

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① **N° de publication :** **3 074 400**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① **N° d'enregistrement national :** **17 61421**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **H 05 K 1/02 (2018.01)**

①②

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤④ **CIRCUIT IMPRIME FLEXIBLE AVEC PISTE DE MASSE INTERMEDIAIRE.**

②② **Date de dépôt :** 30.11.17.

③③ **Priorité :**

④③ **Date de mise à la disposition du public  
de la demande :** 31.05.19 Bulletin 19/22.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention :** 25.10.19 Bulletin 19/43.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :**

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :**

**Demande(s) d'extension :**

⑦① **Demandeur(s) :** *SAFRAN ELECTRONICS &  
DEFENSE Société par actions simplifiée — FR.*

⑦② **Inventeur(s) :** CHETANNEAU PATRICE et  
SEGOND THIERRY.

⑦③ **Titulaire(s) :** SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE  
Société par actions simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s) :** REGIMBEAU.

**FR 3 074 400 - B1**



## CIRCUIT IMPRIME FLEXIBLE AVEC PISTE DE MASSE INTERMEDIAIRE

## DOMAINE TECHNIQUE GENERAL ET CONTEXTE DE L'INVENTION

5 La présente invention se rapporte au domaine des circuits électroniques, et porte plus précisément sur un circuit imprimé flexible.

Un circuit imprimé flexible (souvent désigné par l'acronyme FPCB pour l'anglais "flexible printed circuit board") est un circuit imprimé dont les pistes de conduction sont réalisées  
10 sur un substrat plastique souple, tel que le polyimide ou le polyéthylène.

Les circuits imprimés flexibles sont souvent utilisés comme connecteurs entre deux composants rigides, par exemple deux circuits imprimés rigides, dans des applications dans lesquelles la torsion mécanique, le gain de place ou les contraintes de production limitent  
15 l'utilisation de circuits rigides ou de câblage filaire. Par exemple, l'utilisation d'un connecteur filaire présente une plus faible tenue mécanique et un plus fort encombrement qu'un circuit imprimé flexible. De plus, l'extrémité d'un circuit imprimé flexible peut être coincée (prise en sandwich) entre deux parties rigides d'un circuit imprimé rigide, assurant une excellente liaison mécanique entre les deux circuits imprimés. A l'inverse, un  
20 connecteur filaire nécessite une soudure ou une broche pour être connecté à la partie rigide, ce qui constitue un point mécaniquement faible et accroît l'impédance de la connexion.

Les figures 1, 2 et 3 montrent des exemples de vue en coupe transversale de différentes structures de circuits imprimés flexibles. Un circuit imprimé flexible comprend une couche  
25 de conduction 2 par laquelle sont conduits les signaux électriques. La couche de conduction 2 comprend un ensemble de pistes conductrices 4 disposées adjacentes les unes aux autres. La couche de conduction 2 comprend également deux pistes de masse périphériques 8 disposées de part et d'autre de l'ensemble de pistes conductrices 4, s'étendant dans la direction de conduction le long de bords 18, 19 opposés du circuit  
30 imprimé flexible.

Généralement, la couche de conduction 2 comporte en outre un substrat souple 10 sur une première surface 11 duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices 4 et les deux pistes de masse périphériques 8.

- 5 Typiquement, un circuit imprimé flexible comprend sur chacune de ses faces 16, 17 une couche de fermeture 20, plus connue sous le terme anglais de "coverlay", électriquement isolante. La couche de fermeture comprend généralement un substrat flexible de fermeture 21, par exemple en polyimide, et, entre ce substrat flexible de fermeture 21 et la couche de conduction 2, un adhésif isolant 22. Cet adhésif isolant 22 s'étend entre les pistes  
10 conductrices 4 et en assure l'espacement et l'isolement électrique.

- Un circuit imprimé flexible permet donc la transmission de signaux électriques d'une partie rigide à une autre d'un système électronique. Toutefois, des considérations de limitation des interférences électromagnétiques (EMI pour l'anglais "Electro Magnetic Interferences")  
15 visant à la fois à assurer l'intégrité des signaux transmis par le circuit imprimé flexible mais également à limiter la pollution des systèmes électroniques adjacents par les rayonnements induits par ces signaux, ont entraîné la nécessité de prévoir une forme de blindage électromagnétique.

- 20 Dans l'exemple de la figure 1, une couche de masse 13 électriquement conducteur, métallique, généralement en cuivre, s'étend sur la seconde surface 12 du substrat 10, en regard des pistes conductrices 4 et des pistes de masse 8 disposées sur la première surface 11 du substrat 10. La couche de masse 13 forme une barrière contre le rayonnement à travers cette seconde surface 12.

- 25 Dans l'exemple de la figure 2, le circuit imprimé flexible comprend deux couches de conduction 2a, 2b. Une première couche de conduction 2a est agencée sur la première surface 11 du substrat 10 tandis que la seconde couche de conduction 2b est agencée sur la seconde surface 12 du substrat 10. Chacune de ces couches de conduction 2a, 2b présente  
30 une structure similaire à celle décrite pour la figure 1 : des pistes conductrices 4a, 4b et deux pistes de masse périphériques 8a, 8b. Une telle disposition permet de doubler la quantité de signaux pouvant transiter par le circuit imprimé flexible. Toutefois, si chaque couche de conduction 2a, 2b peut jouer le rôle barrière contre le rayonnement pour l'autre

couche de conduction 2a, 2b, ce blindage électromagnétique est bien moins performant qu'avec une couche de masse. L'intégrité et la qualité des signaux électriques est donc moindre. Par ailleurs, dans le cas de la figure 1 comme dans celui de la figure 2, il n'y a pas de blindage du côté de la couche de fermeture 20 d'une couche de conduction 2.

5

Il a donc été proposé un circuit imprimé flexible tel que celui de la figure 3, qui correspond à la superposition de deux circuits imprimés flexibles similaires à celui de la figure 1, avec deux couches de conduction 2a, 2b se faisant face, agencées sur deux substrats 10a, 10b distincts. Les films de masse 13a, 13b sont alors disposés du côté de faces 16, 17 opposées du circuit imprimé flexible, et forment des barrières contre le rayonnement à travers les deux faces opposées 16, 17 du circuit imprimé flexible. Toutefois, et notamment en raison de la présence de deux substrats flexible 10a, 10b et de trois substrats de revêtement 21, une telle structure présente une rigidité tellement élevée qu'il est contestable de qualifier de flexible ce circuit imprimé.

