars 2001 (2001-03-01), pages 62-70, XP008117093 ISSN: 0746-9462 le document en entier	9
---	--	---

-/--

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

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

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

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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

23 juillet 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/08/2010

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

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

Fonctionnaire autorisé

Zeisler, Peter

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	KINSMAN K: "PTC offers new option for circuit protection" PCIM POWER ELECTRONIC SYSTEMS, INTERTEC INTERNATIONAL, VENTURA, CA, US, vol. 29, no. 7, 1 juillet 2003 (2003-07-01), pages 52-54, XP008117091 ISSN: 1523-4908 le document en entier	9
A	US 2009/009926 A1 (BAUMGARTNER PETER [DE] ET AL) 8 janvier 2009 (2009-01-08) alinéas [0046], [0134]; figures 1,2	1,2,7,10
A	WO 2008/091648 A2 (ALPHA & OMEGA SEMICONDUCTOR [US]; HEBERT FRANCOIS [US]) 31 juillet 2008 (2008-07-31) le document en entier	9
A	KATAOKA M ET AL: "PTC characteristics of (TiC/polyethylene) conductive composites in relation to their particle-filled structures" TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS OF JAPAN, PART A INST. ELECTR. ENG. JAPAN, vol. 124-A, no. 4, avril 2004 (2004-04), pages 337-343, XP002563243 ISSN: 0385-4205 * abrégé	9
A	WO 02/091496 A2 (COATUE CORP [US]) 14 novembre 2002 (2002-11-14) alinéas [0006], [0018]; revendications 1,2,5,6; figures 1,2	1,2,9,12
A	US 6 249 038 B1 (DAUBENSPECK TIMOTHY HARRISON [US] ET AL) 19 juin 2001 (2001-06-19) colonne 5, ligne 65 - colonne 6, ligne 16; figures 2d, 2e	1,9
A	CHIUNG-CHIH LIN ET AL: "A varistor-polymer composite with nonlinear electrical-thermal switching properties" CERAMICS INTERNATIONAL PUBLISHED ON BEHALF ON TECHNIA S.R.L. BY ELSEVIER SCIENCE LTD. UK, vol. 34, no. 1, janvier 2008 (2008-01), pages 131-136, XP002563242 ISSN: 0272-8842 * abrégé	9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/058252

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004166669 A1	26-08-2004	CN 1523657 A	25-08-2004
		DE 102004001672 A1	09-09-2004
		JP 2004253659 A	09-09-2004
		KR 20040075708 A	30-08-2004
		TW 231525 B	21-04-2005
US 2009009926 A1	08-01-2009	AUCUN	
WO 2008091648 A2	31-07-2008	CN 101595615 A	02-12-2009
		US 2008180871 A1	31-07-2008
WO 02091496 A2	14-11-2002	AU 2002340795 A1	18-11-2002
US 6249038 B1	19-06-2001	US 2001014509 A1	16-08-2001