

CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **719 590 B1**

**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(51) Int. Cl.: **H05B 3/36** (2006.01)  
**H05B 3/14** (2006.01)  
**B32B 27/40** (2006.01)  
**F24D 13/00** (2006.01)  
**B32B 3/16** (2006.01)  
**B32B 27/08** (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 000420/2022

(22) Date de dépôt: 12.04.2022

(43) Demande publiée: 31.10.2023

(24) Brevet délivré: 14.03.2025

(45) Fascicule du brevet publié: 14.03.2025

(73) Titulaire(s):  
Graphenaton Technologies SA, Chemin du Pré-Fleuri 3  
1228 Plan-les-Ouates (CH)

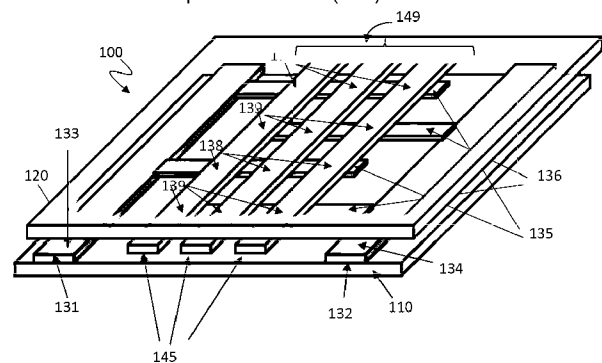
(72) Inventeur(s):  
Patrick Muller, 1816 Chailly Montreux (CH)

(74) Mandataire:  
Gsmart-IP S.A., Route de Florissant 81  
1206 Genève (CH)

(54) **Structure électrothermique multicouches**

(57) Une structure électrothermique multicouches (100), suffisamment flexible pour être enroulée sur elle-même, formée d'une pluralité de couches, ayant une face avant destinée à laisser passer des rayons infrarouges et une face arrière opposée à la face avant, la structure ayant une largeur et une longueur, soit une surface, comporte :  
au moins une borne électrique d'entrée (131) ; au moins une borne électrique de sortie (132) ; lesdites couches comprenant : un substrat, le substrat comprenant au moins une couche polymérique de substrat (110) ;  
au moins une couche électrothermique (140) comportant un élément résistif (149) ayant une entrée et une sortie ; et  
au moins une couche conductrice pour connecter : la borne d'entrée (131) de la structure à l'entrée de l'élément résistif (149) ; et  
la borne de sortie (132) de la structure à la sortie de l'élément résistif (149) ;  
la structure (100) comprenant de surcroît au moins une couche polymérique de passivation (120) ;  
est caractérisé en ce que :  
la couche électrothermique (140) comporte une pluralité de bandes isolées (145), longiformes, d'une matière électrothermique, lesdites bandes (145) étant interconnectées entre elles pour créer ledit élément résistif (149) ; et  
la couche conductrice comporte des extensions qui sont formées pour :

découper en peigne un conducteur d'entrée (133) de l'élément résistif (149) en une pluralité de points d'entrée (138) sur la longueur de chaque bande électrothermique (145) ; et regrouper en un conducteur de sortie (134) de l'élément résistif (149) une pluralité de points de sortie (139) sur la longueur de chaque bande électrothermique (145), les points de sortie (139) étant distincts des points d'entrée (138).



## Description

### DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention porte sur des films chauffants par résistance ohmique. Plus particulièrement, l'invention concerne des éléments chauffants ayant une surface s'étendant essentiellement dans deux dimensions dans lesquels le conducteur est monté sur une base isolante et recouvert d'un matériau isolant.