15

En référence à la figure 4, il a été proposé de revêtir les couches de fermeture 20a, 20b d'une structure similaire à celle de la figure 2 avec un revêtement de blindage 30a, 30b comprenant une couche de pâte d'argent 31a, 31b en surface de chaque couche de fermeture 20a, 20b, recouverte d'un adhésif isolant 32a, 32b et d'un substrat flexible de blindage 33a, 33b, électriquement isolant. La pâte d'argent est sérigraphiée, c'est-à-dire déposée et étalée sur la couche de fermeture 20a, 20b.

25

Le circuit imprimé flexible présente alors un blindage électromagnétique sur ses deux faces 16, 17. Des trous traversant les couches de fermeture 20a, 20b sont prévus afin de permettre à la pâte d'argent d'être en contact électrique avec les pistes de masse périphériques 8a, 8b. Ce contact électrique permet d'améliorer le blindage électromagnétique, puisque les pistes de masse périphériques 8a, 8b y participe, mais également d'améliorer les caractéristiques électriques des pistes périphériques 8a, 8b du circuit imprimé en termes d'impédance.

30

Cependant, cette approche présente plusieurs inconvénients. Un tel circuit imprimé présente une épaisseur accrue, en raison de l'épaisseur de la pâte d'argent (généralement supérieure à 50  $\mu\text{m}$ ). De plus, le circuit imprimé présente une faible flexibilité. Enfin, les

performances de blindage électromagnétique ne sont pas idéales, notamment en raison de la forte proportion de matière plastique dans la couche de blindage 30a, 30b.

Il a donc été développé une structure telle que celles décrites par les figures 5 et 6, où une  
 5 couche de blindage 40 recouvre au moins une surface d'une couche de fermeture 20a, 20b. Une couche de blindage 40 comprend une couche de colle 41, électriquement conductrice, à la surface d'une couche de fermeture 20, un film métallique 42, également électriquement conducteur, et une couche de protection 43 électriquement isolante.

- 10 L'exemple de la figure 5 montre une structure similaire à celle de la figure 2 avec deux couches de conduction 2a, 2b a ses couches de fermeture 20a, 20b recouvertes chacune d'une couche de blindage 40a, 40b. Dans l'exemple de la figure 6, une structure similaire à celle de la figure 1 avec une seule couche de conduction 2 sur une première surface 11 d'un substrat 10 est munie d'une couche de masse 13 sur la seconde surface 12 du substrat 10.
- 15 Une couche de blindage 40 n'a donc à être disposée que du côté de la couche de conduction 2 et non nécessairement aussi du côté de la couche de masse 13. Dans chaque cas, des trous traversants 45, 45a, 45b sont formés dans la couche de couverture 20, 20a, 20b, et la couche de colle 41, 41a, 41b pénètre dans ses trous traversants 45, 45a, 45b pour atteindre les pistes de masse périphériques 8, 8a, 8b et être en contact électrique avec celles-ci.
- 20 telle structure présente à la fois une bonne protection électromagnétique, et une bonne flexibilité.

- Si la protection électromagnétique des pistes conductrices 4 vis-à-vis des perturbations extérieures est assurée par ce revêtement de blindage 40, en revanche les signaux  
 25 électriques circulant dans une piste conductrice 4 peuvent interférer avec les signaux électriques circulant dans une autre piste conductrice 4. On parle alors de diaphonie, qui impacte négativement l'intégrité et la qualité des signaux électriques. Ce phénomène est d'autant plus accentué que la fréquence des signaux électriques est élevée.

## PRESENTATION DE L'INVENTION

L'invention vise à améliorer la qualité des signaux électriques transportés par un circuit imprimé flexible en réduisant la diaphonie entre les pistes conductrices du circuit imprimé flexible.

A cet effet, l'invention propose un circuit imprimé flexible comprenant au moins une couche de conduction, ladite couche de conduction comprenant :

- 10 - un ensemble de pistes conductrices disposées adjacentes les unes aux autres et s'étendant dans une même direction de conduction, et
  - au moins deux pistes de masse périphériques disposées de part et d'autre de l'ensemble de pistes conductrices, s'étendant dans la direction de conduction le long de bords opposés du circuit imprimé flexible,

15 le circuit imprimé flexible comprenant en outre au moins un revêtement de blindage comprenant au moins une couche de colle électriquement conductrice en contact avec les deux pistes de masse périphériques,

dans lequel au moins une piste de masse intermédiaire est disposée dans la couche de conduction parmi l'ensemble de pistes conductrices de sorte à séparer les pistes conductrices dudit ensemble de pistes conductrices en deux sous-ensembles de pistes conductrices, situés de part et d'autre de la piste de masse intermédiaire, ladite piste de masse intermédiaire s'étendant dans la direction de conduction et étant électriquement en contact avec la couche de colle.

25 La présence de la piste de masse intermédiaire parmi les pistes conductrices permet de réduire la diaphonie entre les pistes conductrices et de mieux ségréger les signaux les signaux électriques transitant dans les pistes conductrices.

L'invention est avantageusement complétée par les différentes caractéristiques suivantes prises seules ou selon leurs différentes combinaisons possibles :

- 30 - la couche de conduction comporte en outre un substrat souple sur une première surface duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices, les deux pistes de masse

périphériques, et la piste de masse intermédiaire, le revêtement de blindage étant disposé du côté de ladite première surface du substrat souple ;

- les deux pistes de masse périphériques et la piste de masse intermédiaire présentent chacune une section transversale à la direction de conduction supérieure à la moyenne des sections des pistes conductrices ;

5

- le circuit imprimé flexible comprend en outre une couche de fermeture agencée entre la couche de conduction et le revêtement de blindage, la couche de fermeture étant électriquement isolante, la couche de fermeture présentant une pluralité de trous traversants en regard des pistes de masse périphériques et en regard de la piste de masse intermédiaire, la couche de colle du revêtement de blindage pénétrant dans lesdits trous traversants pour réaliser le contact électrique avec les pistes de masse périphériques et avec la piste de masse intermédiaire ;

10

- deux trous traversants adjacents au regard d'une même piste de masse périphérique ou d'une même piste de masse intermédiaire sont espacés d'une distance inférieure à 2 cm ;

15

- le circuit imprimé flexible comprenant deux couches de conduction chacune desdites couches de conduction comprenant :

- un ensemble de pistes conductrices disposées adjacentes les unes aux autres et s'étendant dans une même direction de conduction, et

- au moins deux pistes de masse périphériques disposées de part et d'autre de l'ensemble de pistes conductrices, s'étendant dans la direction de conduction le long de bords opposés du circuit imprimé flexible,

20

- le circuit imprimé flexible comprend en outre un revêtement de blindage comprenant au moins une couche de colle électriquement conductrice en contact avec les deux pistes de masse périphériques d'au moins une couche de conduction ;

25

- les couches de conduction partagent un substrat souple sur une première surface duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices, les deux pistes de masse périphériques, et la piste de masse intermédiaire d'une première couche de conduction, et sur une seconde surface duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices, les deux pistes de masse périphériques, et la piste de masse intermédiaire d'une seconde couche de conduction.

