

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Carte à puce à face métallique apparente.

②② Date de dépôt : 08.05.23.

③③ Priorité :

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SMART PACKAGING SOLUTIONS*
SAS — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 15.11.24 Bulletin 24/46.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 20.06.25 Bulletin 25/25.

⑦② Inventeur(s) : GERIN Guillaume, VOLPE Pierre et
SAUTET Alexandre.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

⑦③ Titulaire(s) : *SMART PACKAGING SOLUTIONS*
SAS.

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ Mandataire(s) : BRANDON IP.



Description

Titre de l'invention : Titre Carte à puce à face métallique apparente

[0001] La présente invention concerne une carte à puce à double interface de communication à contact et sans contact, pourvue d'un corps de carte présentant au moins une face apparente essentiellement métallique.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Dans le domaine des cartes à puce, en particulier celles utilisées pour des applications bancaires, une partie de la demande tend à se concentrer, pour des questions de meilleure prise en main et de différenciation accrue, sur des cartes rendues plus lourdes que les traditionnelles cartes à puce à corps en matière plastique, par l'intégration d'une couche métallique.

[0003] De façon générale, les cartes à puce alourdies à l'aide d'une couche métallique doivent répondre à plusieurs exigences contradictoires. Elles doivent en effet incorporer suffisamment de métal pour produire un alourdissement tangible et une différenciation bien perceptible par rapport aux cartes en matière plastique. Mais le métal produit un effet de blindage électromagnétique, ou à tout le moins des perturbations des performances de communication radiofréquence de ce type de carte à puce avec un lecteur sans contact distant. Or ces performances de communication doivent être compatibles avec un ensemble de normes, telles que celles prévues par les spécifications dites EMVCo qui imposent des exigences mécaniques et électriques, mais aussi des critères de qualité de la communication radiofréquence.

[0004] Certaines des cartes à puce connues présentent une couche métallique sur une seule face de la carte, l'autre face n'étant pas recouverte de métal mais pourvue d'une antenne permettant une communication avec un lecteur distant par voie radiofréquence. Néanmoins, du fait de l'effet de blindage de la couche métallique, la communication radiofréquence avec le lecteur se trouve dégradée. En particulier, des essais ont montré qu'avec ce type de carte à puce, il était jusqu'à présent impossible d'être conforme à certaines normes telles que celles imposées par les spécifications dites EMVCo mentionnées plus haut.

[0005] Afin de remédier à ce problème et de maintenir une bonne qualité de communication radiofréquence quelle que soit l'orientation de la carte à puce par rapport au lecteur distant, il a été proposé dans le document FR3032294A1 de construire la carte à puce à l'aide d'un insert métallique placé entre deux feuilles externes pourvues chacune d'une antenne et d'une couche de ferrite. Cette disposition permet de maintenir une qualité de communication compatible avec les spécifications de type EMVCo, mais le procédé de réalisation de ce type de carte est relativement complexe et coûteux. En outre, dans ce mode de réalisation, l'insert métallique est situé entre des couches externes de la carte

réalisées en matière plastique, et il n'est donc pas directement visible de l'extérieur, ce qui ne contribue pas à créer une différenciation de perception suffisante vis-à-vis des cartes réalisées entièrement en matière plastique.

- [0006] Afin de remédier à cela, le document FR3089659A1 a présenté une carte à puce en métal à double interface de communication, pourvue de deux plaques externes en aluminium entourant une cavité recevant un module microélectronique alimenté par une batterie. Cette structure permet d'améliorer activement les capacités de communication radiofréquence de la carte, malgré la présence des couches externes en aluminium.
- [0007] Cependant, les cartes à puce ainsi obtenues pèsent environ 8 grammes du fait de l'utilisation de l'aluminium, ce qui est certes supérieur au poids d'une carte ayant un corps en matière plastique, mais ce poids reste encore considéré comme insuffisant pour le segment du marché des cartes à puce dites « premium » ou haut de gamme, qui doivent avoir un poids cible de plus de 12 grammes, tout en présentant des faces externes personnalisables par gravure laser ou autre, et tout en restant compatibles avec les normes bancaires dites EMVCo.
- [0008] Selon une autre carte à puce décrite dans le document WO2019136436A1, le corps de carte comporte une couche métallique pourvue d'une découpe de taille supérieure à celle du module électronique, dans laquelle est insérée une pièce intermédiaire en matière plastique, qui à son tour reçoit un module électronique pourvu d'une petite antenne qui est couplée avec une antenne principale disposée dans le corps de carte. Cette structure permet d'améliorer de façon marginale les performances de communication radiofréquence, mais comme la pièce intermédiaire en matière plastique est visible autour du module, il est nécessaire de recouvrir la face métallique et la pièce intermédiaire d'une couche de masquage, ce qui nuit à l'aspect métallique recherché. En outre, cette structure plus complexe nécessite des opérations de fabrication supplémentaires, qui impactent négativement le rendement de fabrication et le coût de cette carte à puce.
- [0009] Il est donc nécessaire de proposer une carte à puce sans contact ou à double interface de communication ayant un poids plus élevé que les cartes à puce connues, tout en présentant des propriétés optimales de communication radiofréquence et d'aptitude à la personnalisation graphique.

BUT DE L'INVENTION

- [0010] L'invention a donc pour but de proposer une nouvelle structure de carte à puce présentant une face externe métallique et qui soit capable de satisfaire les exigences contradictoires d'un poids accru pouvant atteindre un poids supérieur à 12 grammes avec par exemple de l'acier ou une matière métallique de masse volumique équivalente

ou supérieure à celle de l'acier, tout en présentant une capacité de communication en mode sans contact conforme aux exigences des spécifications de type EMVCo.

- [0011] Un autre but de l'invention est de proposer une telle carte à puce tout en conservant une structure simple et aisée à fabriquer en grande série à un coût réduit et avec une très grande fiabilité, comme le report et la fixation du module électronique dans une cavité du corps de carte.

