

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 21.04.22.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 27.10.23 Bulletin 23/43.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

(60) 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, LEFEVRE
Bruno et GUILLOT François.

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

(74) Mandataire(s) : Cabinet CAMUS LEBKIRI.

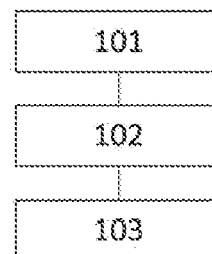
(54) PROCEDE DE FABRICATION D'UNE CARTE DE CIRCUIT IMPRIME.

(57) TITRE : PROCEDE DE FABRICATION D'UNE
CARTE DE CIRCUIT IMPRIME

Un aspect de l'invention concerne un procédé (100) de
fabrication d'une carte de circuit imprimé, ledit procédé
(100) comportant une étape de dépôt (101) d'un matériau
conducteur, au moyen d'un dispositif de fabrication additive,
sur une première piste conductrice que présente initiale-
ment une première couche de la carte de circuit imprimé.

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 1

100



Description

Titre de l'invention : PROCEDE DE FABRICATION D'UNE CARTE DE CIRCUIT IMPRIME

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

- [0001] La présente invention se rapporte à un procédé de fabrication d'une carte de circuit imprimé munie notamment d'une première couche comportant une première série de pistes conductrices pour la circulation de courants de puissance et d'une deuxième série de pistes conductrices pour la circulation de courants de commande. L'invention appartient ainsi au domaine de la fabrication de cartes de circuit imprimé.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

- [0002] Les architectures électroniques classiques sont munies de plusieurs cartes électroniques connectées entre elles ou par l'entremise d'une carte mère. Ces architectures électroniques classiques évoluent peu à peu vers des architectures électroniques simplifiées comportant une unique carte électronique. Cette unique carte électronique embarque ainsi à la fois des fonctions de puissance, par exemple de type alimentation ou actuation, et des fonctions numériques, par exemple de type traitement du signal et calcul.
- [0003] Fusionner les fonctions numériques et de puissance sur une unique carte électronique pose cependant des contraintes. Une contrainte majeure se situe au niveau de la carte de circuit imprimé, également dénommée PCB (pour Printed Circuit Board en anglais). En effet, mixer les fonctions numériques et les fonctions de puissance impose à la carte de circuit imprimé de comporter, pour les fonctions numériques, des pistes conductrices de faible section permettant de réaliser de nombreuses pistes fines et, pour les fonctions de puissance, des pistes conductrices de forte section permettant de véhiculer des courants forts.
- [0004] Actuellement, les procédés de fabrication permettent de réaliser, dans une même couche de la carte de circuit imprimé, des pistes conductrices présentant une épaisseur homogène. La solution usuelle consiste à ségréguer les fonctions numériques et de puissance par couche de la carte de circuit imprimé. Ainsi, les couches présentant des pistes conductrices épaisses sont utilisées pour véhiculer des courants élevés alors que les couches présentant des pistes conductrices fines sont utilisées pour véhiculer des courants faibles.
- [0005] Cette solution connaît une limite importante. En effet, des trous métallisés réalisés dans l'épaisseur de la carte de circuit imprimé, qui permettent une interconnexion des différentes couches superposées entre-elles, imposent une épaisseur limitée de la carte de circuit imprimé pour des raisons liées à la qualité et à la fiabilité des connexions

entre les différentes couches de pistes, notamment des trous métallisés. Cette épaisseur de la carte de circuit imprimé est usuellement limitée à 3,2 mm. Les épaisseurs des diélectriques séparant les pistes conductrices conduisent alors à limiter le nombre de couches de pistes conductrices.