30

## PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

5           - les figures 1, 2 et 3, déjà discutées, illustrent schématiquement des vues en coupe transversale d'exemples de circuits imprimés de l'état de la technique, sans revêtement de blindage électromagnétique ;

10           - la figure 4, déjà discutée, illustre schématiquement une vue en coupe transversale d'un exemple de circuit imprimé flexible de l'état de la technique avec un revêtement de blindage électromagnétique à base de pâte d'argent sérigraphiée ;

            - les figures 5 et 6 illustrent schématiquement des vues en coupe transversale d'exemples de circuits imprimés flexibles de l'état de la technique avec un revêtement de blindage électromagnétique à base de film métallique et d'une couche de colle ;

15           - les figures 7 et 8 illustrent schématiquement des vues en coupe transversale d'exemples de circuits imprimés flexibles selon des modes de réalisation possibles de l'invention ;

            - la figure 9 illustre schématiquement une vue écorchée d'un exemple de superposition de couches composant un circuit imprimé flexible selon un mode de réalisation possible de l'invention ;

20           - la figure 10 illustre schématiquement une vue de dessus d'un circuit imprimé flexible selon un mode de réalisation possible de l'invention.

Dans les différentes figures, les éléments similaires portent des références numériques identiques. De plus, une même référence numérique peut être associée à différentes lettres  
25           en indice afin de désigner plus commodément des éléments similaires ayant des agencements différents dans la structure. Il est entendu que pour des raisons de simplicité, les lettres en indice seront omises sauf lorsque leur indication est nécessaire pour la compréhension, et que par conséquent une référence numérique sans indice peut également désigner un élément portant ladite référence numérique avec un indice.

## DESCRIPTION DETAILLEE

En référence aux figures 7 à 9, un circuit imprimé flexible comprend au moins une couche de conduction 2 par laquelle sont conduits les signaux électriques. Un circuit imprimé flexible peut comprendre deux couches de conduction 2a, 2b visible sur la figure 7. Une couche de conduction 2 comprend un ensemble de pistes conductrices 4 disposées adjacentes les unes aux autres. Les pistes conductrices 4 sont espacées les unes des autres. Ces pistes conductrices 4 s'étendent dans une même direction de conduction, ici perpendiculaire à la coupe transversale, et ne se croisent donc pas.

10

Une couche de conduction 2 comprend également deux pistes de masse périphériques 8 disposées de part et d'autre de l'ensemble de pistes conductrices 4, s'étendant dans la direction de conduction le long de bords 18, 19 opposés du circuit imprimé flexible. Généralement, la couche de conduction 2 comporte en outre un substrat souple 10 sur une première surface 11 duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices 4 et les deux pistes de masse périphériques 8. Dans le cas où le circuit imprimé flexible comprend deux couches de conduction 2a, 2b comme illustré sur la figure 7, les pistes conductrices 4a et les pistes de masse périphériques 8a d'une première couche de conduction 2a sont disposées sur la première surface 11 du substrat souple 10, tandis les pistes conductrices 4b et les pistes de masse périphériques 8b d'une deuxième couche de conduction 2b sont disposées sur la deuxième surface 12 du substrat souple 10. Les couches de conduction 2a, 2b partagent alors le même substrat souple 10. Il est également possible que le circuit imprimé flexible ne comporte pas de substrat 10.

20

25

La couche de conduction 2 comprend également une piste de masse intermédiaire 15 qui est disposée dans la couche de conduction 2 parmi l'ensemble de pistes conductrices 4. La piste de masse intermédiaire 15 s'étend dans la direction de conduction, le long de pistes conductrices 4. La piste de masse intermédiaire 15 sépare ainsi les pistes conductrices 4 dudit ensemble de pistes conductrices 4 en deux sous-ensembles de pistes conductrices 4, situés de part et d'autre de la piste de masse intermédiaire 15. Lorsque la couche de conduction 2 comporte un substrat souple 10 sur une première surface 11 duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices 4 et les deux pistes de masse périphériques 8, la piste de masse intermédiaire 15 est également disposée sur le substrat souple 10.

30

De préférence, la piste de masse intermédiaire 15 est située sensiblement au milieu de la couche de conduction 2, à équidistance des deux pistes de masse périphériques 8, de sorte que les deux sous-ensembles de pistes conductrices 4 définis par la piste de masse intermédiaire 15 comprennent un nombre équivalent de pistes conductrices 4. Il est également possible de décaler le positionnement de la piste de masse intermédiaire 15 vers une piste de masse périphériques 8 plutôt qu'une autre, auquel cas deux sous-ensembles de pistes conductrices 4 définis par la piste de masse intermédiaire 15 comprennent des nombres différents de pistes conductrices 4, toutefois non nuls. Il est possible de prévoir plus d'une piste de masse intermédiaire 15 agencées parmi les pistes conductrices 4 entre les pistes de masse périphériques 8. De préférence toutefois, les pistes de masse intermédiaire sont séparées par des pistes conductrices 4.

Les pistes conductrices 4, les pistes de masse périphériques 8 et la piste de masse intermédiaire 15 sont métalliques, typiquement en cuivre. Les pistes de masse périphériques 8 et la piste de masse intermédiaire 15 présentent une section, transversale à la direction de conduction, supérieure à la moyenne des sections des pistes conductrices 4, de préférence d'un facteur au moins deux. Typiquement, les pistes de masse périphériques 8 présentent une section, transversale à la direction de conduction, avec une plus grande longueur (i.e. diamètre ou diagonale) supérieure à 0,5 mm.