OBJET DE L'INVENTION

- [0012] Dans son principe, la carte à puce selon l'invention présente une structure optimisée sur plusieurs aspects, notamment en ce qui concerne le matériau dans lequel doivent être usinés des plans dits P1, P2 de la cavité du corps de carte recevant le module électronique, le dimensionnement et le positionnement de l'ouverture de la couche métallique et de la couche de ferrite du corps de carte, et le choix du type de ferrite utilisé pour protéger les lignes de champ électromagnétique permettant le couplage entre l'antenne du corps de carte et l'antenne du module.
- [0013] L'invention a donc pour objet une carte à puce telle que définie dans les revendications.
- [0014] Selon un mode de réalisation, le module électronique de cette carte à puce comporte des bornes de contact connectées à l'antenne du corps de carte par des connexions galvaniques.
- [0015] Selon une variante de réalisation, ledit module électronique comporte une antenne de module, couplée inductivement avec ladite antenne de la couche d'antenne du corps de carte.
- [0016] Selon un mode de réalisation, ladite couche en matériau électriquement isolant est en PVC, en PET, en PETG ou en polycarbonate.
- [0017] Selon un mode de réalisation, le module électronique est inséré dans une cavité du corps de carte présentant un premier plan d'usinage noté P1 situé dans la couche en matériau isolant et un second plan d'usinage noté P2 situé dans ou sous le complexe ferritique.
- [0018] Selon un mode de réalisation, l'usinage dudit second plan d'usinage P2 traverse la couche isolante ferrimagnétique et s'étend dans une ou plusieurs couches inférieures en laissant subsister une épaisseur résiduelle du corps de carte d'au moins 50 µm.
- [0019] De préférence, ladite couche de matériau isolant est solidarisée avec la feuille métallique par une couche d'adhésif de type thermo activable.
- [0020] Selon un mode de réalisation, ledit insert comporte une cavité traversante ou non, usinée à une profondeur notée P2 et apte à recevoir ladite goutte de résine d'enrobage située sur la face inférieure du module électronique.
- [0021] Selon un mode de réalisation préféré, l'ouverture de la couche ferrimagnétique est de surface légèrement inférieure à la surface de la cavité de profondeur P1 et présente un

bord légèrement décalé d'un certain décalage vers l'intérieur de la cavité de profondeur P1 par rapport au bord de la cavité de profondeur P1 de la couche métallique, de façon à assurer qu'une partie de la couche ferrimagnétique soit toujours positionnée en face de la feuille métallique, malgré les tolérances de positionnement relatif de la couche ferrimagnétique et de la couche métallique. Ledit décalage est par exemple de 0,4 à 1,6 mm, de préférence de l'ordre de 0,8 mm.

[0022] Selon un mode de réalisation, la couche isolante ferrimagnétique est constituée par un complexe ferritique configuré sous la forme d'une feuille comportant une couche de ferrite frittée entourée de part et d'autre d'une couche d'adhésif thermo-activable (« hotmelt »). Dans ce cas, l'épaisseur de la couche de ferrite frittée est de préférence comprise entre 30 et 200 micromètres.

[0023] Selon un mode de réalisation, la couche de ferrite frittée présente à une fréquence de 13,56 MHz une perméabilité complexe présentant une valeur de μ' supérieure à 150, de préférence de l'ordre de 170, et une valeur de μ'' inférieure à 10, de préférence de l'ordre de 2.

[0024] L'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'une carte à puce telle que définie ci-dessus, comportant des étapes consistant à :

- disposer sur une première face d'une couche d'antenne une première face d'adhésif thermo-activable d'une couche isolante ferrimagnétique pourvue d'une ouverture ;
- reporter un insert dans l'ouverture de la couche isolante ferrimagnétique ;
- disposer une couche de matériau isolant sur une seconde face en adhésif thermo-activable de la couche isolante ferrimagnétique ;
- disposer une couche d'adhésif thermo-activable sur la seconde face de la couche d'antenne, et une couche en matière plastique imprimée sur cette couche d'adhésif ;
- éventuellement préfixer entre eux le complexe ferritique, la couche d'antenne, le matériau isolant et la couche imprimée, à l'aide de soudures ponctuelles par ultrasons aptes à activer localement lesdits adhésifs thermo-activables ;
- disposer sur la couche de matériau isolant une face d'une feuille métallique encollée avec une couche d'adhésif ;
- disposer sur la face libre de la couche imprimée une couche de protection transparente ;
- laminier à chaud l'empilement de l'ensemble des couches de façon à obtenir un corps de carte multicouche ;
- usiner dans le corps de carte depuis la face extérieure de la couche métallique une cavité et y reporter un module électronique de carte à puce.

DESCRIPTION DETAILLEE

- [0025] L'invention sera décrite plus en détail à l'aide des dessins, dans lesquels :
- La [Fig.1] représente une vue en coupe dans la zone du module électronique, d'un premier mode de réalisation dégradé d'une carte à puce selon l'invention, ne résolvant que partiellement la problématique posée.
 - La [Fig.2] représente une vue en coupe d'un mode de réalisation d'une carte à puce selon l'invention, résolvant partiellement la problématique posée, mais amélioré par rapport au mode de réalisation de la [Fig.1].
 - La [Fig.3] représente une vue en coupe d'un mode de réalisation d'une carte à puce similaire à celle de la [Fig.2], mais dans laquelle la connexion entre l'antenne du corps de carte et le module électronique se fait par une liaison galvanique.
 - La [Fig.4] représente une vue en plan de la couche métallique supérieure d'un corps de carte à puce à couche métallique selon l'état de la technique.
 - La [Fig.5] représente une vue agrandie d'une partie du bord de la cavité du corps de carte de la [Fig.4].
 - La [Fig.6] représente une vue en plan de la couche métallique supérieure d'un corps de carte à puce à couche métallique selon l'invention.
 - La [Fig.7] représente une vue agrandie d'une partie du bord de la cavité d'un corps de carte de la [Fig.6], avec la couche métallique et la couche de ferrite bien alignées.
 - La [Fig.8] représente une vue agrandie d'une partie du bord de la cavité d'un corps de carte de la [Fig.6], avec la couche métallique et la couche de ferrite désalignées.
 - La [Fig.9] représente une vue en coupe d'un mode de réalisation d'une carte à puce selon l'invention, permettant d'obtenir un bord de cavité comme représenté en [Fig.7].
 - La [Fig.10] représente une vue en coupe d'une couche isolante ferrimagnétique fritté selon l'état de la technique.
 - La [Fig.11] représente une vue en coupe d'une couche isolante ferrimagnétique fritté utilisé dans le corps d'une carte à puce selon l'invention.
- [0026] On se réfère à la [Fig.1]. On a représenté une coupe longitudinale partielle d'une carte à puce, dans la zone du module électronique, avec des épaisseurs de couches exagérées par rapport à la réalité, pour davantage de clarté.
- [0027] Les éléments identiques dans les différentes figures sont désignés par les mêmes numéros de référence.