### ÉTAT DE LA TECHNIQUE

[0002] La demande de brevet internationale, publiée sous le numéro 2013/179341A1 décrit un film chauffant comprenant un élément chauffant plan qui présente une paire de bornes, une paire de fils conducteurs soudés aux bornes et deux feuilles de film polyamide thermoplastique qui sont respectivement stratifiées sur les surfaces de l'élément chauffant plan par soudage thermique et qui maintiennent ledit élément chauffant plan dans un état étanche. Dans le film chauffant, les films de polyamide thermoplastique peuvent être soudés de manière hermétique par soudage thermique sur l'élément chauffant plan de manière à l'étanchéfier.

[0003] Les principaux problèmes des solutions connues sont des mises en œuvre compliquées et des consommations élevées pour une utilisation primaire à savoir le chauffage. Un autre problème est la gestion de la chaleur dans les films chauffants existants.

### RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0004] Un but de la présente invention est de proposer une solution de chauffage qui soit plus rapide à mettre en œuvre. Un autre but est de proposer une solution simplifiée d'un film chauffant autorégulé. Il est aussi un but de la présente invention de proposer des films chauffants qui soient plus simples à produire en usine, avec des procédés de fabrications plus efficaces.

[0005] L'invention concerne une structure électrothermique multicouches, plane, suffisamment flexible pour être enroulée sur elle-même, formée d'une pluralité de couches, ayant une face avant destinée à laisser passer des rayons infrarouges et une face arrière opposée à la face avant, la structure ayant une largeur et une longueur, soit une surface. La structure comporte au moins une borne électrique d'entrée, au moins une borne électrique de sortie, lesdites couches comprenant un substrat, le substrat comprend au moins une couche polymérique de substrat, au moins une couche électrothermique comportant un élément résistif ayant une entrée et une sortie; et au moins une couche conductrice pour connecter la borne d'entrée de la structure à l'entrée de l'élément résistif; et la borne de sortie de la structure à la sortie de l'élément résistif. La structure comprenant de surcroît au moins une couche polymérique de passivation. La couche électrothermique comporte une pluralité de bandes isolées, longiformes, d'une matière électrothermique, lesdites bandes étant interconnectées entre elles pour créer ledit élément résistif. La couche conductrice comporte des extensions qui sont formées pour éclater en peigne un conducteur d'entrée de l'élément résistif en une pluralité de points d'entrée sur la longueur de chaque bande électrothermique; et pour consolider en un conducteur de sortie de l'élément résistif une pluralité de points de sortie sur la longueur de chaque bande électrothermique, les points de sortie sont distincts des points d'entrée.

[0006] Dans un mode de réalisation, le substrat comporte deux couches d'isolant et la passivation comporte également deux couches d'isolant. La couche chauffante est encapsulée entre la passivation et le substrat, préférablement par un procédé de lamination à chaud, ainsi rendant les structures électrothermiques multicouches proposés par la présente invention étanche à l'eau et à l'air. Par le même, ces structures présentent une grande protection contre des éventuelles endommagements par action mécanique, tels des griffures et / ou des coupures. Les structures électrothermiques multicouches offrent aussi une bonne isolation électrique.

[0007] Répondant aux exigences de standards de la construction tels que les normes RT2020, la MOPEC en Suisse ou les NF EN 60335-1 et NF EN 60335-2-96 en relation avec les appareils électrodomestiques et les films rayonnants, ces structures peuvent être utilisées dans le domaine du chauffage domestique.

### DESCRIPTION SOMMAIRE DES DESSINS

[0008] Les caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description de plusieurs formes d'exécution données uniquement à titre d'exemple, nullement limitative en se référant aux figures schématiques, dans lesquelles :

- La figure 1 montre les différentes couches présentes dans une structure électrothermique selon un mode de réalisation décrit dans le présent document ;
- La figure 2 illustre un schéma électrique équivalent représentant une couche électrothermique qui peut être déployée dans un mode de réalisation de la structure électrothermique;

- La figure 3 montre une vue des couches employées dans une structure électrothermique selon un mode de réalisation ;
- La figure 4 montre les couches présentes dans une structure électrothermique selon un autre mode de réalisation ; et
- La figure 5 montre les couches présentes dans une structure électrothermique selon encore un autre mode de réalisation.