Le circuit imprimé flexible comprend une couche de fermeture 20, plus connue sous le terme anglais de "coverlay", électriquement isolante. La couche de fermeture comprend généralement un substrat flexible de fermeture 21 électriquement isolant, par exemple en polyimide, et, entre ce substrat flexible de fermeture 21 et la couche de conduction 2, un adhésif isolant 22, par exemple en acrylique. Cet adhésif isolant 22 s'étend entre les pistes conductrices 4 et en assure l'espacement et l'isolement électrique, ainsi qu'entre les pistes conductrices 4 et la piste de masse intermédiaire 15 et entre les pistes conductrices 4 et les pistes de masse périphériques 8.

30

Le circuit imprimé flexible comprend également en outre au moins un revêtement de blindage 40 comprenant au moins une couche de colle<sup>41</sup> électriquement conductrice en contact avec les deux pistes de masse périphériques 8 et avec la piste de masse

intermédiaire 15. De préférence, la couche de colle 41 électriquement conductrice est constituée d'un adhésif électriquement conducteur, de préférence de façon anisotrope. Par exemple, la couche de colle 41 est constituée d'acrylique et de particules métalliques conductrices.

5

La couche de colle 41 électriquement conductrice est disposée à la surface de la couche de fermeture 20, et plus précisément à la surface du substrat flexible de fermeture 21. Le revêtement de blindage 40 comprend également un film métallique 42, également électriquement conducteur, recouvrant la couche de colle 41 et une couche de protection 43 électriquement isolante recouvrant le film métallique 42. Le film métallique 42 comprend de préférence du cuivre et/ou de l'argent. Le revêtement de blindage 40 peut présenter une grande finesse, et typiquement avoir une épaisseur inférieure à 20  $\mu\text{m}$ , voire inférieure à 15  $\mu\text{m}$ . De préférence, le film métallique 42 présente une grande finesse afin de conserver une bonne flexibilité. Par exemple, le film métallique 42 peut avoir une épaisseur inférieure à 15  $\mu\text{m}$ , de préférence encore inférieure à ou égale à 2  $\mu\text{m}$ . En particulier, l'utilisation de l'argent permet d'atteindre des épaisseurs inférieures au micromètre pour le film métallique 42.

La présence de la piste de masse intermédiaire 15 en plus des pistes de masse périphériques 8, toutes connectées à la couche de colle 41 électriquement conductrice, permet de réduire l'impédance de ces pistes de masse 8, 15 entre une extrémité du circuit imprimé flexible et une autre extrémité, dans la direction de conduction. Cette solution permet un abaissement de l'impédance plus important que l'approche conventionnelle consistant à élargir la section des pistes de masse périphériques 8. Cet abaissement de l'impédance est d'autant plus avantageux que la fréquence des signaux électriques est élevée, puisque l'impédance des pistes de masse augmente avec la fréquence. On peut donc réduire la diaphonie entre les pistes conductrices 4 et mieux ségréger les signaux les signaux électriques transitant dans les pistes conductrices 4, même avec des fréquences élevées.

30

Il est possible que le revêtement de blindage 40 ne recouvre qu'une face 17 du circuit imprimé flexible, en particulier lorsque ledit circuit imprimé flexible ne comporte qu'une couche de conduction 2, comme illustré sur l'exemple de la figure 8. Il est alors en effet

possible de prévoir une couche de masse 13 sur la seconde surface 12 du côté opposé à la première surface 11 du substrat souple 10 sur laquelle disposés l'ensemble de pistes conductrices, les deux pistes de masse périphériques, et la piste de masse intermédiaire. Le revêtement de blindage 40 est alors disposé du côté de cette seconde surface 12 du substrat  
5 souple 10. Il serait toutefois possible de prévoir un revêtement de blindage 40 sur chaque face 16, 17 du circuit imprimé flexible, rendant non utile la présence de la couche de masse 13.

Afin de permettre le contact électrique de la couche de colle 41 électriquement conductrice  
10 avec les deux pistes de masse périphériques 8 et la piste de masse intermédiaire 15, la couche de fermeture 20 agencée entre la couche de conduction 2 et le revêtement de blindage 40 présente une pluralité de trous traversants 46 en regard des pistes de masse périphériques 8 et en regard de la piste de masse intermédiaire 15. Les trous traversants 46 s'étendent depuis le revêtement de blindage 40 jusqu'à la couche de conduction 2. La  
15 couche de colle 41 du revêtement de blindage 40, électriquement conductrice, pénètre dans ces trous traversants 46 pour réaliser le contact électrique avec les pistes de masse périphériques 8 et avec la piste de masse intermédiaire 15. La couche de colle 41 étant également en contact avec le film métallique 42, les pistes de masse périphériques 8 et la piste de masse intermédiaire 15 sont électriquement en contact aussi avec le film  
20 métallique 42 du revêtement de blindage 40.

On constate sur la figure 10, qui montre une vue partielle de dessus d'un exemple de circuit imprimé flexible, que ces trous traversants 46, dont les positions sont ici rendues visibles par des cercles en pointillés, forment des alignements qui suivent les pistes de masse  
25 périphériques 8 et la piste de masse intermédiaire 15 dans la direction de conduction. Ces trous traversants 46 se répartissent le long de cette direction de conduction avec un espacement suffisamment faible pour assurer une homogénéité du potentiel électrique des pistes de masse périphériques 8, de la piste de masse intermédiaire 15, et de la couche métallique 42 qui sont électriquement reliés par la couche de colle 41. Ainsi, de préférence,  
30 deux trous traversants 46 adjacents au regard d'une même piste de masse périphérique 8 ou d'une même piste de masse intermédiaire 15 sont espacés (de bord à bord) d'une distance inférieure à 2 cm, de préférence inférieure à 1 cm, et de préférence encore inférieure à 5 mm.

Un circuit imprimé flexible selon l'invention a également pour avantage d'être facile à fabriquer. Si le circuit imprimé flexible comprend un substrat souple 10 sur lequel agencer la ou les pistes de conduction, on applique à la surface 11, 12 du substrat souple 10 une ou  
5 deux couches métalliques de conduction (typiquement du cuivre), que l'on grave ensuite pour obtenir les pistes conductrices 4, les pistes de masse périphériques 8 et la piste de masse intermédiaire 15. Une couche de fermeture 20, préalablement pré-percée par des trous traversants 46, est ensuite appliqué par pressage sur chaque couche de conduction 2. Enfin, un revêtement de fermeture 40 est appliqué par pressage sur chaque couche de  
10 fermeture 20, de sorte que la couche de colle 41 pénètre dans les trous traversants 46.