- [0028] La carte à puce 1 comporte un corps de carte 2 composé d'un empilement de couches, à savoir, en partant du haut, une couche métallique 3, une couche adhésive 4, par exemple un adhésif activable à chaud faisant la liaison mécanique entre la couche métallique 3 et une couche 5 en matière plastique, notamment en PVC, en PET, en PETG ou en polycarbonate. Un complexe 6 à base de ferrite encore dénommé complexe ferritique est interposé entre la couche 5 et une couche 7 contenant les spires métalliques d'une antenne (non représentée) du corps de carte. Ce complexe ferritique 6 est formé par une couche de ferrite 6a prise entre deux couches adhésives 6b constituées par exemple par un adhésif activable à chaud, encore appelé « hotmelt » en terminologie anglo-saxonne. Le ferrite est un matériau ferrimagnétique qui a la particularité de modifier le chemin emprunté par les lignes de champ électromagnétique. Pour s'assurer du bon fonctionnement radiofréquence de la carte à puce, le complexe 6 à base de ferrite doit impérativement être placé entre la couche métallique 3 et la couche 7 d'antenne du corps de carte. Il permet alors de limiter l'effet de blindage de la couche métallique 3 vis-à-vis de l'antenne du corps de carte. Viennent ensuite une couche 8 adhésive assurant la liaison mécanique entre la couche 7 d'antenne et une couche 9 destinée à être imprimée, par exemple en PVC, suivie pour terminer par une couche de protection transparente 10.
- [0029] Le module électronique 11 comporte de façon bien connue un substrat diélectrique 12 qui porte sur sa face inférieure une puce microélectronique (non visible), protégée par une goutte de résine d'enrobage 13. S'agissant d'un module pour carte à fonctionnement sans contact ou à fonctionnement mixte à contact et sans contact, il comporte en outre une antenne de module dont on voit les spires 14 entourant la zone de la puce microélectronique.
- [0030] Le module électronique 11 est inséré dans une cavité usinée du corps de carte 2 qui typiquement comporte deux plans d'usinage, à savoir un premier plan d'usinage noté P1 définissant une première portion de cavité recevant le substrat 12 du module électronique 11, et un second plan d'usinage P2 usiné plus profondément et formant une seconde portion de cavité plus petite et plus profonde dans laquelle vient se positionner la goutte de résine d'enrobage 13 qui protège la puce.
- [0031] Dans le cas d'une carte à puce à fonctionnement mixte à contact et sans contact, le module électronique 11 ne peut pas être enterré sous la couche métallique 3 car il doit fonctionner par contact avec les contacts d'un lecteur de carte à puce.
- [0032] En outre, pour assurer un bon fonctionnement radiofréquence du module électronique 11, plusieurs autres conditions doivent être respectées. Il faut éviter que la périphérie du module électronique 11, à savoir la zone du module électronique 11 qui entoure la goutte de résine d'enrobage 13 et qui reçoit les spires de l'antenne 14 prenne appui sur la couche métallique 3, ce qui impose que l'usinage de la première

portion de cavité doit traverser la couche métallique 3, ce qui revient à dire que le plan d'usinage P1 soit situé en-dessous de la face inférieure de la couche métallique 3.

[0033] A cet effet, l'invention prévoit que le plan d'usinage P1 de la cavité du module électronique 11 soit situé dans une couche 5 en matière plastique, notamment en PVC, en PET, en PETG ou équivalent, permettant d'absorber la tolérance de la profondeur d'usinage nécessaire pour le plan P1 de la cavité, comme représenté en [Fig.1].

Cette tolérance d'usinage peut notamment être due au fait d'utiliser des modules électroniques dont l'épaisseur peut varier d'un fabricant à l'autre ou d'une référence de module à une autre. En pratique, cette couche 5 en matière plastique présente une épaisseur comprise entre 50 et 100 μm .

[0034] Cependant cette structure selon la [Fig.1] n'est pas encore optimale, dans la mesure où l'usinage du plan P2 de la cavité laisse subsister une portion 15 de la couche ferrimagnétique 6 sous l'antenne 14 du module électronique 11, ce qui risque d'interférer avec les lignes de champ de cette antenne. Pour remédier à ce problème, l'invention prévoit d'adopter la structure représentée en [Fig.2].

[0035] La structure de la carte à puce 1 de la [Fig.2] diffère de celle de la [Fig.1], dans la mesure où la couche ferrimagnétique 6 comporte, dans la zone située sous le module électronique 11, une ouverture 40 qui est remplie par un insert 16 en matière plastique, notamment en PVC. Cet insert 16 permet à la fois de remplir l'ouverture 40 de la couche 6 en évitant un fluage de cette couche 6 dans l'ouverture 40 lors de l'assemblage de la carte. En outre, par le choix pour l'insert 16 d'une matière plastique qui ne perturbe pas les lignes de champ ou même qui concentre ou les améliore, il permet un couplage électromagnétique optimal entre l'antenne 14 du module 11 et l'antenne 7 du corps de carte.

[0036] La structure de la carte à puce 1 de la [Fig.3] diffère de celle de la [Fig.1] dans la mesure où le module électronique 11 ne possède pas d'antenne propre, mais des plots de sortie 30 du module électronique 11 sont reliés à des extrémités de l'antenne 32 du corps de carte, par l'intermédiaire de connexions galvaniques 31, par exemple sous la forme de vias métallisés aménagés à travers la couche isolante 5 et la couche isolante ferrimagnétique 6.

[0037] Un autre problème technique peut encore se poser avec une carte à puce à couche métallique comme celle de la [Fig.2]. Comme représenté en figures 4 et 5, les tolérances de positionnement lors de l'empilement des couches du corps de carte 2 peuvent résulter en un léger décalage 17, surtout visible en [Fig.5], entre le bord 18 de la cavité de la couche métallique 3, et le bord 19 de l'ouverture 40 réalisée dans la couche ferrimagnétique 6.

[0038] Dans ce cas, ce décalage 17 peut entraîner un impact important sur les performances radiofréquence de la carte à puce. En effet, ce décalage 17 horizontal, dans le plan

du corps de carte, est pénalisant, le métal n'étant plus masqué dans cette zone par le matériau ferrimagnétique. Or de tels décalages sont présents de façon certaine dans les processus de fabrication consistant à superposer des couches et à les assembler entre elles.

- [0039] Afin de remédier à ce problème, l'invention prévoit de s'assurer, comme représenté en figures 6 à 8, que malgré les tolérances de fabrication, le bord 19 de l'ouverture 40 aménagée dans le matériau ferrimagnétique 6 soit toujours légèrement décalé d'un décalage 17 vers l'intérieur de la cavité prévue pour le module, au-delà du bord 18 de la cavité aménagée dans la couche métallique 3. Autrement dit, l'invention prévoit que la cavité dans la couche 6 soit moins étendue que celle prévue pour le module électronique, ce qui permet d'avoir dans tous les cas de figure une marge de sécurité 17 pour absorber les tolérances de positionnement de la couche 6 par rapport à la couche métallique 3.
- [0040] La [Fig.7] correspond au cas de figure où l'empilement des couches s'est fait de façon nominale, c'est-à-dire sans décalage de positionnement entre la couche métallique et la couche ferrimagnétique 6. En conséquence, la limite interne 19 du matériau ferrimagnétique autour de l'ouverture 40 est décalée de façon régulière sur toute la périphérie de l'ouverture 40, vers l'intérieur, d'un décalage 17 uniforme, par rapport à la limite interne 18 de la couche métallique.
- [0041] Ce cas idéal ne se reproduit pas en pratique en fonction des tolérances de positionnement de la couche métallique et de la couche ferrimagnétique. Comme représenté en [Fig.8], en cas de désalignement entre la couche métallique 3 et la couche 6, le décalage de la limite 19 de la couche 6 vers l'intérieur de l'ouverture 40 permet de laisser partout subsister un décalage 17 positif ou nul, signifiant que le matériau ferrimagnétique recouvre toujours le métal dans tout le périmètre de l'ouverture 40. De cette manière, on évite toute mise à nu du métal 3. Il vaut mieux avoir du matériau ferrimagnétique entre le module et l'antenne que du métal mis à nu. En pratique, on constate qu'un décalage 17 compris dans une fourchette de 0,4 mm à 1,6 mm, de préférence environ 0,8 mm, permet d'obtenir de très bons résultats.
- [0042] Un dernier problème technique à résoudre est lié à la structure du matériau ferrimagnétique 6 et notamment à sa capacité d'adhésion aux couches adjacentes 5 et 7. Celle-ci doit être suffisante pour résister à des efforts de délamination normalisés selon la norme ISO 7810, d'au moins 3,5 N/cm.
- [0043] Comme représenté en [Fig.10], dans l'état actuel de la technique, en dehors du domaine des cartes à puce, on utilise des feuilles de ferrite 20 fritté ou non fritté, encapsulées de part et d'autre entre des couches 21 d'adhésif sensible à la pression (noté « PSA » en terminologie anglo-saxonne) surmontées par des couches 22 en PET. Cette structure est couramment utilisée dans le domaine des systèmes de recharge sans

contact ou pour protéger des circuits électroniques d'agressions extérieures dans des systèmes tels que des voitures ou des téléphones portables. Mais elle n'est pas adaptée au domaine des cartes à puce car elle ne présenterait pas une adhésion suffisante aux couches 5, 7 ([Fig.2]) de la carte à puce, le risque de délamination du corps de carte étant alors élevé, ce qui est encore plus rédhibitoire pour une carte premium.

- [0044] Pour remédier à ce problème, l'invention prévoit d'utiliser pour la couche isolante ferrimagnétique 6 de préférence un complexe ferritique utilisant du ferrite fritté 23, comme schématisé en [Fig.11]. Le ferrite fritté n'est pas utilisé à ce jour dans l'industrie de la carte à puce, et il impose des contraintes particulières à cause de sa texture poudreuse et de son mode de réalisation en petites feuilles. Afin de le rendre compatible avec les processus de fabrication des cartes à puce, l'invention prévoit que le ferrite fritté est encapsulé entre des couches externes adhésives 24 de type « hotmelt », par exemple en PUR (polyuréthane), POR (polyoléfine), Époxy ou Acrylique pour former un complexe ferritique 6 adéquat. La couche externe 24 en « hotmelt » est mise en œuvre à chaud, le matériau adhésif s'insérant dans les pores du ferrite fritté, ce qui assure une cohésion maximale du complexe ferritique 6, bien supérieure à celle du complexe 6 de la [Fig.10]. En outre, le complexe ferritique 6 de la [Fig.11] présente une épaisseur moindre que les complexes connus, ce qui dans le cadre d'une carte à puce à couche métallique permet, à épaisseur totale constante, d'augmenter l'épaisseur de la couche métallique 3, et donc d'alourdir davantage la carte à puce.
- [0045] En définitive, cette nouvelle structure de couche ferrimagnétique sous la forme d'un complexe ferritique fritté 6 présente à la fois une grande adhésion avec les couches adjacentes 5 et 7 de la carte à puce, et une efficacité maximale de guidage des lignes de champ électromagnétique.
- [0046] En effet, le ferrite, (à ne pas confondre avec la ferrite), est un matériau ayant pour caractéristiques d'avoir une très grande résistivité (environ 10^8 Ohms par mètre soit 10^{14} fois plus que l'aluminium), rendant négligeable les courants de Foucault, tout en ayant une grande susceptibilité magnétique. Son action de blindage ne se concentre donc pas sur la destruction du champ magnétique nuisible, mais sur sa réorientation.
- [0047] Dans le monde industriel, les ferrites se caractérisent par une perméabilité complexe caractérisée par des valeurs μ' et μ'' représentant d'un côté les pertes en courant de Foucault à une fréquence donnée, par exemple 13,56 MHz, et de l'autre la capacité à dévier des lignes de champ à la même fréquence donnée. Plus μ'' est petit plus les pertes magnétiques c'est-à-dire les pertes par courant de Foucault sont faibles, et plus μ' est grand plus la capacité à modifier les lignes de champ est grande.