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

**[0009]** La présente invention concerne une structure électrothermique multicouches qui comporte un élément chauffant par l'effet Joule. L'élément chauffant comporte un matériau électrothermique, qui chauffe lorsqu'il conduit un courant électrique. Selon un mode de réalisation, le matériau électrothermique a un coefficient de température positive (PTC). Selon un mode de réalisation, le matériau a une émissivité tel qu'en chauffant, il se met à émettre de la radiation infrarouge, préférablement de l'infrarouge lointain. Ainsi, la structure électrothermique de la présente invention chauffe par l'effet de la radiation infrarouge plutôt que par convection. Le choix de rayonnement infrarouge lointain (far infra-red) est fait pour favoriser la sensation de chaleur ressenti par un être humain, car le corps humain favorise l'absorption de radiation dans ce spectre.

**[0010]** De préférence, la structure électrothermique de la présente invention est sensiblement plane, s'étendant dans deux dimensions. La structure est longiforme de préférence, ayant une longueur plusieurs fois plus importante que sa largeur. Selon un mode de réalisation, la structure électrothermique a une certaine souplesse tel qu'elle est suffisamment flexible pour être enroulée sur elle-même. Les structures de la présente invention sont donc faciles à manipuler et à transporter.

**[0011]** Les matériaux choisis pour l'encapsulation de la structure, soit le substrat et la passivation, sont choisis pour laisser passer les rayons infrarouges. De préférence, au moins une de deux surfaces laisse passer les rayons infrarouges. Dans un mode de réalisation, une couche réfléchissante est utilisée pour favoriser le passage des rayons infrarouges par une seule face de la structure, soit la face dite la face avant, plutôt que par la face arrière. Dans d'autres modes de réalisation, les rayons infrarouges peuvent passer par la face avant et la face arrière de la structure.

**[0012]** La figure 1 montre les couches qui peuvent être présents dans une structure électrothermique 100 selon un mode de réalisation de l'invention. La structure est construite sur une base, soit le substrat 110. Selon un mode de réalisation, le substrat est fait d'une couche de matériau polymère flexible, par exemple le polyéthylène téréphtalate (PET). Une couche conductrice 130 vient ensuite. Selon un mode de réalisation de l'invention, la couche conductrice 130 est une encre conductrice, déposée par un procédé de „slot dies“ puis séchée par rayonnement infrarouge, ce qui favorise un séchage rapide. Optionnellement, pour faciliter l'accrochage de l'encre à la couche polymérique du substrat, le substrat subit un traitement plasma. Dans un autre mode de réalisation, une couche d'apprêt peut être appliqué sur le substrat au lieu d'utiliser le traitement plasma pour assurer l'accrochage de la couche conductrice 130 sur le substrat.

**[0013]** Sur la couche conductrice est dessiné, en encre conductrice, un certain nombre de conducteurs de courant pour amener un courant qui arrive sur une paire de bornes, entrée 131 / sortie 132, situées préférablement vers un bord de la structure, au moins vers l'élément chauffant de la structure. La figure 2 montre un schéma électrique qui représente l'élément chauffant 149 de la structure 100, avec ses bornes d'entrée 131 et sortie 132. L'élément chauffant est représenté par une résistance 149.