Résumé de l'invention

- [0006] L'invention offre une solution aux problèmes évoqués précédemment, en proposant un procédé de fabrication d'une carte de circuit imprimé permettant une optimisation du routage des pistes conductrices.
- [0007] Dans ce contexte, l'invention se rapporte ainsi, dans son acceptation la plus large, à un procédé de fabrication d'une carte de circuit imprimé.
- [0008] Le procédé selon cet aspect de l'invention comporte une étape de dépôt d'un matériau conducteur, au moyen d'un dispositif de fabrication additive, sur une première piste conductrice que présente initialement une première couche de la carte de circuit imprimé.
- [0009] Grâce au procédé de fabrication selon cet aspect de l'invention, il est possible de déposer localement, du cuivre ou un autre matériau conducteur, par-dessus une piste conductrice réalisée avec les méthodes traditionnelles. Le procédé selon cet aspect de l'invention permet ainsi de réaliser, sur une seule et même couche de la carte de circuit imprimé, des pistes conductrices présentant des épaisseurs différentes, de faible épaisseur pour les courants de faible intensité et à forte épaisseur pour les courants de forte intensité. Cela permet de faciliter le routage des pistes conductrices et limite le nombre de couches de la carte de circuit imprimé.
- [0010] En outre, le procédé selon l'invention, permet de contenir l'épaisseur de la carte de circuit imprimé et permet d'obtenir des trous métallisés de longueur modérée présentant une haute qualité et haute fiabilité.
- [0011] Outre les caractéristiques qui viennent d'être évoquées dans le paragraphe précédent, le procédé selon cet aspect de l'invention peut présenter une ou plusieurs caractéristiques complémentaires parmi les suivantes, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.
- [0012] Selon un aspect non limitatif de l'invention, le procédé comporte les étapes de :
- Prédécouper, dans une deuxième couche de la carte de circuit imprimé, une forme complémentaire du dépôt de matériau conducteur,
 - Presser la première couche avec la deuxième couche de sorte que le dépôt de matériau conducteur soit positionné dans la forme complémentaire prédécoupée.
- [0013] Selon un aspect non limitatif de l'invention, le dépôt de matériau conducteur présente une épaisseur comprise entre 5 μm et 500 μm .

- [0014] Selon un aspect non limitatif de l'invention, le matériau conducteur déposé par le dispositif de fabrication additive sur la première piste conductrice est différent du matériau conducteur que comporte la première piste conductrice présente initialement sur la première couche de la carte de circuit imprimé.
- [0015] Un autre aspect de l'invention concerne une carte de circuit imprimé obtenue par un procédé de fabrication selon l'un quelconque des aspects de l'invention précités.
- [0016] Selon un aspect non limitatif de l'invention, la carte de circuit imprimé comporte un composant électronique muni :
- De premiers moyens de connexion pour la circulation de courant de puissance, lesdits premiers moyens de connexion étant connectés à la première piste conductrice ayant reçu le dépôt de matériau conducteur, et
 - De deuxième moyens de connexion pour la circulation de courants de commande, lesdits deuxième moyens de connexion étant connectés à une deuxième piste conductrice que comporte la première couche, ladite deuxième piste conductrice présentant une épaisseur inférieure à une épaisseur de ladite première piste conductrice ayant reçu le dépôt de matériau conducteur.
- [0017] Selon un aspect non limitatif de l'invention, le composant électronique est un transistor de puissance.
- [0018] Selon un aspect non limitatif de l'invention, le composant électronique est disposé dans une cavité d'une couche de réception dudit composant électronique, ladite couche de réception et ledit composant électronique étant recouvert de la première couche.
- [0019] Selon un aspect non limitatif de l'invention, la première piste conductrice ayant reçu le dépôt de matériau conducteur présente une épaisseur supérieure ou égale à 70 μm et la deuxième piste conductrice présente une épaisseur inférieure ou égale à 35 μm .
- [0020] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

- [0021] [Fig.1] montre un diagramme d'étapes d'un mode de réalisation non limitatif d'un procédé de fabrication d'une carte de circuit imprimé selon un aspect de l'invention.
- [0022] [Fig.2] illustre, de façon schématique, une carte de circuit imprimé réalisée par la mise en œuvre du procédé selon l'invention.
- [0023] [Fig.3] montre, de façon schématique, un autre exemple d'une carte de circuit imprimé réalisée par la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE

- [0024] Les figures sont présentées à titre indicatif et nullement limitatives de l'invention.
- [0025] Sauf précision contraire, un même élément apparaissant sur des figures différentes présente une référence unique.