[0048] Dans le cadre de l'invention, on utilisera de préférence un ferrite ayant les caractéristiques suivantes : μ' supérieur ou égal à 150, de préférence proche de 170, et μ'' inférieur ou égal à 10, de préférence proche de 2.

[0049] Afin de fabriquer une carte à puce selon l'invention, on procède par exemple de manière suivante. On prépare une couche isolante ferrimagnétique 6 aux dimensions adéquates, notamment un complexe formé par une couche de ferrite fritté 23 entouré de couches 24 d'adhésif thermo-activable, ce complexe ferritique 6 étant pourvu d'une ouverture 40 destinée à recevoir un insert 16, et on reporte un tel insert 16 dans l'ouverture 40 du complexe ferritique. Séparément, on prépare une couche d'antenne 7 et on superpose sur une de ses faces une couche adhésive 8. Puis on place le complexe ferritique 6 sur la face de la couche d'antenne 7 opposée à celle qui porte l'adhésif 8. De préférence, ces premières opérations de positionnement se font sans pré-fixage, pour éviter des contraintes mécaniques susceptibles de générer de craquelures dans le complexe ferritique 6. Puis on dispose au-dessus du complexe ferritique 6 une couche de matériau isolant 5, pourvue de sa couche d'adhésif thermo-activable 4. A ce stade, le complexe ferritique 6 se trouve donc pris entre le matériau isolant 5 et la couche d'antenne 7. Il est à noter que le positionnement des différentes couches 6, 5, 8, 9 peut se faire par rapport à un squelette (non représenté) positionné en fonction de repères apparents sur la couche d'antenne 7. Puis on préfixe les couches 8,3,6,5 entre elles à l'aide de quelques points de soudure localisés obtenus par une sonde à ultrasons. Puis on rajoute d'une part la feuille métallique 3 au-dessus de l'adhésif 4, et d'autre part la couche imprimée 9 et la couche transparente de protection 10 pour obtenir l'empilement final, qu'on assemble définitivement par une lamination à chaud de l'ensemble des couches, ce qui termine la construction du corps de carte 2. Il reste alors à usiner les plans P1 et P2 de la cavité du corps de carte, et à y reporter et coller le module électronique 11, selon des opérations classiques bien connues dans l'état de la technique.

[0050] L'ensemble des opérations ci-dessus peut être effectué pour une carte unitaire, ou au contraire pour un ensemble de cartes à partir d'une feuille de grande taille, auquel cas plusieurs cartes à puce 1 sont obtenues simultanément et doivent être individualisées par une opération de découpe finale à partir de ladite feuille.

AVANTAGES DE L'INVENTION

[0051] L'invention atteint les objectifs fixés. Des tests ont montré que la communication radiofréquence avec un lecteur sans contact est de bonne qualité et reste conforme aux spécifications EMVCo quelle que soit l'orientation de la carte, et sans nécessiter une fente dans la couche métallique.

[0052] La face métallique 3 de la carte à puce selon l'invention est directement apparente, sans nécessiter une couche de masquage comme dans certaines réalisations de l'état

de la technique. Cette apparence métallique est obtenue sans compromettre la qualité de communication radiofréquence. Elle offre à la carte à puce un bel aspect, un poids pouvant être supérieur à 12 grammes dans le cas de l'utilisation d'acier conforme aux besoins du marché des cartes premium, et une bonne prise en main.

- [0053] La fabrication de la carte à puce selon l'invention permet de continuer à utiliser les procédés de fabrication classiques et éprouvés, consistant à reporter un module électronique dans une cavité du corps de carte ainsi que le pré-fixage et le laminage des couches du corps de carte.
- [0054] En définitive, la carte à puce à face métallique selon l'invention fonctionne de la même manière qu'une carte en matière plastique ou qu'une carte lourde connue, mais elle respecte en outre pleinement la norme bancaire EMVCo à contact ou sans contact.