**[0014]** Selon le mode de réalisation décrit ci-dessus, l'élément chauffant se trouve dans la couche électrothermique, qui est dénotée 140 dans la figure 1. L'élément chauffant peut avoir n'importe quelle forme pour autant qu'il présente une résistance suffisante pour produire l'effet Joule souhaité. Grâce aux propriétés d'émissivité du matériau électrothermique choisi comme élément chauffant 149, ses dimensions vont dicter la température, en fonction du courant, et la quantité de rayonnement infrarouge produit. Le matériau électrothermique de l'élément chauffant peut être déposé par un procédé de sérigraphie, comme la couche conductrice 130, de préférence par un procédé de slot dies. Des contacts entre le matériau électrothermique de la couche électrothermique 140 et le matériau conducteur de la couche conductrice 130 se font aux endroits où les deux matériaux se touchent, ainsi créent la résistance, représentée schématiquement dans la figure 2. La résistance à une entrée et une sortie. Dans un mode de réalisation, l'entrée de la résistance 149 est reliée à la borne d'entrée 131 de la structure et la sortie de la résistance 149 est reliée à la borne de sortie 132 de la structure.

**[0015]** Comme indiqué dans la figure 1, la dernière couche est une couche de passivation 120. La couche de passivation 120 peut être faite du même matériau que la couche de substrat, soit un polymère flexible, de préférence laissant passer des rayons infrarouges. Selon un mode de réalisation, la couche de passivation 120 est en polyéthylène téréphtalate (PET). Selon un mode de réalisation, une couche de colle est utilisée pour fixer la couche de passivation 120 sur la couche électrothermique 140. Ainsi une structure dite „sarcophage“ assure l'étanchéité à l'air et à l'eau pour protéger l'élément chauffant et les conducteurs électriques.

**[0016]** Selon un mode de réalisation, la colle est une colle en polyuréthane, traitée à chaud. La colle en polyuréthane peut être déposée en phase liquide. Selon un autre mode de réalisation, la colle est solide, par exemple une colle „PSA“ (pression sensitive adhesive), l'adhésion fonctionnant en appliquant une pression mécanique.

**[0017]** La figure 1 montre l'ordre des couches en commençant du bas vers le haut avec la couche de substrat 110, la couche conductrice 130, la couche électrothermique 140 et la couche de passivation 120. Dans d'autres modes de réalisation, il est possible de changer l'ordre, par exemple : substrat 110, électrothermique 140, conductrice 130, passivation 120 ; ou passivation 120, conductrice 130, électrothermique 140, substrat 110 ; ou encore passivation 120, électrothermique 140, conductrice 130, substrat 110.

**[0018]** Selon un mode de réalisation, la radiation passe par une face de la structure, soit par la passivation 120, soit par le substrat 110. Dans ce mode de réalisation des figures 4 et 5, la structure comporte une couche réfléchissante 170, pour réfléchir les rayons infrarouges lointains vers l'une des deux surfaces, soit la face avant, l'autre face étant la face arrière. La couche réfléchissante 170 est faite en aluminium selon un mode de réalisation préféré et est placée vers la face arrière.

**[0019]** Selon un mode préféré de réalisation, le substrat comporte deux couches polymériques de substrat, collées ensemble. La passivation peut aussi comporter deux couches polymériques de passivation collées ensemble 120 et 121. Ainsi, la structure donne une bonne isolation électrique ainsi qu'une protection mécanique contre les griffures ou d'autres dégradations de la surface. Le fait d'avoir deux couches collées ensemble offre une meilleure protection mécanique qu'une seule couche ayant une épaisseur doublée, parce que la couche de colle offre une barrière pour arrêter la propagation d'une éventuelle coupure ou déchirure dans une couche polymérique.

**[0020]** Les couches polymériques (de substrat ou de passivation) peuvent être faites en PET selon un mode préféré de réalisation mais peuvent également être faites en polyéthylène (PE), polypropylène (PP), polychlorure de vinyle (PVC), PVC souple (PVC-P), polystyrène (PS), polycarbonate (PC), polyméthacrylate de méthyle (PMMA), polyoxyméthylène (POM), polytéréphtalate d'éthylène (PET), polyester, co-polyester, polyétheréthercétone (PEEK), polyamide, notamment le polyamide 6 (PA6), le polyamide 12 (PA12), le polyamide 10, le polyamide 610, le polyamide 66, le polyamide à base de constituants aliphatiques et cycloaliphatiques tels que notamment MACM12 ou le co-polyamide amorphe, de préférence à base de PA12, ou des copolymères ou mélanges de ceux-ci.

**[0021]** La température du matériau électrothermique est réglée en contrôlant les dimensions physiques de l'élément électrothermique, soit son épaisseur, sa largeur et sa longueur. L'épaisseur est contrôlée par la méthode de dépôt de la couche électrothermique. Le procédé de slot die est favorisé car il permet un bon contrôle de l'épaisseur.

**[0022]** La figure 3 montre un exemple de la structure selon un mode de réalisation. Pour assurer une bonne, uniforme, répartition de la chaleur sur la surface de la structure, dans un mode de réalisation préféré, l'élément résistif est créé en reliant une pluralité de bandes 145 d'une certaine largeur connectées en parallèle par des fils conducteurs dans la couche conductrice 130. La largeur et l'épaisseur du matériau électrothermique sont ainsi contrôlées. Pour contrôler aussi la longueur, on amène le courant, par le conducteur de la couche conductrice 130 sur un point d'entrée 138 sur la bande électrothermique 145 et on récupère du courant à un point de sortie 139 à une distance D du point d'entrée 138. Ceci est répété sur la longueur de la bande de matériau électrothermique 145. Cette technique est répétée sur toutes les bandes électrothermiques 145.

**[0023]** Le courant est donc amené d'un côté de la structure, par un conducteur d'entrée 133 parallèle aux bandes longues de matériau électrothermique 145 et sorti par un autre conducteur de sortie 134 parallèle sur l'autre côté de la structure. Pour accéder aux points d'entrée 138 de courant sur chaque bande 145, des extensions en peigne sont formées sur le conducteur d'entrée 133. D'autres extensions sont fournies pour récupérer le courant pour le conducteur de sortie. Les peignes d'entrée et sorties peuvent être intercalés. Le résultat est que les bandes de matériau électrothermiques 145 sont connectées en beaucoup de résistances en parallèle, les dimensions étant bien contrôlées et leur répartition sur toute la surface est aussi bien contrôlée. Lorsque la structure est utilisée comme film chauffant, la chaleur est donc bien contrôlée et sa répartition sur toute la surface est bien gérée.

**[0024]** L'élément résistif peut contenir du carbone. Le carbone peut être dans une forme dite de microparticules, préférentiellement dans une forme de nanoparticules (par exemple 1nm - 100nm), soit des nanotubes, soit des nano-sphères, soit des nano-fils. Cette forme de carbone est préférée pour les procédés de sérigraphie, notamment le slot dies pour ne pas bloquer les becs de sortie d'encre. Le frittage peut être fait à des températures suffisamment basses pour ne pas endommager les couches polymériques. Les conducteurs peuvent être faits en argent, cuivre ou graphène.

## Revendications

1. Structure électrothermique multicouches (100), plane, suffisamment flexible pour être enroulée sur elle-même, formée d'une pluralité de couches, ayant une face avant destinée à laisser passer des rayons infrarouges et une face arrière opposée à la face avant, la structure ayant une largeur et une longueur, soit une surface, la structure (100) comportant:
  - au moins une borne électrique d'entrée (131) ;
  - au moins une borne électrique de sortie (132) ;
  - lesdites couches comprenant :

un substrat, le substrat comprenant au moins une couche polymérique de substrat (110) ;  
au moins une couche électrothermique (140) comportant un élément résistif (149) ayant une entrée et une sortie ; et  
au moins une couche conductrice (130) pour connecter :  
la borne d'entrée (131) de la structure à l'entrée de l'élément résistif (149) ; et  
la borne de sortie (132) de la structure à la sortie de l'élément résistif (149) ;  
la structure (100) comprenant de surcroît au moins une couche polymérique de passivation (120) ;  
caractérisé en ce que :