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté aux figures annexées. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers caractéristiques techniques ou par substitution d'équivalents  
15 techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

## Revendications

1. Circuit imprimé flexible comprenant au moins une couche de conduction (2), ladite  
5 couche de conduction (2) comprenant :
- un ensemble de pistes conductrices (4) disposées adjacentes les unes aux autres et s'étendant dans une même direction de conduction, et
  - au moins deux pistes de masse périphériques (8) disposées de part et d'autre de l'ensemble de pistes conductrices, s'étendant dans la direction de conduction le long de  
10 bords (18, 19) opposés du circuit imprimé flexible,
- le circuit imprimé flexible comprenant en outre au moins un revêtement de blindage (40) comprenant au moins une couche de colle (41) électriquement conductrice en contact avec les deux pistes de masse périphériques (8),
- caractérisé en ce qu'au moins une piste de masse intermédiaire (15) est disposée dans la  
15 couche de conduction (2) parmi l'ensemble de pistes conductrices (4) de sorte à séparer les pistes conductrices (4) dudit ensemble de pistes conductrices en deux sous-ensembles de pistes conductrices, situés de part et d'autre de la piste de masse intermédiaire (15), ladite piste de masse intermédiaire (15) s'étendant dans la direction de conduction et étant électriquement en contact avec la couche de colle (41).
- 20
2. Circuit imprimé flexible selon la revendication 1, dans lequel la couche de conduction (2) comporte en outre un substrat souple (10) sur une première surface (11) duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices (4), les deux pistes de masse périphériques (8), et la piste de masse intermédiaire (15), le revêtement de blindage (40) étant disposé du côté  
25 de ladite première surface (11) du substrat souple (10).
3. Circuit imprimé flexible selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les deux pistes de masse périphériques (8) et la piste de masse intermédiaire (15) présentent chacune une section transversale à la direction de conduction supérieure à la moyenne des  
30 sections des pistes conductrices (4).
4. Circuit imprimé flexible selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre une couche de fermeture (20) agencée entre la couche de conduction (2) et le revêtement

de blindage (40), la couche de fermeture (20) étant électriquement isolante, la couche de fermeture (20) présentant une pluralité de trous traversants (46) en regard des pistes de masse périphériques (8) et en regard de la piste de masse intermédiaire (15), la couche de colle (41) du revêtement de blindage (40) pénétrant dans lesdits trous traversants (46) pour

5 réaliser le contact électrique avec les pistes de masse périphériques (8) et avec la piste de masse intermédiaire (15).

5. Circuit imprimé flexible selon la revendication précédente, dans lequel deux trous traversants adjacents (45) au regard d'une même piste de masse périphérique (8) ou d'une

10 même piste de masse intermédiaire (15) sont espacés d'une distance inférieure à 2 cm.

6. Circuit imprimé flexible selon l'une des revendications précédentes, ledit circuit imprimé flexible comprenant deux couches de conduction (2a, 2b) chacune desdites couches de conduction comprenant :

15 - un ensemble de pistes conductrices (4a, 4b) disposées adjacentes les unes aux autres et s'étendant dans une même direction de conduction, et

- au moins deux pistes de masse périphériques (8a, 8b) disposées de part et d'autre de l'ensemble de pistes conductrices, s'étendant dans la direction de conduction le long de bords opposés du circuit imprimé flexible,

20 le circuit imprimé flexible comprenant en outre un revêtement de blindage (40) comprenant au moins une couche de colle (41) électriquement conductrice en contact avec les deux pistes de masse périphériques (8a, 8b) d'au moins une couche de conduction.

7. Circuit imprimé selon la revendication précédentes, dans lequel les couches de

25 conduction (2a, 2b) partagent un substrat souple (10) sur une première surface (11) duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices (4a), les deux pistes de masse périphériques (8a), et la piste de masse intermédiaire (15a) d'une première couche de conduction (2a), et sur une seconde surface duquel sont disposés l'ensemble de pistes conductrices (4b), les deux pistes de masse périphériques (8b), et la piste de masse intermédiaire (15b) d'une

30 seconde couche de conduction (2b).