Revendications

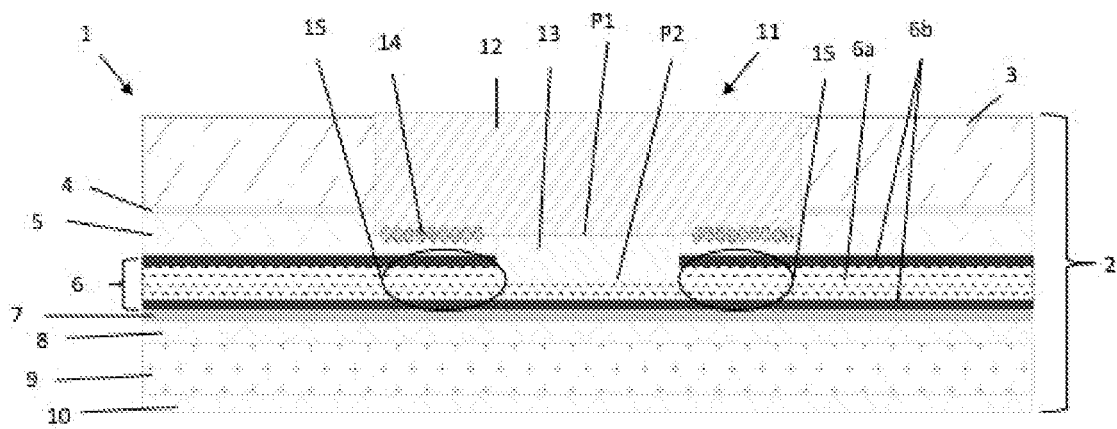
- [Revendication 1] Carte à puce (1) à double interface de communication à contact et sans contact, comprenant un corps de carte (2) comportant un module électronique (11) disposé dans une cavité du corps de carte et pourvu sur sa face supérieure d'un bornier de contacts et sur sa face inférieure d'une puce microélectronique protégée par une goutte de résine d'enrobage (13), et ledit corps de carte (2) comportant sur une de ses faces une feuille métallique (3) apparente apte à augmenter le poids du corps de carte (2), une couche (7) pourvue d'une antenne (32) de corps de carte, et une couche isolante ferrimagnétique (6) interposée entre ladite feuille métallique (3) et ladite couche (7) d'antenne du corps de carte, ladite couche isolante ferrimagnétique (6) comportant une ouverture (40) permettant de laisser passer les lignes de champ électromagnétique entre une antenne (14) du module et l'antenne (32) du corps de carte, caractérisée en ce que ledit corps de carte (2) comporte en outre une couche (5) de matériau électriquement isolant disposé entre la feuille métallique (3) et la couche isolante ferrimagnétique (6) et configurée pour absorber des tolérances d'épaisseur du module électronique (11) et de la feuille métallique (3), et en ce que ladite ouverture (40) est comblée à l'aide d'un insert (16) configuré pour ne pas perturber les lignes de champ ou pour les canaliser entre l'antenne (32) du corps de carte et l'antenne (14) du module électronique (11).
- [Revendication 2] Carte à puce (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le module électronique (11) comporte des bornes de contact (30) connectées à l'antenne (32) du corps de carte par des connexions galvaniques (31).
- [Revendication 3] Carte à puce (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'antenne (14) de module est couplée inductivement avec ladite antenne (32) de la couche (7) d'antenne du corps de carte.
- [Revendication 4] Carte à puce (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite couche (5) en matériau électriquement isolant est en PVC, en PET, en PETG ou en polycarbonate.
- [Revendication 5] Carte à puce (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le module électronique (11) est inséré dans une cavité du corps de carte (2) présentant un premier

plan d'usinage noté P1 situé dans la couche (5) en matériau isolant et un second plan d'usinage noté P2 situé dans ou sous la couche isolante ferrimagnétique (6).

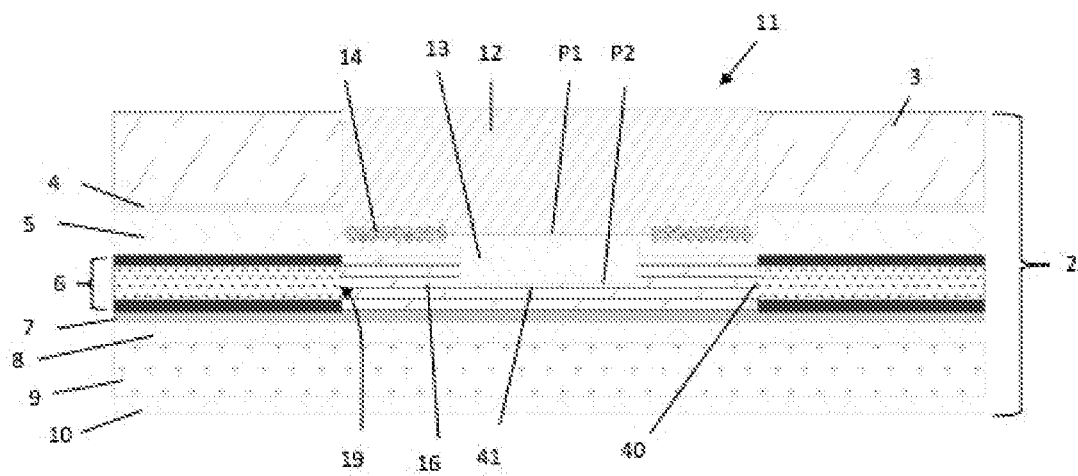
- [Revendication 6] Carte à puce (1) selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'usinage dudit second plan d'usinage P2 traverse la couche isolante ferrimagnétique (6) et s'étend dans une ou plusieurs couches inférieures (8,9) en laissant subsister une épaisseur résiduelle du corps de carte (2) d'au moins 50 μm .
- [Revendication 7] Carte à puce (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite couche de matériau isolant (5) est solidarisée avec la feuille métallique (3) par une couche d'adhésif (4) de type thermo activable.
- [Revendication 8] Carte à puce (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit insert (16) comporte une cavité (41) traversante ou non, usinée à une profondeur notée P2 et apte à recevoir ladite goutte de résine d'enrobage (13) située sur la face inférieure du module électronique (11).
- [Revendication 9] Carte à puce (1) selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'ouverture (40) de la couche isolante ferrimagnétique (6) est de surface légèrement inférieure à la surface de la cavité de profondeur P1 et présente un bord (19) légèrement décalé d'un décalage (17) vers l'intérieur de la cavité de profondeur P1 par rapport au bord (18) de la cavité de profondeur P1 de la couche métallique (3), de façon à assurer qu'une partie de la couche isolante ferrimagnétique (6) soit toujours positionnée en face de la feuille métallique (3), malgré les tolérances de positionnement relatif de la couche isolante ferrimagnétique (6) et de la couche métallique (3).
- [Revendication 10] Carte à puce (1) selon la revendication 9, caractérisée en ce que ledit décalage (17) est de 0,4 à 1,6mm, de préférence de l'ordre de 0,8 mm.
- [Revendication 11] Carte à puce (1) selon la revendication 6, caractérisée en ce que la couche isolante ferrimagnétique est configurée sous la forme d'un complexe ferritique (6) constitué d'une feuille (6) comportant une couche (23) de ferrite fritté entourée de part et d'autre d'une couche (24) d'adhésif thermo activable (« hotmelt »).
- [Revendication 12] Carte à puce (1) selon la revendication 11, caractérisée en ce que l'épaisseur de la couche (23) de ferrite fritté est comprise entre 30 et 200 micromètres.

- [Revendication 13] Carte à puce (1) selon la revendication 11 ou 12, caractérisée en ce que la couche de ferrite fritté (23) présente à une fréquence de 13,56 MHz une perméabilité complexe présentant une valeur de μ' supérieure à 150, de préférence de l'ordre de 170, et une valeur de μ'' inférieure à 10, de préférence de l'ordre de 2.
- [Revendication 14] Procédé de réalisation d'une carte à puce (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des étapes consistant à :
- disposer sur une première face d'une couche d'antenne (7) une première face d'adhésif thermo-activable (24) d'une couche isolante ferrimagnétique (6) pourvue d'une ouverture (40) ;
 - reporter un insert (16) dans ladite ouverture (40) ;
 - disposer une couche de matériau isolant (5) sur une seconde face en adhésif thermo-activable (24) de la couche isolante ferrimagnétique (6) ;
 - disposer une couche d'adhésif thermo-activable (8) sur la seconde face de la couche d'antenne (7), et une couche en matière plastique imprimée (9) sur la couche d'adhésif (8) ;
 - disposer sur la couche de matériau isolant (5) une face d'une feuille métallique (3) encollée avec une couche d'adhésif (4) ;
 - disposer sur la face libre de la couche imprimée (9) une couche de protection transparente (10) ;
 - solidariser les différentes couches (3,4,5,6,7,8,9,10) entre elles par lamination à chaud de façon à obtenir un corps de carte (2) multicouche ;
 - usiner dans le corps de carte (2) une cavité depuis la face extérieure de la couche métallique et y reporter un module électronique (11).

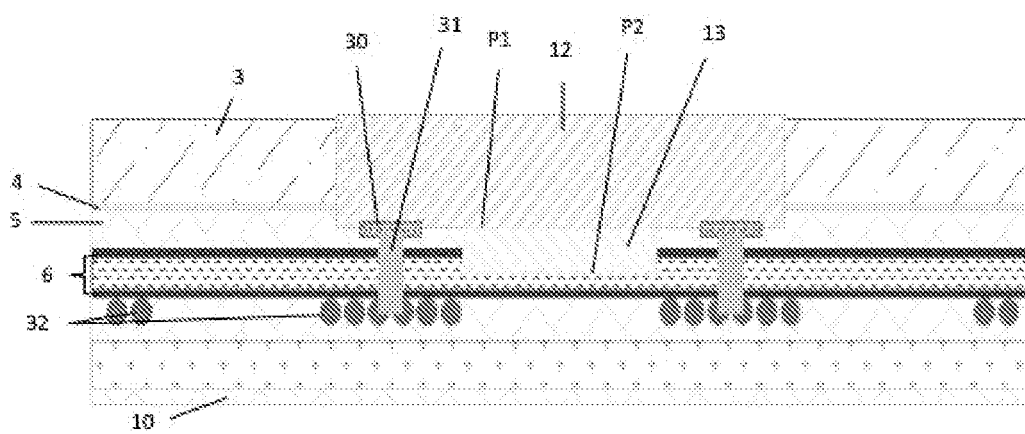
[Fig. 1]



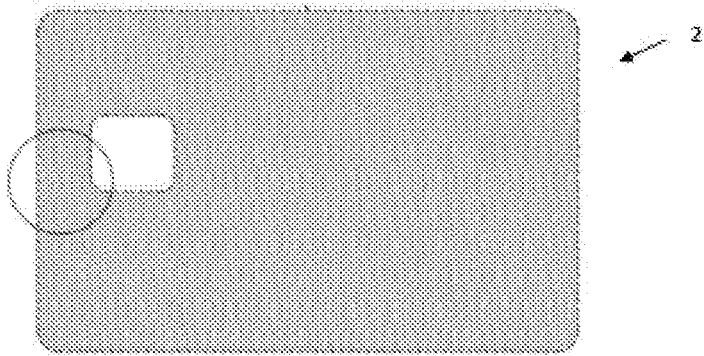
[Fig. 2]



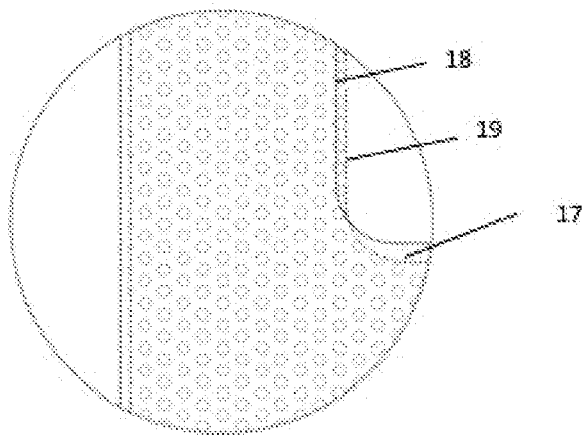
[Fig. 3]



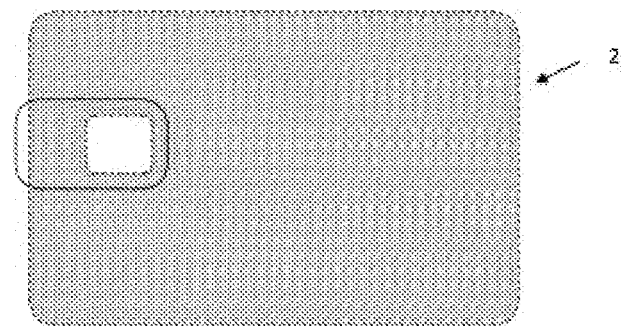
[Fig. 4]



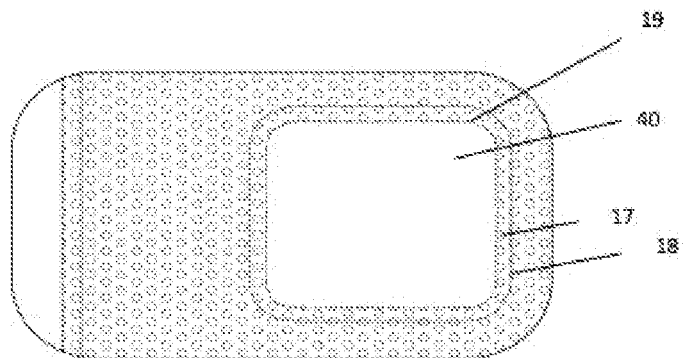
[Fig. 5]



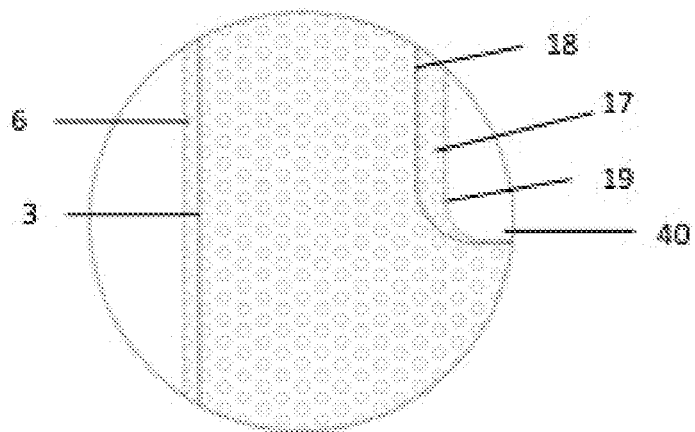
[Fig. 6]



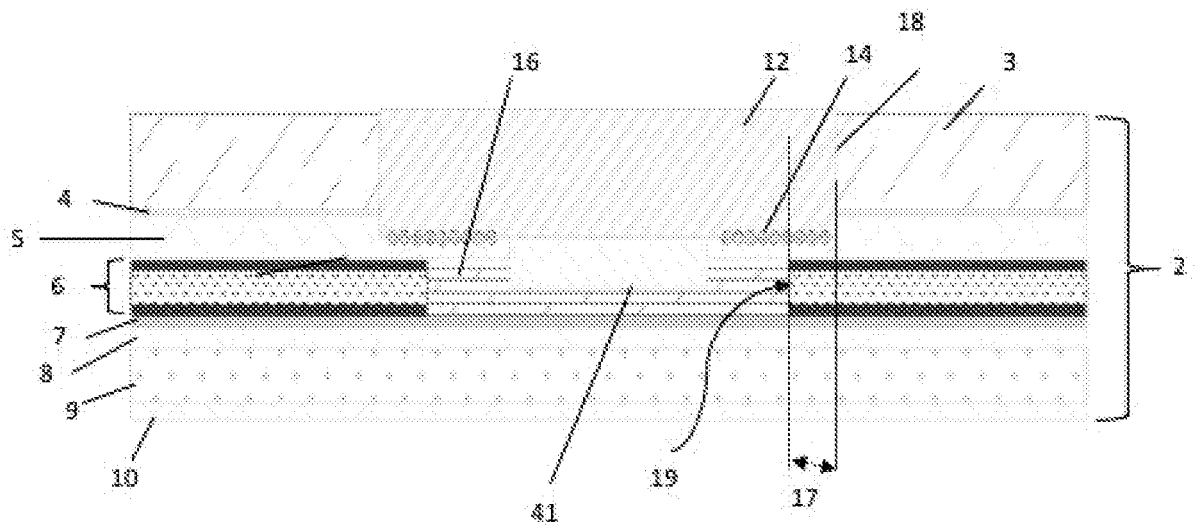
[Fig. 7]



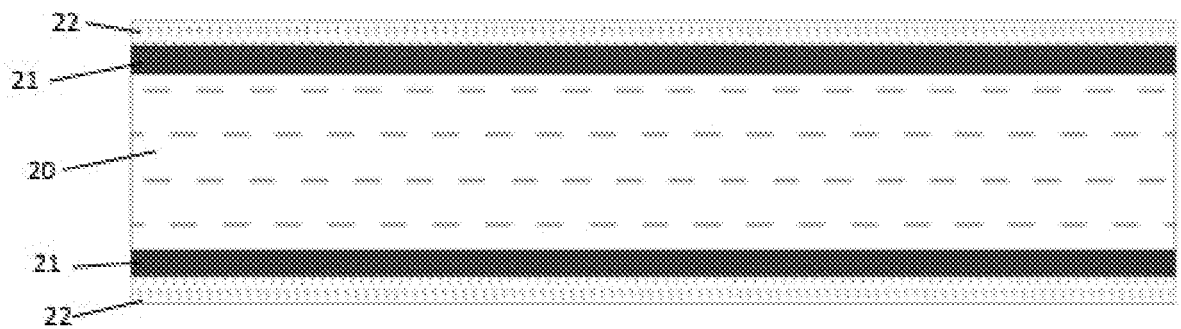
[Fig. 8]



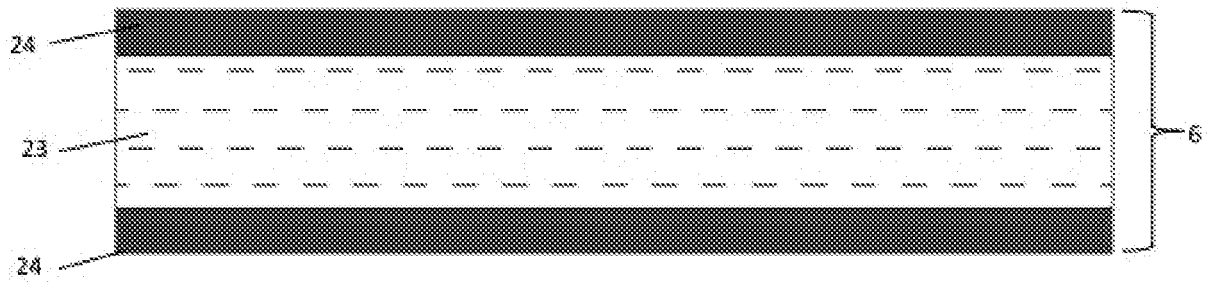
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



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**

NEANT

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

EP 4 145 347 A1 (COMPOSECURE LLC [US])
8 mars 2023 (2023-03-08)

EP 2 937 823 A1 (LINXENS HOLDING [FR])
28 octobre 2015 (2015-10-28)

WO 2014/113765 A1 (COMPOSECURE LLC [US];
HERSLOW JOHN [US]; LOWE ADAM [US])
24 juillet 2014 (2014-07-24)

FR 3 032 294 A1 (SMART PACKAGING SOLUTIONS
[FR]) 5 août 2016 (2016-08-05)

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

NEANT