la couche électrothermique (140) comporte une pluralité de bandes isolées (145), longiformes, d'une matière électrothermique, lesdites bandes (145) étant interconnectées entre elles pour créer ledit élément résistif (149) ; et  
la couche conductrice (130) comporte des extensions qui sont formées pour:  
éclater en peigne un conducteur d'entrée (133) de l'élément résistif (149) en une pluralité de points d'entrée (138) sur la longueur de chaque bande électrothermique (145) ; et  
consolider en un conducteur de sortie (134) de l'élément résistif (149) une pluralité de points de sortie (139) sur la longueur de chaque bande électrothermique (145), les points de sortie (139) étant distincts des points d'entrée (138).

2. Structure (100) selon la revendication 1, dans laquelle les points d'entrée (138) de l'élément résistif (149) sont intercalées avec les points de sortie (139) de l'élément résistif (149) sur la longueur de chacune des bandes électrothermiques (145).
3. Structure (400, 500) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le substrat comporte une pluralité de couches polymériques de substrat (110, 111) collées entre elles et/ou la ou les couches polymériques de passivation sont collées entre elles.
4. Structure (400, 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la structure comporte en outre une couche réfléchissante (170), pour réfléchir les rayons infrarouges lointains.
5. Structure (400, 500) selon la revendication 4, dans laquelle la couche réfléchissante (170) se situe entre la couche électrothermique (140) et la face arrière de la structure, la couche réfléchissante (170) étant collée sur une des couches polymériques (110, 120) ou entre deux couches polymériques (110, 111, 120, 121).
6. Structure (100, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la couche conductrice (130) se trouve entre la couche électrothermique (140) et le substrat (110, 111), ladite couche conductrice (130) étant collée au substrat (110, 111) et ladite couche électrothermique étant collée à la passivation (120, 121).
7. Structure (100, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la couche conductrice (130) se trouve entre la couche électrothermique (140) et la passivation (120, 121), ladite couche conductrice étant collée à la passivation (120, 121) et ladite couche électrothermique (140) étant collée au substrat (110, 111).
8. Structure (100, 400, 500) selon l'une des revendications 6 ou 7, dans laquelle une couche d'apprêt est intercalée entre la couche conductrice (130) et le substrat (110, 111) ou entre la couche conductrice (130) et la passivation (120, 121).
9. Structure (100, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications 3, 5, 6 ou 7, dans laquelle une colle en polyuréthane est employée pour coller les couches respectives ensemble.
10. Structure (100, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la longueur des bandes électrothermiques (145) est égale à, ou moins que, la longueur de la structure (100, 400, 500), la pluralité de bandes électrothermiques (145) recouvrant toute la surface de la structure (100, 400, 500).
11. Structure (100, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle l'élément résistif (149) comporte du carbone, dans une forme de microparticules de graphène, ou dans une forme de nanoparticules, de nanotubes, de nano-sphères, ou de nano-fils.
12. Structure (100, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la couche conductrice (130) comporte, comme matière conductrice, du cuivre, de l'or, de l'argent, du nickel ou de la platine.
13. Structure (400, 500) selon l'une quelconque des revendications 4 à 12, dans laquelle la couche réfléchissante (170) comporte de l'aluminium qui recouvre toute la surface de la structure.
14. Structure (100, 400, 500) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les couches polymériques (110, 111, 120, 121) sont en polyéthylène téréphtalate (polyéthylène, le polypropylène, le polychlorure de vinyle, le PVC souple, le polystyrène, le polycarbonate, le polyméthacrylate de méthyle, le polyoxyméthylène, le polytéréphtalate d'éthylène, le polyester, le co-polyester, la polyétheréthercétone, le polyamide, notamment le polyamide 6, le polyamide 12, le polyamide 10, le polyamide 610, le polyamide 66, le polyamide à base de constituants aliphatiques et cycloaliphatiques tels que notamment MACM12 ou le co-polyamide amorphe, de préférence à base de PA12, ou des copolymères ou mélanges de ceux-ci.

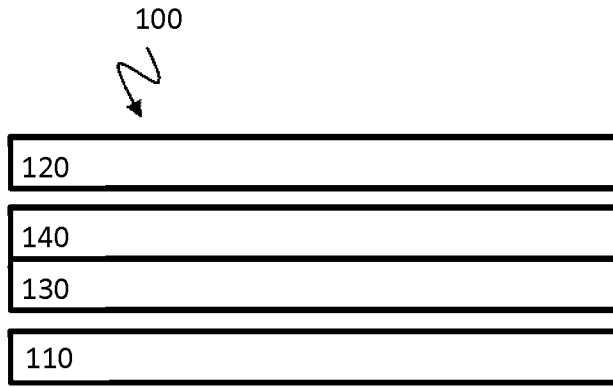


FIG. 1

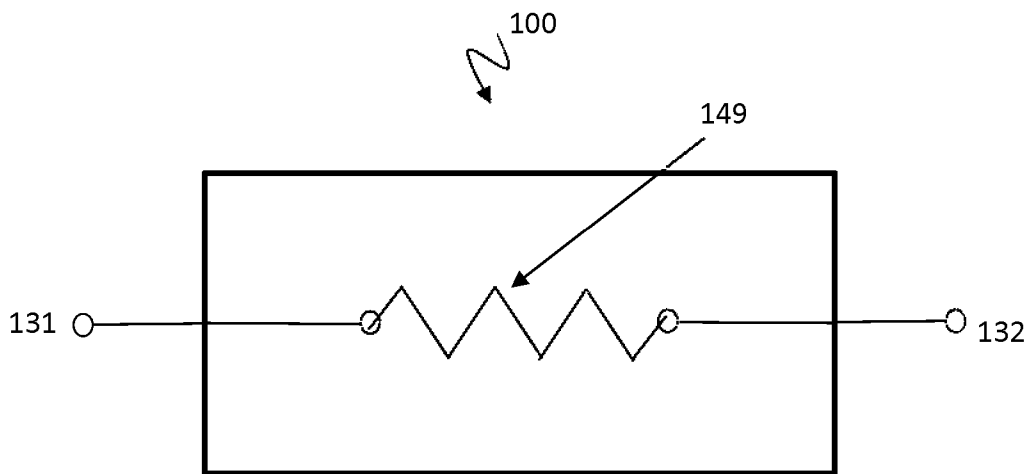


FIG. 2

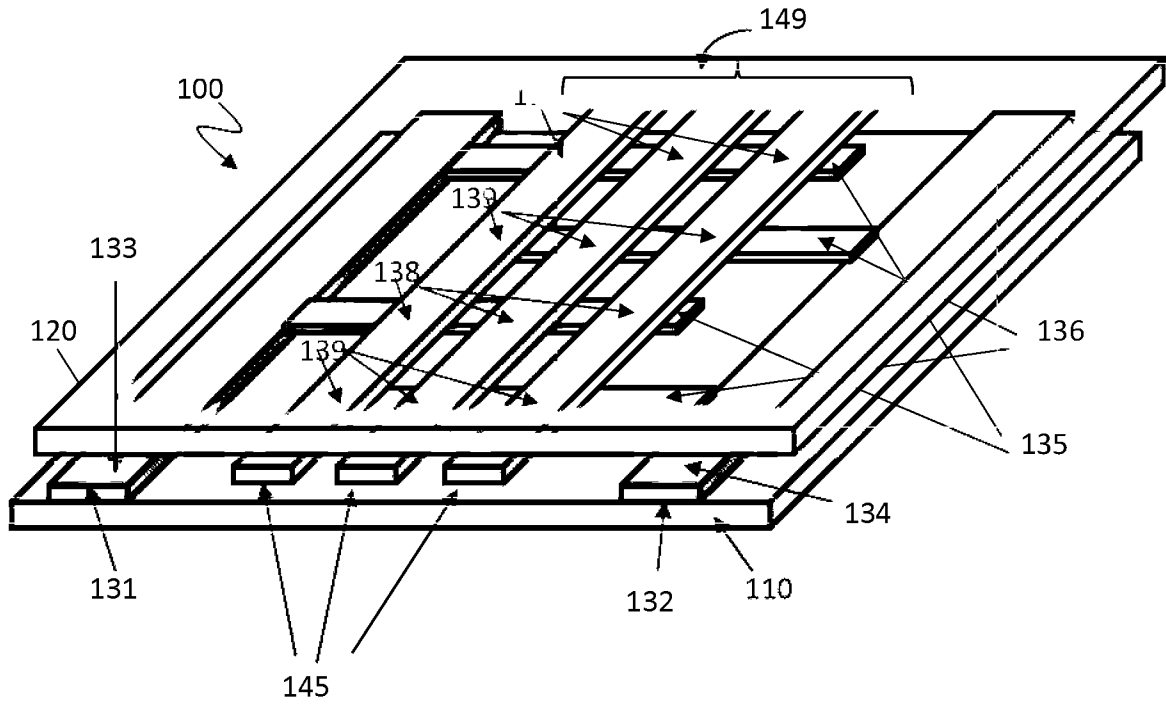


FIG. 3

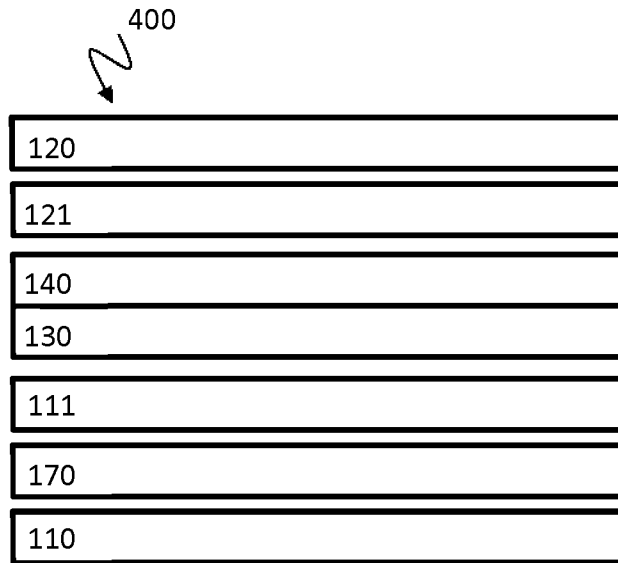


FIG. 4

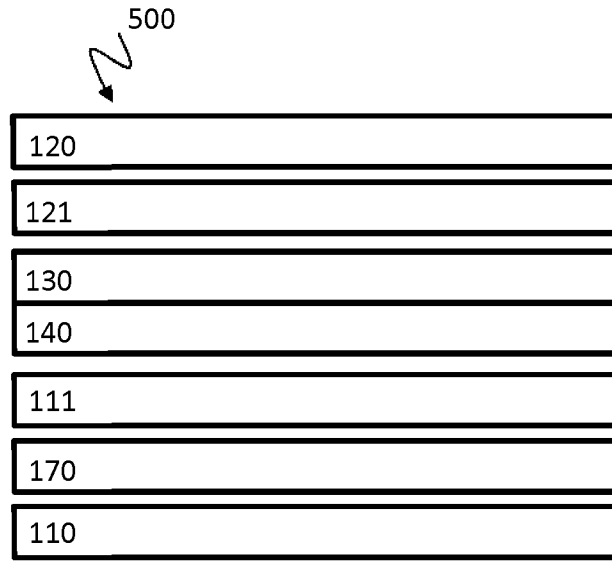


FIG. 5