- [0026] La [Fig.1] illustre un diagramme d'étapes d'un mode de réalisation non limitatif d'un procédé de fabrication d'une carte de circuit imprimé selon un aspect de l'invention. Le [Fig.2] montre de façon schématique une carte de circuit imprimé obtenue au moyen du procédé selon l'invention. Pour la suite de la description il sera fait référence aux figures 1 et 2.
- [0027] A partir d'une carte de circuit imprimé 1 comportant initialement une première couche 2 (formée d'un matériau diélectrique ayant pour fonction d'isoler et de solidariser des pistes conductrices) munie d'une première piste conductrice 3 et une deuxième piste conductrice 4 réalisées au moyen d'une méthode traditionnelle, le procédé 100 comporte une étape de dépôt 101 d'un matériau conducteur 5, au moyen d'un dispositif de fabrication additive, sur la première piste conductrice 3 que présente initialement la première couche 2 de la carte de circuit imprimé 1.
- [0028] Ce dispositif de fabrication additive est également connu sous l'appellation imprimante trois-dimensions. On peut citer à titre d'exemple non limitatif un dispositif de fabrication additive sur lit de poudre ou par projection de poudre.
- [0029] Ce dépôt de matériau conducteur 5 permet d'augmenter l'épaisseur e_{35} de la première piste conductrice 3. Ainsi, cette première piste conductrice 3 ayant reçu le dépôt de matériau conducteur 5 peut être utilisée pour la circulation de courants de puissance, autrement dit de courants de forte intensité. Dans un exemple non limitatif, un courant est dit de forte intensité lorsqu'il est supérieur à 5A.
- [0030] La deuxième piste conductrice 4 n'ayant pas reçu le dépôt de matériau conducteur 5 peut, quant à elle, être utilisée pour la circulation de courants de commande, autrement dit de courants de faible intensité. Dans un exemple non limitatif, un courant est dit de faible intensité lorsqu'il est inférieur à 5A.
- [0031] Dans une mise en œuvre non limitative, le matériau de la première piste conductrice 3 est du cuivre et le matériau conducteur 5 déposé par le dispositif de fabrication additive est également du cuivre.
- [0032] Dans une mise en œuvre différente, le matériau de la première piste conductrice 3 est du cuivre et le matériau conducteur 5 déposé par le dispositif de fabrication additive est un matériau conducteur différent du cuivre.
- [0033] Dans une mise en œuvre non limitative, le matériau conducteur 5 déposé présente une épaisseur e_5 comprise entre 5 μm et 500 μm , par exemple 182 μm .
- [0034] Dans un mode de réalisation non limitatif, le procédé 100 comporte en outre une étape de prédécouper 102, dans une deuxième couche 6, formée d'un matériau diélectrique, de la carte de circuit imprimé 1, une forme complémentaire 7 du dépôt de matériau conducteur 5.
- [0035] Ainsi, le dépôt de matériau conducteur 5 peut être inséré dans la forme complémentaire 7.