FIG. 1

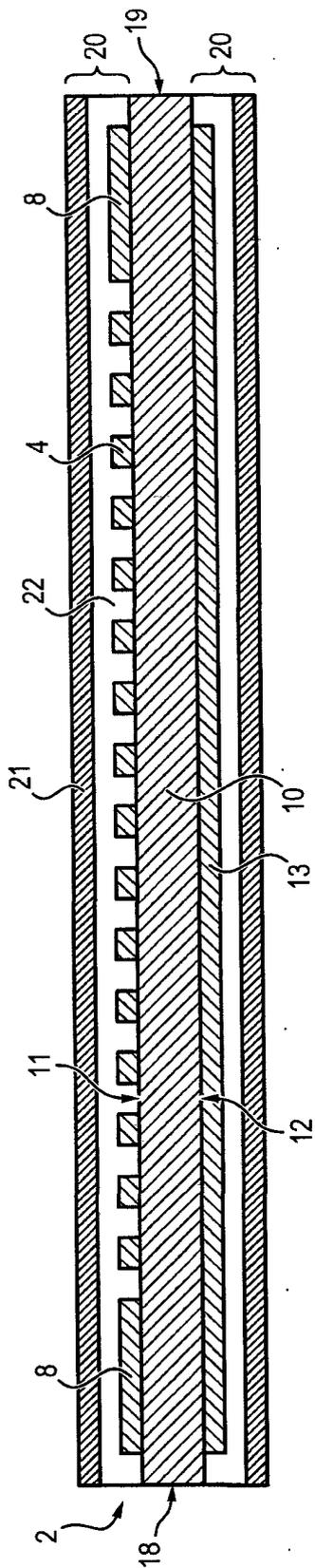


FIG. 2

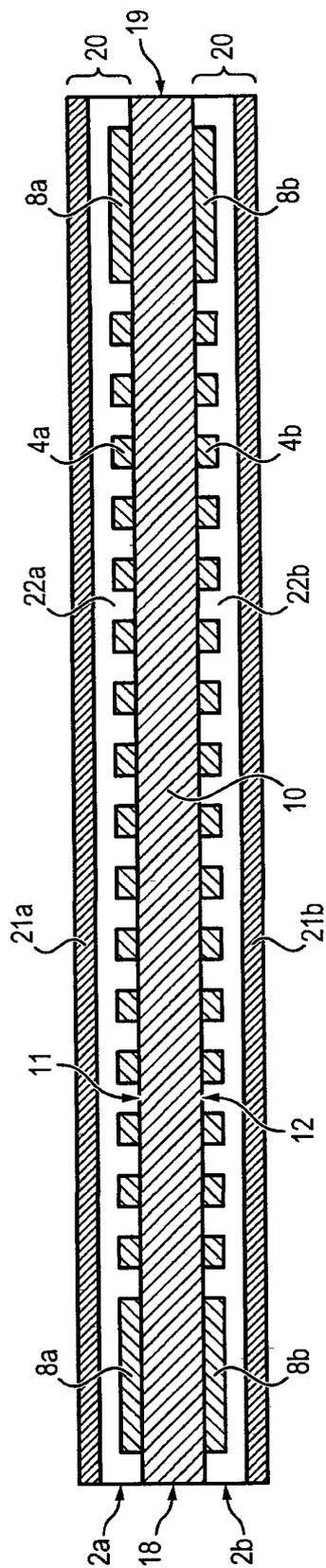


FIG. 3

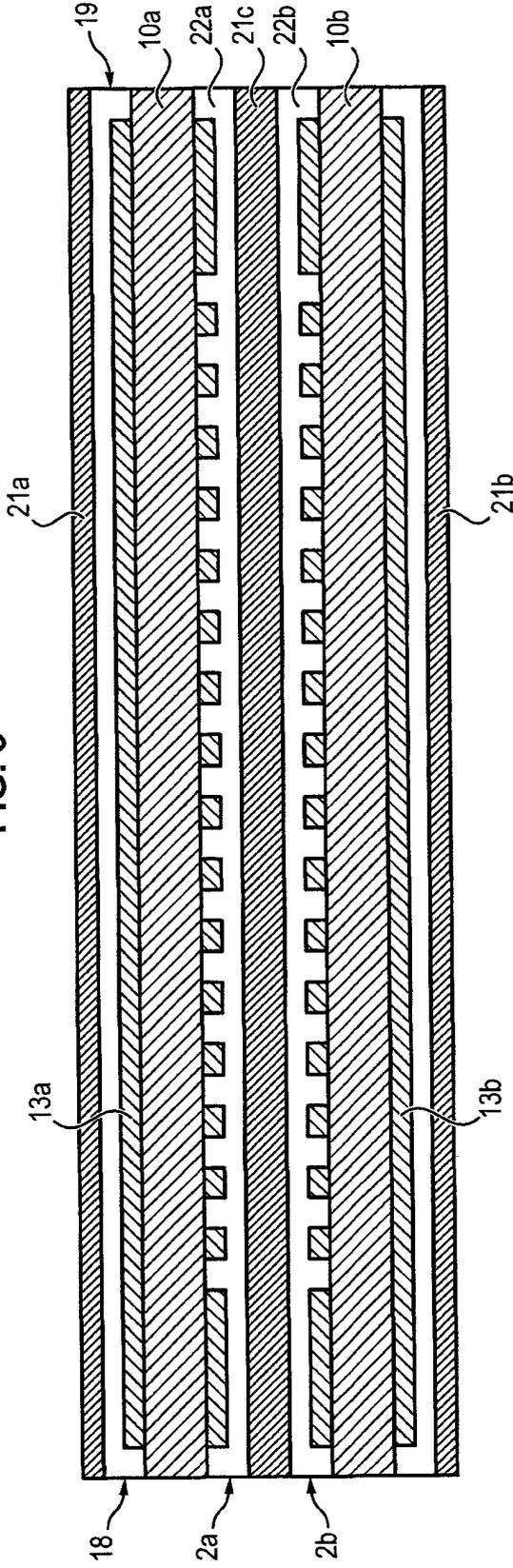


FIG. 4

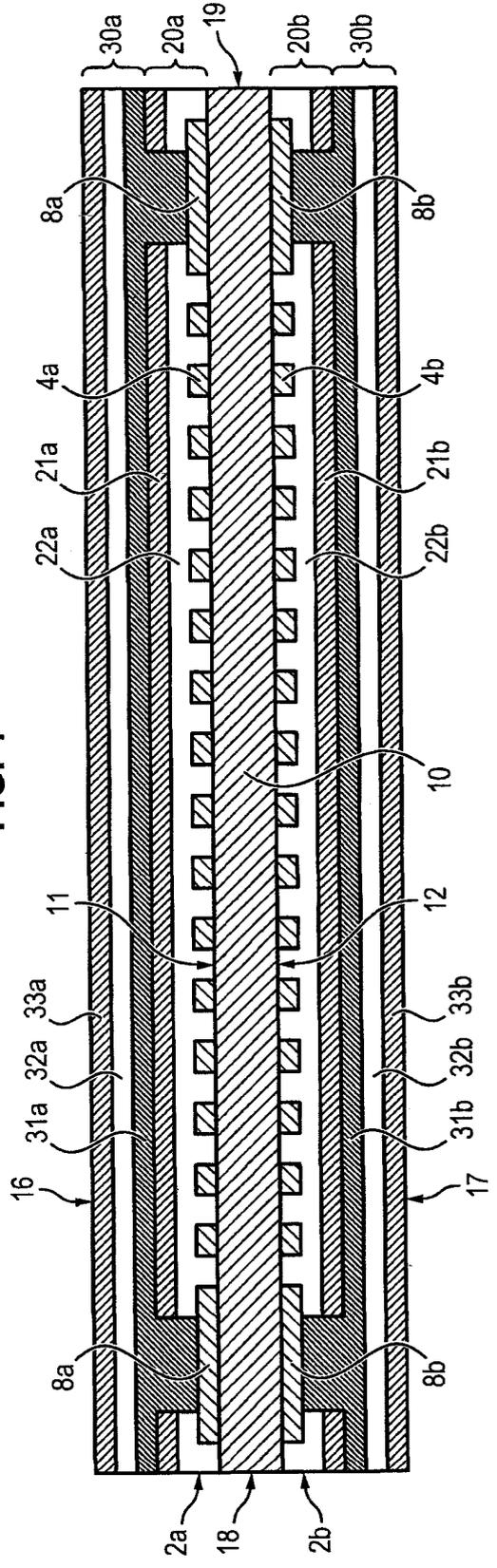


FIG. 5

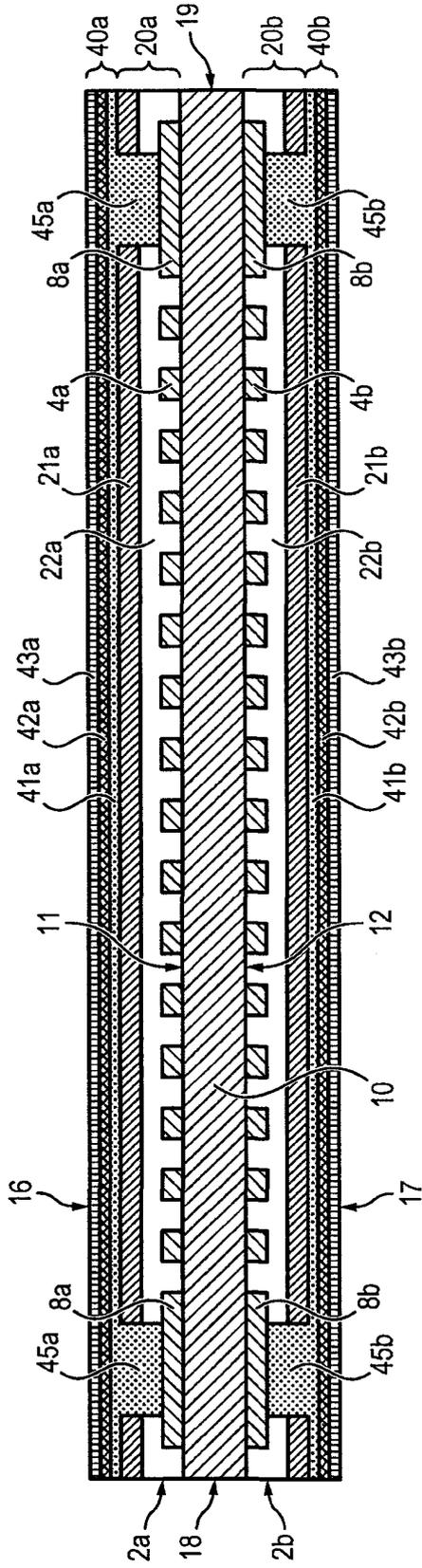