- [0036] A cette fin, le procédé 100 comporte en outre une étape de presser 103 la première couche 2 avec la deuxième couche 6 de sorte que le dépôt de matériau conducteur 5 soit positionné dans la forme complémentaire 7 prédécoupée.
- [0037] Dans cet exemple de réalisation non limitatif, la deuxième couche 6 de la carte de circuit imprimé 1 comporte une troisième piste conductrice 8.
- [0038] La carte de circuit imprimé 1 comporte en outre un trou métallisé 9 traversant la première couche 2 et la deuxième couche 6 pour connecter électriquement la première piste conductrice 3 avec la troisième piste conductrice 8.
- [0039] La [Fig.3] montre, de façon schématique, un autre exemple d'une carte de circuit imprimé 1 selon un aspect non limitatif de l'invention obtenue via le procédé selon l'invention.
- [0040] La carte de circuit imprimé 1 selon cet aspect de l'invention comporte une première couche 2 munie d'une première piste conductrice 3 recouverte d'un dépôt de matériau conducteur 5 et une deuxième piste conductrice 4. Cette première couche 2 comporte également un matériau diélectrique 10 permettant d'isoler électriquement la première piste conductrice 3 recouverte du dépôt de matériau conducteur 5 et la deuxième piste conductrice 4. Ce matériau diélectrique 10 peut être constitué d'un tissu de verre et d'une résine non polymérisée avant la fabrication de la carte de circuit imprimé 1. Après fabrication, cette résine est polymérisée.
- [0041] La carte de circuit imprimé 1 comporte également une deuxième couche 6 munie d'une troisième piste conductrice 8.
- [0042] Cette deuxième couche 6 comporte également un matériau diélectrique 11 permettant d'isoler électriquement la troisième piste conductrice 8. Ce matériau diélectrique 11 peut également être constitué d'un tissu de verre et d'une résine non polymérisée avant la fabrication de la carte de circuit imprimé. Après fabrication, cette résine est polymérisée.
- [0043] La carte de circuit imprimé 1 comporte en outre une couche de réception 12 d'un composant électronique 13. Le matériau constituant cette couche de réception 12 est également un matériau diélectrique. Ce matériau diélectrique peut par exemple être constitué d'un tissu de verre et d'une résine polymérisée.
- [0044] Dans cet exemple de réalisation, le composant électronique 13 est disposé dans une cavité 14 prédécoupée de la couche de réception 12 du composant électronique 13.
- [0045] Dans cet exemple de réalisation, la couche de réception 12 et le composant électronique 13 sont disposés entre la première couche 2 et la deuxième couche 6 de la carte de circuit imprimé 1.
- [0046] Dans un exemple de réalisation non limitatif, le composant électronique 13 est un transistor de puissance en nitrure de gallium.
- [0047] Dans cet exemple de réalisation non limitatif, le composant électronique 13 est

muni :

- De premiers moyens de connexion 15 pour la circulation de courants de puissance, les premiers moyens de connexion 15 étant connectés à la première piste conductrice 3 ayant reçu le dépôt de matériau conducteur 5 ; à cette fin chacun des premiers moyens de connexion 15 est par exemple connecté à un via métallisé ou un trou rempli d'un matériau conducteur traversant la première piste conductrice 3, et
- De deuxièmes moyens de connexion 16 pour la circulation de courants de commande, les deuxièmes moyens de connexion 16 étant connectés aux deuxième et troisième pistes conductrices 4, 8 que comporte respectivement la première couche 2 et la deuxième couche 6 ; à cette fin, chacun des deuxièmes moyens de connexion 16 est par exemple connecté à un via métallisé ou un trou rempli d'un matériau conducteur traversant les deuxième ou troisième pistes conductrices 4, 8.

[0048] Il convient de rappeler que la deuxième piste conductrice 4 et la troisième piste conductrice 8 présentent une épaisseur inférieure à une épaisseur de la première piste conductrice 3 ayant reçu le dépôt de matériau conducteur 5.

[0049] Dans un exemple de réalisation non limitatif, la première piste conductrice 3 ayant reçu le dépôt de matériau conducteur 5 présente une épaisseur supérieure ou égale à 70 μm .

[0050] Dans un exemple de réalisation non limitatif, la deuxième piste conductrice 4 et la troisième piste conductrice 8 présentent chacune une épaisseur inférieure ou égale à 35 μm .

[0051] En outre, dans cet exemple de réalisation non limitatif, la carte de circuit imprimé présente une couche de dissipation thermique 17. Cette couche de dissipation thermique est disposée en deçà de la deuxième couche 6 et permet de dissiper la chaleur émise par le composant électronique 13.

[0052] Les différents aspects de l'invention susmentionnés présentent de nombreux avantages. Parmi ceux-ci, on peut citer :

- Apporter localement une épaisseur de matériau conducteur fortement accrue ;
- Permettre, sur une seule et même couche d'une carte de circuit imprimé, des pistes conductrices de différentes épaisseurs ;
- Contenir l'épaisseur de la carte de circuit imprimé, ce qui permet d'obtenir des trous métallisés de longueur modérée.

[0053] Il convient de noter que l'homme du métier est en mesure d'apporter différentes variantes aux aspects de l'invention précités, par exemple en proposant une épaisseur de dépôt d'un matériau conducteur différente.

Revendications

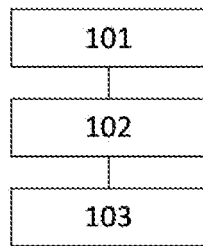
- [Revendication 1] Procédé (100) de fabrication d'une carte de circuit imprimé (1), ledit procédé (100) étant caractérisé en ce qu'il comporte une étape de dépôt (101) d'un matériau conducteur (5), au moyen d'un dispositif de fabrication additive, sur une première piste conductrice (3) que présente initialement une première couche (2) de ladite carte de circuit imprimé (1).
- [Revendication 2] Procédé (100) selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :
- Prédécouper (102), dans une deuxième couche (6) de la carte de circuit imprimé (1), une forme complémentaire (7) du dépôt de matériau conducteur (5),
 - Presser (103) la première couche (2) avec ladite deuxième couche (6) de sorte que le dépôt de matériau conducteur (5) soit positionné dans ladite forme complémentaire (7) prédécoupée.
- [Revendication 3] Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le dépôt de matériau conducteur (5) présente une épaisseur (e5) comprise entre 5 μm et 500 μm .
- [Revendication 4] Procédé (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le matériau conducteur (5) déposé par le dispositif de fabrication additive sur la première piste conductrice (3) est différent du matériau conducteur que comporte la première piste conductrice (3) présente initialement sur la première couche (2) de la carte de circuit imprimé (1).
- [Revendication 5] Carte de circuit imprimé (1) obtenue par un procédé (100) de fabrication d'une carte de circuit imprimé (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte un composant électronique (13) muni :
- de premiers moyens de connexion (15) pour la circulation de courants de puissance, lesdits premiers moyens de connexion (15) étant connectés à la première piste conductrice (3) ayant reçu le dépôt de matériau conducteur (5), et
 - de deuxièmes moyens de connexion (16) pour la circulation de

courants de commande, lesdits deuxièmes moyens de connexion (16) étant connectés à une deuxième piste conductrice (4) que comporte la première couche (2), ladite deuxième piste conductrice (4) présentant une épaisseur inférieure à une épaisseur de ladite première piste conductrice (3) ayant reçu le dépôt de matériau conducteur (5).

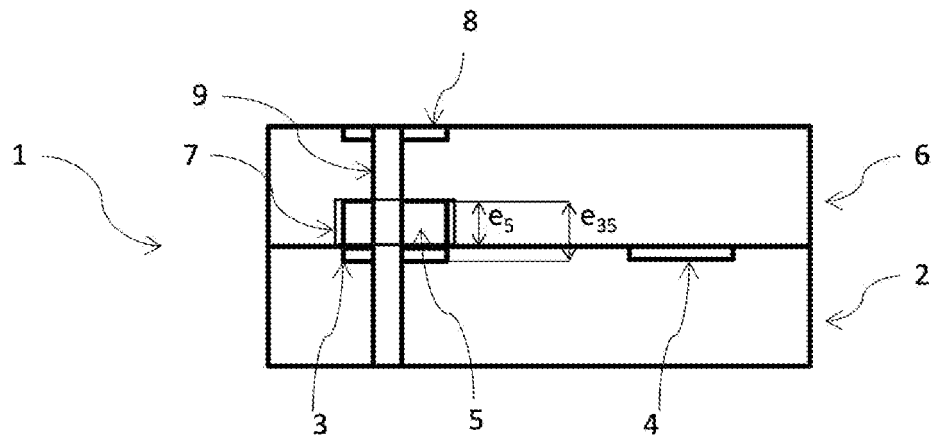
- [Revendication 6] Carte de circuit imprimé (1) selon la revendication précédente caractérisée en ce que le composant électronique (13) est un transistor de puissance.
- [Revendication 7] Carte de circuit imprimé (1) selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6 caractérisée en ce que le composant électronique (13) est disposé dans une cavité (14) d'une couche de réception (12) dudit composant électronique (13), ladite couche de réception (12) et ledit composant électronique (13) étant recouvert de la première couche (2).
- [Revendication 8] Carte de circuit imprimé (1) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7 caractérisée en ce que la première piste conductrice (3) ayant reçu le dépôt de matériau conducteur (5) présente une épaisseur supérieure ou égale à 70 μm et la deuxième piste conductrice (4) présente une épaisseur inférieure ou égale à 35 μm .

[Fig. 1]

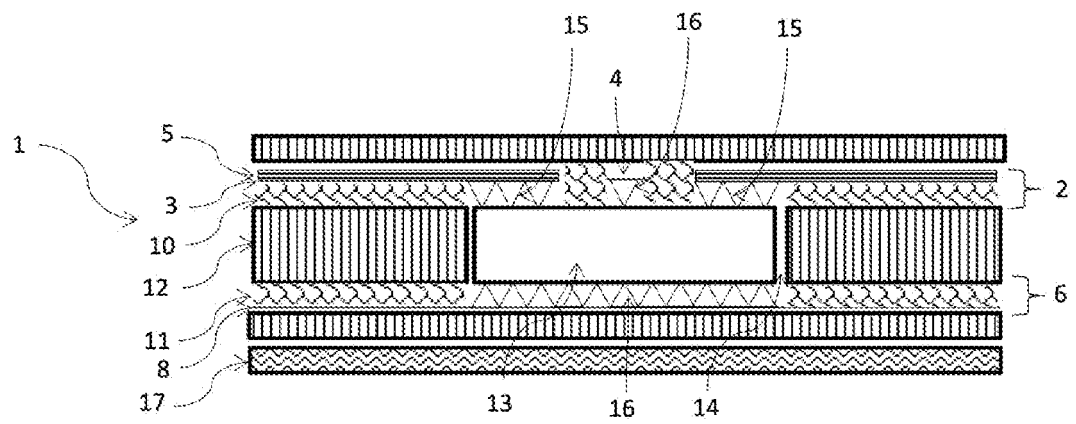
100



[Fig. 2]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 909492
FR 2203705

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 3 089 054 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 29 mai 2020 (2020-05-29)	1	H05K3/46 H05K3/40
Y	* figure 1 * * alinéas [0002], [0016] * -----	2	H05K1/18 H05K1/02
X	US 2019/110366 A1 (GAVAGNIN MARCO [AT] ET AL) 11 avril 2019 (2019-04-11) * alinéas [0026], [0058], [0114]; figures 12-13 *	1, 3, 4	
X	US 2019/124764 A1 (LI CHIN-TANG [TW]) 25 avril 2019 (2019-04-25) * figures 2B-2C * * alinéas [0040], [0041], [0051] - [0052], [0054] *	1, 3	
Y	US 2006/145331 A1 (CHO SUK H [KR] ET AL) 6 juillet 2006 (2006-07-06) * revendication 1 * * figures 4G, 5E * * alinéas [0016], [0066] *	5-8	
Y	US 2014/118976 A1 (YOSHIKAWA KAZUHIRO [JP] ET AL) 1 mai 2014 (2014-05-01) * figure 24 *	5-8	
Y	JP H10 32371 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 3 février 1998 (1998-02-03) * figures 17-18 * * alinéas [0026] - [0027] *	2	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H05K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 mars 2023		Dardel, Blaise	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2203705 FA 909492**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **10-03-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3089054	A1	29-05-2020	AUCUN	
US 2019110366	A1	11-04-2019	CN 109640538 A	16-04-2019
			DE 102017123307 A1	11-04-2019
			EP 3468317 A1	10-04-2019
			US 2019110366 A1	11-04-2019
US 2019124764	A1	25-04-2019	EP 3478035 A1	01-05-2019
			JP 2019080063 A	23-05-2019
			TW 201917853 A	01-05-2019
			US 2019124764 A1	25-04-2019
US 2006145331	A1	06-07-2006	CN 1798479 A	05-07-2006
			JP 4061318 B2	19-03-2008
			JP 2006190953 A	20-07-2006
			KR 20060078118 A	05-07-2006
			US 2006145331 A1	06-07-2006
US 2014118976	A1	01-05-2014	JP 2014090080 A	15-05-2014
			US 2014118976 A1	01-05-2014
JP H1032371	A	03-02-1998	AUCUN	