FIG. 6

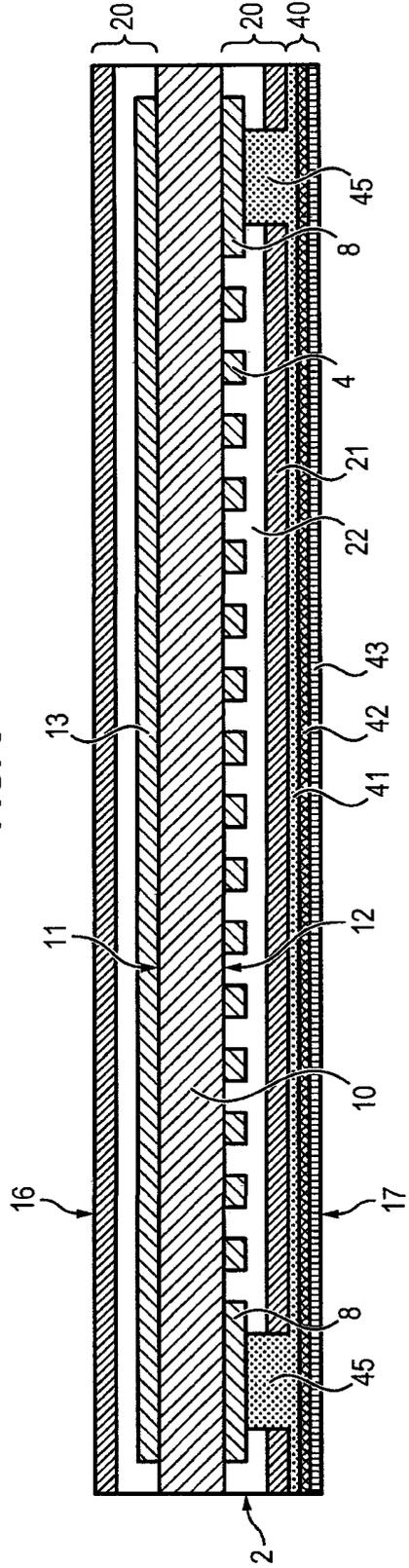


FIG. 7

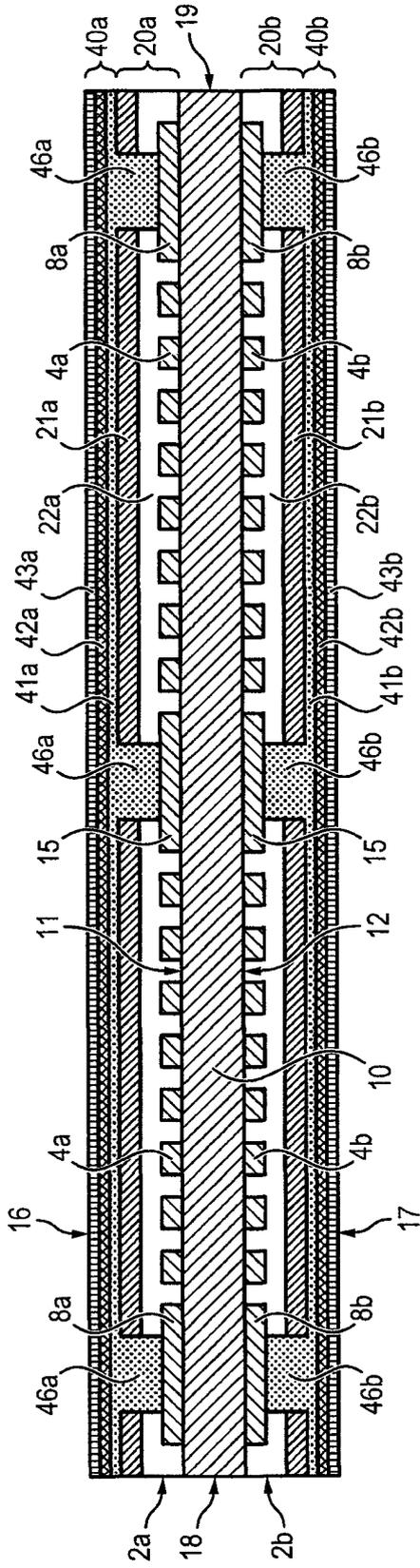


FIG. 8

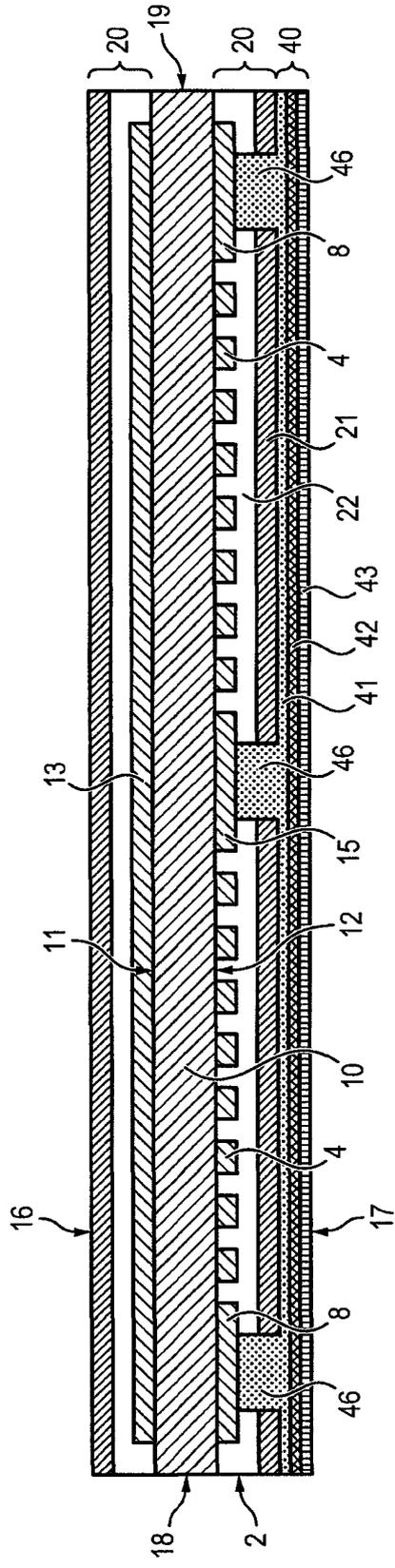


FIG. 9

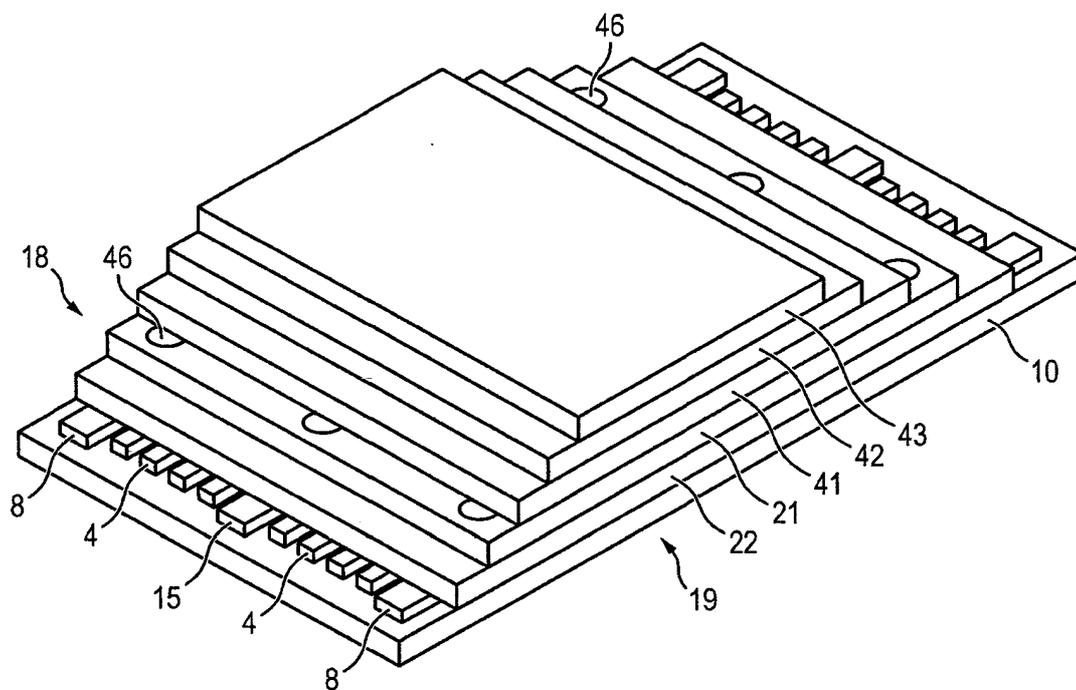
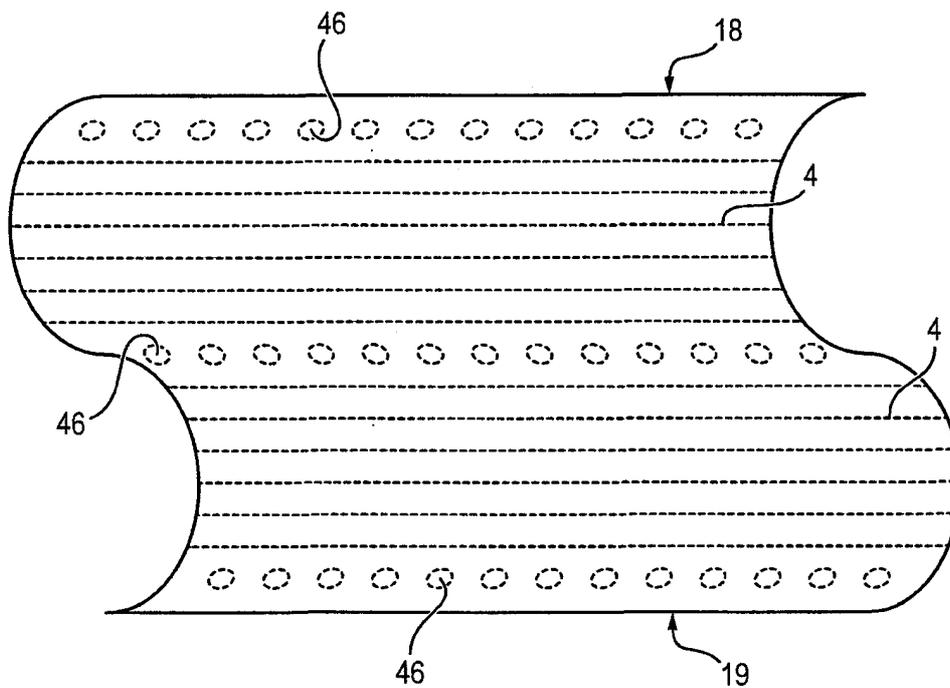


FIG. 10



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 2014/326484 A1 (TAJIMA HIROSHI [JP] ET AL) 6 novembre 2014 (2014-11-06)

US 2008/143358 A1 (BREINLINGER KEITH J [US]) 19 juin 2008 (2008-06-19)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT