

(19)



(11)

EP 3 537 542 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
11.09.2019 Bulletin 2019/37

(51) Int Cl.:
H01Q 11/08 (2006.01) **H01Q 1/24 (2006.01)**
H01Q 9/42 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19161567.3**

(22) Date de dépôt: **08.03.2019**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **LEROY, Fabien**
06600 ANTIBES (FR)
• **BARRATT, Christopher**
06560 VALBONNE (FR)
• **EL HASSANI, Chakib**
06270 VILLENEUVE LOUBET (FR)

(30) Priorité: **09.03.2018 FR 1852061**

(74) Mandataire: **Decobert, Jean-Pascal**
Cabinet Hautier
Office Méditerranéen de Brevets d'Invention
20, rue de la Liberté
06000 Nice (FR)

(71) Demandeur: **INSIGHT SIP**
06130 Grasse (FR)

(54) ANTENNE TRIDIMENSIONNELLE

(57) La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences comprenant au moins un circuit microélectronique (2), caractérisé en ce qu'il comprend au moins une première antenne (50) comprenant :

- au moins une première portion (51) comprenant une première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) ;

- au moins une deuxième portion (52) étant surélevée relativement audit circuit microélectronique (2) et comprenant une deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes ;
- au moins une première pluralité d'éléments de raccordement (53) de ladite deuxième portion avec ladite première portion.

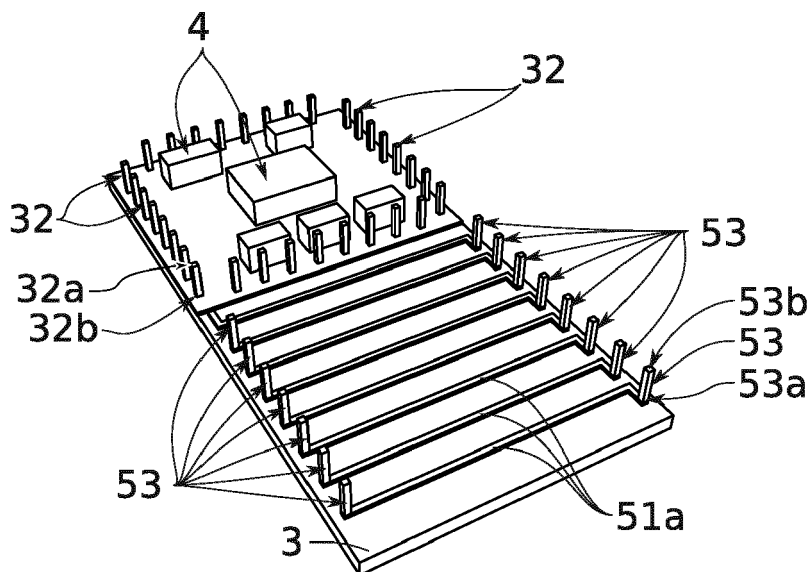


Figure 5b

EP 3 537 542 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne généralement le domaine des antennes et plus particulièrement celui des antennes miniatures utilisées par toutes sortes d'appareillages électroniques portables et mobiles pour recevoir et transmettre des signaux, typiquement dans une gamme de fréquences allant actuellement jusqu'à une dizaine de gigahertz (GHz = 10^9 Hertz), afin qu'ils puissent librement communiquer dans les limites d'une zone géographique couverte par un réseau dit « sans fil » ou encore « wireless », expression anglaise largement utilisée ayant la même signification.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Les systèmes communicants dits « sans fil », qui sont de plus en plus utilisés quotidiennement, et souvent d'une façon quasi permanente, par une population d'utilisateurs toujours plus large, possèdent tous des antennes pour recevoir et, le plus souvent aussi, pour émettre des signaux dans la bande de fréquences définie par le standard technique qui les régit. Il s'agit principalement de téléphones portables, notamment ceux obéissant à la norme dite GSM, acronyme de l'anglais « global system for mobile communications » qui définit un standard de communication dont la couverture géographique est mondiale.

[0003] Un autre système communiquant, très largement utilisé, qui nécessite une antenne de réception très sensible, est le GPS acronyme de l'anglais « global positioning system ». En décodant les signaux en provenance d'un réseau de satellites ce système permet en effet d'obtenir, sur l'étendue du globe terrestre, un positionnement géographique très précis du récepteur. Les récepteurs GPS sont de plus en plus souvent présents dans les téléphones portables et dans toutes sortes de téléphones dits intelligents ou « smart phones » qui incluent en outre toutes les fonctions d'un assistant numérique personnel et la possibilité de se connecter au réseau mondial de l'Internet.

[0004] Le réseau sans fil peut au contraire être conçu pour ne couvrir qu'une zone géographique restreinte comme le Wi-Fi, voire très restreinte, comme le standard dit « Bluetooth® » qui permet la communication jusqu'à une dizaine de mètres de terminaux entre eux.

[0005] En dépit de leur nécessaire miniaturisation pour s'adapter aux contraintes dimensionnelles imposées par des boîtiers de toujours plus petites tailles, notamment d'épaisseurs devenues très faibles, les antennes des dispositifs ci-dessus doivent néanmoins pouvoir maintenir une efficacité optimale dans toute la bande de fréquences où elles doivent opérer.

[0006] En particulier, lorsque plusieurs antennes sont présentées dans un même dispositif miniaturisé, il apparaît que, dans certains cas, des problèmes de couplage

électromagnétique peuvent exister entre les différentes antennes présentes au niveau du circuit-microélectronique les portant.

[0007] Ces problèmes de couplage électromagnétique peuvent également se produire relativement aux différentes parties d'une même antenne. En effet, plusieurs solutions permettant de réduire la taille d'antenne existent, par exemple le repliement du conducteur constituant l'antenne en zigzag (ou méandre plan) sur un substrat. Cependant ces solutions ne donnent pas des performances satisfaisantes car la propagation du courant dans l'antenne va se retrouver affectée par le couplage électromagnétique entre les brins qui sont de plus en plus proches à mesure que l'on souhaite réduire la taille des antennes.

[0008] Pour pallier cette difficulté il est possible de réaliser des repliements sur des plans différents du substrat et de connecter les différents brins par des vias. Ce type de solutions est illustré au travers des figures 1, 2a et 2b. Les antennes ainsi formées présentent deux portions, chacune étant disposée de part et d'autre du substrat.

[0009] Ce type de solutions n'apporte pas d'amélioration dans l'éloignement des brins si le substrat est fin comme c'est le cas dans les standards de l'électronique.

[0010] Pour obtenir un éloignement suffisant des brins de l'antenne, il faudrait augmenter de façon déraisonnable l'épaisseur du substrat ce qui présenterait plusieurs inconvénients majeurs. Par exemple, le coût du substrat serait très élevé car celui-ci serait très épais et de plus une augmentation significative de l'épaisseur du substrat entraînerait une augmentation de l'épaisseur totale du module ce qui serait alors problématique pour l'intégration de celui-ci.

[0011] On connaît par ailleurs de la publication brevet US 6288680 B1, un dispositif avec une antenne formant une boucle entre deux plans et comportant des éléments de raccordement entre les parties de boucles des deux plans. L'espacement entre les deux plans est opéré par un élément en un matériau céramique. Après réalisation des parties de boucles des deux plans sur des couches laminées de céramique d'un élément de base 1, des trous 4 sont formés pour rejoindre les deux plans. La précision du placement des éléments, notamment ce qui concerne les trous de via 4 relativement aux éléments à connecter ainsi que la multiplication des interfaces entre des matériaux différents (induisant des questions de dilatation thermique, relativement à la céramique) posent problème.

[0012] C'est donc un objet de l'invention que d'offrir une solution à ce problème de couplage électromagnétique en permettant que la réduction de taille d'antennes destinées à être implantées dans le même boîtier que leur circuit de commande puisse cependant se faire en préservant des performances de fonctionnement suffisantes.

[0013] La présente invention vise à résoudre au moins en partie les problématiques exposées ci-dessus. Les

autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à l'examen de la description suivante et des dessins d'accompagnement. Il est entendu que d'autres avantages peuvent être incorporés.

RESUME DE L'INVENTION

[0014] La présente invention concerne un dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences comprenant au moins un substrat s'étendant dans un plan principal d'extension et selon une direction principale d'extension et étant configuré pour porter au moins un circuit microélectronique, le dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend au moins une première antenne portée par une première zone dudit substrat et comprenant :

- au moins une première portion s'étendant selon un premier plan d'extension et comprenant une première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes ;
- au moins une deuxième portion s'étendant selon un deuxième plan d'extension, parallèle et différent du premier plan d'extension, la deuxième portion étant surélevée relativement audit substrat et comprenant une deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes ;
- au moins une première pluralité d'éléments de raccordement de ladite deuxième portion avec ladite première portion, chaque élément de raccordement de la première pluralité d'éléments de raccordement comprenant au moins un via conducteur électrique s'étendant entre la deuxième portion et la première portion et reliant électriquement au moins en partie au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes à au moins une piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes ;

la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes, la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes et la première pluralité d'éléments de raccordement étant configurées de sorte à former une pluralité de spires, chaque spire étant électriquement connectée à au moins une autre spire et chaque spire comprenant au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes, une piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes et au moins un élément de raccordement de la première pluralité d'éléments de raccordement reliant électriquement ladite piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes à ladite piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes.

[0015] La présente invention permet ainsi de réaliser un dispositif d'émission et/ou de réception de signaux

radiofréquences comprenant une antenne présentant des performances élevées tout en conservant une grande compacité.

[0016] La présente invention permet de disposer d'une antenne présentant une très grande dimension effective pour une occupation spatiale réduite. En effet, l'utilisation d'une antenne en forme d'hélice permet d'accroître sa surface effective relativement aux ondes électromagnétiques tout en permettant son intégration dans un circuit microélectronique de dimensions réduites.

[0017] La présente invention permet de réduire significativement les problématiques de couplage électromagnétique rencontrées par les antennes en méandres. En effet ce type d'antenne présente généralement des problèmes de couplage électromagnétique entre chaque brin de l'hélice grâce à l'éloignement des pistes conductrices électriques les unes des autres et grâce au choix libre du matériau de surmoulage et en particulier de sa permittivité diélectrique.

[0018] La présente invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un dispositif comprenant au moins les étapes suivantes :

- Fourniture d'au moins un substrat s'étendant selon un plan principal d'extension et étant configuré pour porter au moins un circuit microélectronique ;
- Formation d'au moins une première antenne, cette étape de formation comprenant au moins les étapes suivantes :
 - Formation d'au moins une première portion de la première antenne au niveau d'une première zone du substrat s'étendant selon un premier plan d'extension, cette étape de formation de la première portion comprenant au moins une étape de formation d'une première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes au niveau de la première zone du substrat ;
 - Formation d'au moins une première pluralité d'éléments de raccordement au niveau de la première zone du substrat, cette étape de formation comprenant, pour chaque élément de raccordement, au moins la formation d'au moins un via conducteur électrique électriquement raccordé au moins en partie à au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes ;
 - Surmoulage d'au moins une partie du substrat de manière à recouvrir en partie au moins la première pluralité d'éléments de raccordement et de sorte à définir une première surface s'étendant sensiblement selon un deuxième plan d'extension ;
 - Formation d'au moins une deuxième portion de la première antenne au niveau de la première surface, cette étape de formation de la deuxième portion comprenant au moins une étape de formation d'une deuxième pluralité de pistes

conductrices électriques disjointes au niveau de la première surface électriquement raccordés à la première pluralité d'éléments de raccordement.

[0019] Alors que le document américain US 6288680 B1 précité nécessite une fabrication complexe avec l'emploi de matériaux coûteux (céramique), la présente invention offre un procédé nettement plus efficace, employant un surmoulage, préférentiellement en matériau polymère. Par ailleurs, les raccordements entre les portions de l'antenne située dans les deux plans de l'antenne s'opèrent par l'intermédiaire de vias conducteurs, avantageusement mais non limitativement, réalisés à partir de fils conducteurs électriques. On réalise les vias avant le surmoulage, ce dernier permettant ensuite de remplir les espaces interstitiels entre les vias et permettant de construire un élément d'interface entre les plans recevant les deux portions superposées de l'antenne.

[0020] Selon un mode de réalisation, la première portion est formée à la surface du substrat configuré pour porter en partie au moins le circuit microélectronique.

[0021] Selon un autre mode de réalisation, la première portion est formée à l'intérieure du substrat configuré pour porter en partie au moins ledit circuit microélectronique.

[0022] Selon ce mode de réalisation, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes est formée enterrée au niveau de la première zone dans le substrat.

[0023] Selon ce mode de réalisation, une pluralité de vias conducteurs électriques additionnels est formée débouchant du substrat de sorte à pouvoir être électriquement connectée au moins en partie avec ledit premier élément de raccordement et de sorte que chaque via conducteur électrique additionnel soit relié électriquement à au moins une piste conductrice électrique enterrée.

[0024] De préférence, selon ce mode de réalisation, chaque via conducteur électrique additionnel est connecté à au moins un via conducteur électrique de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0025] Les buts, objets, ainsi que les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description détaillée d'un mode de réalisation de cette dernière qui est illustré par les dessins d'accompagnement suivants dans lesquels :

- La figure 1 représente un art antérieur d'une antenne en méandres.
- Les figures 2a et 2b représentent un art antérieur d'une antenne disposée de part et d'autre d'un substrat.
- Les figures 3a à 3e représentent différentes étapes d'un procédé de fabrication d'un élément antennaire

surélevée selon un mode de réalisation de la présente invention.

- Les figures 4a à 4c représentent différentes étapes d'une technique de formation d'un via conducteur électrique vertical selon un mode de réalisation de la présente invention.
- Les figures 5a à 5e représentent différentes étapes d'un procédé de fabrication d'une antenne en hélice selon un mode de réalisation de la présente invention. Les dessins joints sont donnés à titre d'exemples et ne sont pas limitatifs de l'invention. Ces dessins sont des représentations schématiques et ne sont pas nécessairement à l'échelle de l'application pratique.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0026] Dans le cadre de la présente invention, on qualifie de deux plans parallèles l'un à l'autre, deux plans ne présentant pas d'écart coplanaire ou présentant un écart négligeable au regard des tolérances industrielles, notamment inférieur à 10 degrés et de préférence inférieur à 5 degrés.

[0027] Dans la présente description, un « substrat » s'entend d'un support configuré pour porter au moins un circuit microélectronique et pouvant comprendre une ou plusieurs couches empilées les unes relativement aux autres et comprenant chacune un ou plusieurs matériaux.

[0028] Dans le cadre de la présente invention, les expressions « électriquement relié », « électriquement raccordé » ou encore « électriquement connecté », ou leurs équivalents expriment une continuité électrique, c'est-à-dire la continuité du courant électrique, entre deux éléments sans exclure la présence d'un ou de plusieurs éléments additionnels entre les deux éléments considérés. Ainsi un élément A électriquement relié à un élément B implique que le courant électrique peut circuler entre A et B sans exclure la présence d'un élément additionnel C disposé entre A et B. Il est à noter qu'un contact physique direct entre A et B n'est ainsi pas obligatoire.

[0029] Dans la présente description, un élément de raccordement s'entend par exemple d'un élément C assurant une continuité électrique entre un premier élément A et un deuxième élément B. Cet élément de raccordement C peut comprendre un ou plusieurs éléments C1, C2, etc... formant en partie ou intégralement l'élément de raccordement C.

[0030] Ainsi, selon un exemple, le courant électrique peut circuler entre A et B au travers de C, et plus particulièrement de C1 et de C2 formant en partie au moins C.

[0031] Dans la présente demande, une spire s'entend d'une boucle ouverte qui amorce un mouvement d'hélice. En particulier, une spire s'entend dans la présente description d'un ou de plusieurs éléments conducteurs électriques disposés les uns relativement aux autres de sorte à former une boucle ouverte définissant en partie au

moins une portion d'une hélice.

[0032] Avant d'entamer une revue détaillée des modes de réalisation de l'invention, sont énoncées ci-après des caractéristiques optionnelles qui peuvent éventuellement être utilisées en association ou alternativement :

- Avantageusement, la présente invention comprend au moins un élément de surmoulage disposé au moins entre ladite première portion et ladite deuxième portion de sorte que ladite première pluralité de vias conducteurs électriques traverse de part en part ledit élément de surmoulage. 5
- Avantageusement, la présente invention comprend au moins un élément de surmoulage disposé au moins entre la première portion et la deuxième portion de sorte qu'une partie au moins de la première pluralité d'éléments de raccordement traverse de part en part l'élément de surmoulage. 10
- Avantageusement, l'élément de surmoulage présente une permittivité diélectrique relative comprise entre 2 et 10, de préférence entre 2.5 et 5 et avantageusement entre 3 et 3.5. 15
- Avantageusement, l'élément de surmoulage s'étend depuis le circuit microélectronique vers la deuxième portion sur une dimension en hauteur comprise entre 500 μm et 5000 μm , de préférence entre 750 μm et 3000 μm et avantageusement entre 1000 μm et 1800 μm . 20
- Avantageusement, l'élément de surmoulage s'étend depuis le circuit microélectronique vers la deuxième portion sur une dimension en hauteur comprise entre 100 μm et 5000 μm , de préférence entre 750 μm et 3000 μm et avantageusement égale à 1500 μm . 25
- Selon un mode de réalisation, la première portion est enterrée dans le substrat et chaque élément de raccordement de la première pluralité d'éléments de raccordement comprend en outre au moins un via conducteur électrique additionnel traversant au moins une partie du substrat et reliant électriquement au moins en partie au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes à au moins un via conducteur électrique de la première pluralité de vias conducteurs électriques. 30
- Avantageusement, la première antenne est configurée pour fonctionner dans une bande de fréquences comprise entre 100 MHz et 1500 MHz, de préférence à une fréquence comprise entre 500 MHz et 1000 MHz. 35
- Avantageusement, la première antenne est une antenne comprenant au moins une première portion et une deuxième portion, la première portion et la deuxième portion s'étendant principalement selon deux plans parallèles entre eux, la première portion comprenant une première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes et la deuxième portion comprenant une deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes, la deuxième portion 40

étant surélevée relativement à la première portion et au circuit microélectronique au moyen d'au moins un premier élément de raccordement.

- Avantageusement, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes, la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes et la première pluralité de vias conducteurs électriques sont configurées de sorte à former une antenne comprenant une pluralité de spires, chaque spire étant mécaniquement et électriquement connectée à au moins une autre spire et chaque spire comprenant au moins une piste conducteur électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes, une piste conducteur électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes et au moins un via conducteur électrique de la première pluralité d'éléments de raccordement reliant électriquement ladite piste conducteur électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes à ladite piste conducteur électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes. 45
- Avantageusement, l'étape de formation du module de blindage électromagnétique est réalisée en même temps que l'étape de formation de la première antenne.
- Avantageusement, la première pluralité de vias conducteurs électriques est configurée pour présenter une extrémité proximale en contact électrique avec la première portion, de préférence avec une partie au moins de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes.
- Avantageusement, la première pluralité de vias conducteurs électriques est configurée pour présenter une extrémité proximale en contact électrique avec la première portion au travers d'au moins une pluralité de vias conducteurs électriques additionnels débouchant du substrat, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes étant enterrée dans le substrat. 50
- Selon un mode de réalisation, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes est formée enterrée au niveau de la première zone dans le substrat.
- Selon ce mode de réalisation, chaque élément de raccordement de la première pluralité d'éléments de raccordement comprend au moins un via conducteur électrique additionnel débouchant du substrat au niveau de la première zone.
- Avantageusement, la première pluralité de vias conducteurs électriques est configurée pour présenter une extrémité distale faisant saillie avec le deuxième plan d'extension.
- Avantageusement, la présente invention comprend, après l'étape de surmoulage, au moins une étape de polissage du surmoulage de sorte à définir la première surface et de sorte à exposer une extrémité distale d'une partie au moins des éléments de rac- 55

cordement de la première pluralité d'éléments de raccordement au niveau de la première surface.

- Avantageusement, l'étape de formation de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes et l'étape de formation de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes sont réalisées par pulvérisation sélective de plasma.
- Avantageusement, l'étape de formation du premier élément de raccordement au niveau de la première zone du substrat comprend au moins les étapes suivantes :

- Soudure d'une extrémité d'au moins un fil conducteur électrique au niveau d'une partie de la première zone du substrat ;
- Coupure d'une partie au moins du fil conducteur électrique soudé au niveau d'une partie de la première zone du substrat ;
- Disposition du fil conducteur électrique soudé au niveau d'une partie de la première zone du substrat de sorte à ce qu'il présente une direction d'extension orthogonale au plan principal d'extension du substrat.

- Avantageusement, l'étape de surmoulage est réalisée de sorte à définir une deuxième surface destinée à recevoir en partie au moins un dispositif antenne pris parmi au moins : un dispositif de blindage électromagnétique, une antenne.
- Avantageusement, l'au moins un dispositif antenne est électriquement relié au circuit microélectronique au moyen d'au moins une pluralité de vias conducteurs électriques.
- Selon un mode de réalisation, l'étape de formation du au moins un via conducteur électrique comprend au moins les étapes suivantes :

- Soudure d'une extrémité d'au moins un fil conducteur électrique au niveau d'une partie de la première zone du substrat ;
- Coupure d'une partie au moins du fil conducteur électrique soudé au niveau d'une partie de la première zone du substrat ;
- Disposition du fil conducteur électrique soudé au niveau d'une partie de la première zone du substrat de sorte à ce qu'il présente une direction d'extension orthogonale au plan principal d'extension du substrat.

- Selon un mode de réalisation, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes est formée enterrée dans le substrat au niveau de la première zone et l'étape de formation de la première pluralité d'éléments de raccordement comprend en outre, pour chaque élément de raccordement, la formation d'au moins un via conducteur électrique additionnel traversant au moins une partie du substrat, étant électriquement connecté à au moins une piste

conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes et débouchant du substrat au niveau de la première zone.

[0033] La présente invention trouve pour domaine préférentiel d'application les antennes en boîtier ou AIP, acronyme de l'anglais « antenna in package ». Ce domaine recouvre toutes les solutions qui permettent d'implanter dans un même dispositif : la puce radiofréquence d'émission et de réception des signaux radiofréquences ; l'antenne ou les antennes et leurs réseaux d'adaptation ainsi que d'autres composants radiofréquences.

[0034] Pour ce type de dispositif, une des principales exigences est l'efficacité alliée à la compacité. La présente invention comme présentée par la suite, permet de répondre conjointement à ces deux exigences.

[0035] Nous allons tout d'abord décrire un procédé de fabrication d'une antenne surélevée grâce à des vias verticaux formés par une technique appelée la technique « Bond Via Array ».

➤ Technique possible pour la réalisation d'un élément antenne surélevé :

[0036] La présente invention repose en partie au moins sur une technique de fabrication qui de manière surprenante se trouve être en parfaite adéquation avec les exigences demandées par ce domaine technique. D'une manière générale, on fabrique des vias pour former des éléments conducteurs entre une partie en surélévation au-dessus du substrat et la surface de ce dernier.

[0037] Ainsi, selon un mode de réalisation privilégié, la présente invention tire avantageusement parti de la technique Bond Via Array (BVA™) (voir en particulier l'article « BVA: Molded Cu Wire Contact Solution for Very High Density Package-on-Package (PoP) Applications, Vern Solberg and Ilyas Mohammed Invensas Corporation, 02/06/2013) qui permet la construction de vias connectés sur un circuit microélectronique s'étendant perpendiculairement par rapport au plan d'extension du circuit microélectronique.

[0038] Nous allons à présent décrire les étapes d'un procédé dans ce contexte pour la formation d'une ou de plusieurs antennes surélevées relativement à un circuit microélectronique selon un mode de réalisation préféré de la présente invention.

[0039] Ce procédé peut ainsi comprendre au moins les étapes suivantes :

- Fourniture d'un circuit microélectronique 2 ; Ce circuit microélectronique peut comprendre des composants microélectroniques, des pistes mais également un plan de masse.
- Formation d'un ou d'une pluralité d'éléments de raccordement mécanique et électrique d'au moins un élément antenne à former ; De manière préférée, cette pluralité d'éléments de raccordement comprend une pluralité de vias conducteurs électriques 12, 32.

Cette étape de formation peut nécessiter le masquage d'une partie au moins du circuit microélectronique 2 de sorte à ce que l'intégralité du circuit microélectronique ne soit pas exposée aux étapes que peut comprendre la formation des éléments de raccordement.

- Surmoulage d'une partie au moins du circuit microélectronique 2 de manière à recouvrir en partie au moins lesdits éléments de raccordement. Selon un mode de réalisation, le circuit microélectronique 2 est surmoulé d'un matériau polymère, par exemple une résine.
- De manière optionnelle, réalisation d'un polissage du surmoulage, via une étape de CMP (de l'anglais « chemical mechanical polishing ») par exemple, de sorte à définir au moins une surface s'étendant sensiblement selon un plan d'extension et de sorte à exposer une partie desdits éléments de raccordement 12, 32 ;
- Formation d'une ou de plusieurs surfaces conductrices électriques au niveau de ladite surface, de préférence par dépôt d'au moins un élément conducteur électrique. Pour cette étape, un masquage d'une partie de ladite surface peut être nécessaire afin de ne pas réaliser la ou les surfaces conductrices électriques sur l'ensemble de ladite surface, ou bien afin de réaliser une surface conductrice électrique présentant une géométrie particulière, comme par exemple des pistes ou bien des structures polygonales complexes.
- Optionnellement, retrait du surmoulage.

[0040] Afin d'illustrer ce procédé de fabrication, les figures 3a à 3e vont maintenant être décrites.

[0041] La figure 3a représente un circuit microélectronique 2 selon une vue en coupe. Ce circuit microélectronique 2 comprend un substrat 3 et une pluralité de composants microélectroniques 4.

[0042] La figure 3b illustre la formation des éléments de raccordement mécaniques et électriques 12, 32. Ces éléments de raccordement sont des vias conducteurs électriques 12, 32.

[0043] De manière avantageuse, les éléments de raccordement sont formés à partir d'un micro-fil conducteur électrique soudé à une partie du circuit microélectronique 2 et ensuite redressé dans une position verticale, c'est-à-dire selon une direction orthogonale au plan d'extension principal du substrat 3.

[0044] Selon un mode de réalisation, les vias conducteurs électriques 12, 32 présentent un diamètre, selon leur dimension transversale, compris entre $10\mu\text{m}$ et $500\mu\text{m}$, de préférence entre $20\mu\text{m}$ et $250\mu\text{m}$ et avantageusement égal à $50\mu\text{m}$.

[0045] Avantageusement, l'espacement entre deux vias conducteurs électriques 12, 32 est compris entre $150\mu\text{m}$ et $5000\mu\text{m}$, de préférence entre $200\mu\text{m}$ et $3000\mu\text{m}$ et avantageusement entre $250\mu\text{m}$ et $1000\mu\text{m}$.

[0046] Avantageusement, la dimension en hauteur

des vias conducteurs 12, 32 est comprise entre $100\mu\text{m}$ et $5000\mu\text{m}$, de préférence entre $750\mu\text{m}$ et $3000\mu\text{m}$ et avantageusement égale à $1500\mu\text{m}$.

[0047] De préférence, les vias conducteurs électriques 12, 32 comprennent au moins un matériau conducteur électrique est pris parmi au moins : cuivre, or, argent, aluminium, ou un alliage formé par tout ou partie de ces éléments.

[0048] Les éléments de raccordement forment alors des vias conducteurs électriques 12, 32 s'étendant depuis le substrat 3 selon une direction orthogonale au plan d'extension principal du substrat 3.

[0049] Cette étape de formation des vias conducteurs électriques 12, 32 sera plus longuement décrite ci-après au travers des figures 4a à 4c.

[0050] Chaque via conducteur électrique 12, 32 présente une extrémité proximale 12a, 32a solidaire du substrat 3 et une extrémité distale 12b, 32b destinée à être solidaire d'au moins une surface métallisée à former.

[0051] La figure 3c représente l'étape de surmoulage du circuit microélectronique 2. Ce surmoulage est avantageusement réalisé à partir d'une ou de plusieurs polymères 5 de type résine couramment utilisées en microélectronique.

[0052] Selon un mode de réalisation préféré et présenté en figure 3c, le surmoulage est réalisé de manière à ce que la résine 5 recouvre les éléments de raccordement 12, 32, c'est-à-dire que la résine 5 utilisée pour le surmoulage est de préférence déposée selon une dimension en hauteur supérieure à la dimension en hauteur des éléments de raccordement 12, 32. Selon ce mode de réalisation, l'extrémité distale 12b, 32b des vias conducteurs électriques 12, 32 est alors noyée dans la résine 5.

[0053] Avantageusement, la dimension en hauteur de la résine 5 est comprise entre $100\mu\text{m}$ et $5000\mu\text{m}$, de préférence entre $750\mu\text{m}$ et $3000\mu\text{m}$ et avantageusement égale à $1500\mu\text{m}$. On comprend que l'emploi d'une technique de surmoulage, en particulier avec une résine, permet de profiter d'une phase liquide pour la mise en place de l'élément de surmoulage aux endroits appropriés et en entourant les vias, puis, après solidification du matériau de surmoulage (typiquement par polymérisation de la résine) de disposer d'un élément intermédiaire entre les deux plans de formation des portions d'antenne. L'élément de surmoulage solide sert en effet à construire les portions d'antenne du plan supérieur.

[0054] Selon ce mode de réalisation, illustré en figure 3d, une étape de polissage mécanico-chimique de type CMP peut être nécessaire afin de réduire la dimension en hauteur de la résine 5 au moins jusqu'à la dimension en hauteur des éléments de raccordement 12, 32 afin d'exposer au moins l'extrémité distale 12b, 32b des vias conducteurs électriques 12, 32.

[0055] De manière astucieuse, cette étape de polissage permet d'une part de définir une surface plane surélevée relativement au circuit microélectronique 2 et d'autre part d'exposer les éléments de raccordement 12,

32, et de préférence en étalant localement l'extrémité distale 12b, 32b des vias conducteurs électriques 12, 32 relativement à ladite surface plane. Ce phénomène d'étalement provient du polissage de l'extrémité distale 12b, 32b des éléments de raccordement 12, 32. Comme nous le verrons par la suite, cet étalement local de la matière dont sont composés les éléments de raccordement 12, 32 participe à la connexion mécanique et principalement électrique des vias conducteurs électriques 12, 32 avec la ou les surfaces conductrices électriques à former.

[0056] La figure 3e représente la formation de deux surfaces conductrices électriques 11, 31. La formation de chacune de ces surfaces conductrices électriques 11, 31 comprend au moins le dépôt d'au moins un matériau conducteur électrique.

[0057] Selon un mode de réalisation, ce dépôt peut être un dépôt par pulvérisation sélective de plasma par exemple, ou par tout autre type de dépôt permettant la formation desdites surfaces conductrices électriques.

[0058] De manière particulièrement avantageuse, la technique de dépôt utilisée est configurée pour permettre la connexion électrique entre l'extrémité distale 12b, 32b des vias conducteurs électriques 12, 32 et le matériau conducteur électrique déposé.

[0059] De préférence, le matériau conducteur électrique déposé est pris parmi au moins : Cuivre, Nickel, Or, Argent, Aluminium, Palladium ou un alliage formé par tout ou partie de ces éléments.

[0060] Selon un mode de réalisation préféré, les deux surfaces conductrices électriques 11, 31 sont formées en même temps et de préférence à partir d'un même dépôt d'un ou de plusieurs matériaux conducteurs électriques. De plus, un masque peut être utilisé afin de former à partir d'un même dépôt deux surfaces conductrices électriques 11, 31 disjointes, c'est-à-dire non solidaires l'une de l'autre dans leur plan d'extension respectif.

[0061] De manière avantageuse, un ou plusieurs masques peuvent être utilisés afin de former une ou plusieurs surfaces conductrices électriques 11, 31 distinctes les unes des autres et/ou présentant des géométries particulières, comme par exemple des pistes, des disques, des cercles, etc....

[0062] Nous allons à présent décrire plus précisément, selon un mode de réalisation, l'étape de formation d'un ou d'une pluralité d'éléments de raccordement mécanique et électrique au travers des figures 4a à 4b.

[0063] La figure 4a représente un substrat 3 comprenant une zone conductrice électrique 62 et une zone non conductrice électrique 63.

[0064] Au moyen d'un outil de câblage 60, un fil conducteur électrique 61 est soudé au niveau de la zone conductrice électrique 61 comme illustré en figure 4a.

[0065] Puis l'outil de câblage 60 déroule une partie du fil conducteur électrique 61 avant de le couper au niveau de la zone non conductrice électrique 62 comme illustré en figure 4b. Ces précédentes étapes sont courantes lorsque l'on réalise des microsoudures par la technique de câblage par ultrasons également appelée « wire

bonding » en anglais.

[0066] Enfin, au moyen du même outil ou bien d'un autre, le fil conducteur électrique 61 coupé est disposé selon une position orthogonale relativement au plan principal du substrat 3 de sorte à définir un via conducteur électrique 12, comme illustré en figure 4c.

[0067] Comme cela sera présenté par la suite, la présente invention tire ainsi avantageusement parti de la technique de construction BVA™ pour d'une part accroître la compacité du dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences et d'autre part pour réduire le nombre d'étapes du procédé de fabrication.

[0068] Ce procédé de fabrication permet de plus une meilleure précision dimensionnelle dans la réalisation des surfaces conductrices électriques ce qui est un facteur essentiel dans le fonctionnement des éléments électromagnétiques étant donné que les fréquences de résonances et les couplages électromagnétiques sont directement affectés par l'aspect dimensionnel des éléments électromagnétiques.

[0069] De plus, cela permet une grande flexibilité au niveau de la conception du ou des éléments antennaires, notamment la possibilité de placer une ou des antennes dans une ou des positions optimales relativement à leurs fonctions.

[0070] Cela permet également une meilleure reproductibilité des caractéristiques ce qui représente un avantage certain en fabrication de grande série.

[0071] Enfin, ce procédé est compatible avec les procédés électroniques de production de masse, il présente l'avantage d'être intégrable dans le flux d'assemblage et du packaging industriel par conséquent le coût est significativement réduit et la fiabilité augmentée.

➤ Exemple d'antenne en hélice :

[0072] Comme précédemment indiqué, la présente invention trouve pour domaine préférentiel d'application les antennes en boîtier ou AIP. Ces dispositifs sont confrontés à des problématiques d'efficacité et de compacité.

[0073] Par exemple, dans la bande ISM, c'est-à-dire la bande industriel, scientifique et médical, les antennes configurées pour fonctionner en dessous du Gigahertz, autrement appelé sub-GHz, ont été largement utilisées dans le monde de communication radio car elles permettent d'assurer une liaison de longue distance, par exemple jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres.

[0074] Par ailleurs les progrès réalisés dans le domaine de la communication mobile ont donné naissance à un certain nombre d'applications comme par exemple les objets connectés, le M2M de l'anglais « Machine to Machine » et l'internet des objets. Ces applications suivent des standards permettant de définir entre autre les bandes de fréquence qu'elles utilisent.

[0075] En particulier un certain nombre d'entre eux comprennent des systèmes opérant à des fréquences basses ou sub-GHz notamment pour assurer une communication de longue distance, comme par exemple le

standard LoRa.

[0076] Pour des raisons tant techniques qu'esthétiques, ces dispositifs se doivent d'être le plus petit possible tout en intégrant une technologie de pointe dans le domaine de la radiofréquence.

[0077] Typiquement une antenne constituée par un résonateur de type $\lambda/4$, c'est-à-dire dont les dimensions correspondent à un quart de la longueur d'onde à laquelle il doit fonctionner a une longueur totale de 75 mm à 1 GHz et 93,8 mm à 800 MHz. Pour répondre aux problématiques précédemment indiquées, il ne suffit pas de former des antennes en zigzag ou en méandre 70, comme le présente l'art antérieur illustré en figure 1, car le couplage électromagnétique entre chaque brin, ou piste, devient de plus en plus fort à mesure que les brins sont proches. Ainsi, une antenne 50 repliée sur elle-même, telle que présentée figure 5e, ne donne pas des performances satisfaisantes.

[0078] De même on connaît des dispositifs tels que présentés en figures 2a et 2b qui présentent une antenne dite en hélice dont une première portion 51 est située sur une première face du substrat et dont une deuxième portion 52 est située sur l'autre face du substrat 3. Néanmoins dans cette configuration, à moins d'accroître considérablement l'épaisseur du substrat, les différentes pistes de l'antenne sont suffisamment proches pour présenter un couplage électromagnétique nuisible aux performances de l'antenne.

[0079] Afin de pallier entre autre et au moins en partie à ces difficultés, la présente invention concerne une antenne en hélice présentant des repliements sur des plans dont ou moins un peu être différent du plan d'extension principal du substrat et dont chaque brins ou pistes conductrices électriques disjointes sont connectées à des éléments de raccordement mécaniques et électriques, comme des vias conducteurs électriques par exemple.

[0080] De manière astucieuse, la distance séparant les différents plans est alors optimisable lors de la conception du dispositif en ajustant la dimension en hauteur desdits éléments de raccordement mécaniques et électriques et cela afin d'éviter le couplage électromagnétique entre les pistes conductrices électriques disjointes de l'antenne en hélice. Par exemple, cette distance peut être de l'ordre de 1000 μm , ce qui représente un éloignement environ 5 fois supérieur à celui de l'état de l'art où la distance séparant les différents plans est de l'ordre de 200 μm . L'accroissement de cette distance relativement à l'art antérieur permet de réduire, voire d'éviter, le couplage électromagnétique entre les pistes conductrices électriques disjointes de l'antenne en hélice.

[0081] Nous allons à présent décrire les étapes d'un procédé de fabrication d'un dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences comprenant une antenne en hélice selon un mode de réalisation préféré de la présente invention. Ici encore nous allons exploiter le procédé précédemment décrit de fabrication d'une antenne surélevée à partir de la technique de formation de vias précédemment décrite.

[0082] Ce procédé peut ainsi comprendre au moins les étapes suivantes :

- Fourniture d'un substrat 3 configuré pour porter au moins un circuit microélectronique 2 ;
- Formation d'au moins une première portion 51 d'au moins une première antenne 50 au niveau d'une première zone du substrat 3 s'étendant selon un premier plan d'extension.

De préférence, la formation de la première portion 51 comprend la formation d'une première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a au niveau de la première zone du substrat 3, de préférence par dépôt d'au moins un matériau conducteur électrique. Selon un mode de réalisation, la formation de la première portion 51 peut être réalisée dans le corps même du substrat 3 de sorte à ce que la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a soient formée enterrée à l'intérieur dudit substrat 3.

- Formation d'au moins une première pluralité d'éléments de raccordement 53 au niveau de la première zone du substrat 3.

De manière préférée, cette étape de formation comprend, pour chaque élément de raccordement 53 de la première pluralité d'éléments de raccordement 53, au moins la formation d'au moins un via conducteur électrique électriquement raccordé au moins en partie à au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a. Avantagusement, cette étape de formation comprend dès lors la formation d'une première pluralité de vias conducteurs électriques.

Il sera ici, comme précédemment, privilégié l'utilisation de la technique de formation de vias précédemment présentée pour la formation de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

Cette étape de formation peut nécessiter le masquage d'une partie au moins du substrat 3 et/ou du circuit microélectronique 2 de sorte à ne pas être exposées aux étapes que peut comprendre la formation de la première pluralité d'éléments de raccordement 53. Selon ce mode de réalisation, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a peut être formée enterrée dans le substrat 3 au niveau de la première zone.

Selon ce mode de réalisation, l'étape de formation de la première pluralité d'éléments de raccordement 53 peut comprendre en outre, pour chaque élément de raccordement 53, la formation d'au moins un via conducteur électrique additionnel traversant au moins une partie du substrat 3, étant électriquement connecté à au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a et débouchant du substrat 3 au niveau de la première zone. Cette étape de formation comprend dès lors la formation d'une pluralité de vias conducteurs électriques additionnels.

- Surmoulage d'une partie au moins du substrat 3 et/ou d'une partie au moins du circuit microélectronique 2 de manière à recouvrir en partie au moins les éléments de raccordement 53 de la première pluralité d'éléments de raccordement 53 et de préférence les vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques.
Selon un mode de réalisation, ce surmoulage est réalisé à partir d'au moins un matériau comprenant au moins un matériau polymère ;
- De préférence, réalisation d'un polissage du surmoulage de sorte à définir une première surface s'étendant sensiblement selon le troisième plan d'extension et de sorte à exposer en partie au moins au niveau de la première surface la première pluralité d'éléments de raccordement 53, et avantageusement la première pluralité de vias conducteurs électriques ;
- Formation d'au moins une deuxième portion 52 de la première antenne 50 au niveau de la première surface.
De préférence, la formation de la deuxième portion 52 comprend la formation d'une deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a au niveau de ladite première surface, de préférence par dépôt d'au moins un matériau conducteur électrique.
Pour cette étape, un masquage d'une partie au moins du substrat 3 et/ou du circuit microélectronique 2 peut être nécessaire de sorte d'une part à protéger certaines zones du substrat 3 et/ou du circuit microélectronique 2 et d'autre part à donner une forme souhaitée à la première antenne 50.
- Optionnellement, retrait du surmoulage.

[0083] De manière particulièrement avantageuse, la formation de la première pluralité d'éléments de raccordement 53 comprend la formation de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

[0084] De préférence, chaque élément de raccordement 53 comprend au moins un via conducteur électrique de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

[0085] Selon un mode de réalisation, chaque élément de raccordement 53 comprend en outre au moins un via conducteur électrique additionnel débouchant du substrat 3 et configuré pour former une continuité électrique entre au moins une piste conductrice électrique disjointe de la première pluralité de piste conductrice électriques disjointes 51a enterrée dans le substrat 3 et au moins un via conducteur électrique de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

[0086] Selon ce mode de réalisation, un via conducteur électrique additionnel peut être un via dit « Through-Substrate », c'est-à-dire débouchant depuis une zone enterrée dans le substrat 3 jusqu'à la surface de celui-ci. Selon ce mode de réalisation, le via conducteur électrique additionnel comprend une extension selon une direction orthogonal au plan principal d'extension du substrat 3 supérieure ou égale à son extension dans le plan

principal d'extension du substrat 3.

[0087] Selon un autre mode de réalisation compatible avec le précédent, un via conducteur électrique additionnel peut comprendre un « pad » également appelé « pastille », c'est-à-dire une extension dans le plan principal d'extension du substrat 3 de dimension supérieure à son extension dans le substrat 3 selon l'épaisseur de celui-ci.

[0088] Ainsi, de manière surprenante, ce procédé de fabrication permet la résolution de la problématique de la compacité et de l'efficacité en permettant la formation d'une antenne en hélice présentant une portion surélevée relativement au circuit microélectronique.

[0089] De plus, le choix du matériau de surmoulage permet le choix de la permittivité diélectrique du milieu disposé entre la première portion 51 et la deuxième portion 52 de la première antenne 50 et ainsi un meilleur contrôle du découplage électromagnétique de chacune de ces deux portions 51 et 52 l'une avec l'autre.

[0090] La présente invention permet également le contrôle de la dimension en hauteur des éléments de raccordement 53 de la première pluralité d'éléments de raccordement 53, plus particulièrement des vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques, et donc de la distance séparant la première portion 51 et la deuxième portion 52 de l'antenne en hélice 50, ici encore afin d'améliorer le découplage électromagnétique de chacune de ces deux parties 51 et 52 l'une avec l'autre.

[0091] La présente invention propose donc un procédé de fabrication industrielle permettant de réaliser des antennes de type méandre tridimensionnel replié, également appelée antennes en hélice, en utilisant des technologies de l'industrie électronique compatibles avec la production de masse. Ce procédé n'entraîne aucun surcoût de production compte tenu que les étapes de formation de ladite antenne en hélice 50 s'insèrent parfaitement dans les chaînes de production de masse existantes et utilise les mêmes outils.

[0092] De plus, le substrat 3 sur lequel est formée l'antenne en hélice 50 peut demeurer suffisamment fin et donc peu coûteux.

[0093] Enfin, l'épaisseur totale du dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences n'est pas affectée par la présence d'une antenne en hélice et reste donc compatible avec les épaisseurs des dispositifs d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences standards.

[0094] Selon un mode de réalisation, la première portion 51 peut être formée en partie au moins dans le substrat 3, la première portion 51 étant alors dite « enterrée » au moins en partie dans le substrat 3.

[0095] Selon ce mode de réalisation, une pluralité de vias conducteurs électriques additionnels peut alors être formée débouchant hors dudit substrat 3, au niveau de la première zone, de sorte à permettre la connexion électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a enterrées avec la deuxième

pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a au travers de la première pluralité d'éléments de raccords 53, et de préférence au travers de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

[0096] Nous allons à présent illustrer le procédé exposé précédemment de fabrication d'une antenne en hélice 50 selon un mode de réalisation de la présente invention au travers des figures 5a à 5e.

[0097] La figure 5a représente un substrat 3 présentant une partie comprenant une zone destinée à accueillir une pluralité de composants microélectroniques 4 et une zone comprenant la première portion 51 de la première antenne 50 à former. Cette première portion 51 comprend la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a c'est-à-dire séparées les unes des autres de préférence électriquement.

[0098] Avantageusement, l'espacement entre deux pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes est compris entre 150 μ m et 10000 μ m, de préférence entre 300 μ m et 5000 μ m et avantageusement entre 250 μ m et 1000 μ m.

[0099] Avantageusement, le nombre de pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes est compris entre 2 et 40, de préférence entre 4 et 20 et avantageusement entre 6 et 10.

[0100] Avantageusement, l'épaisseur des pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes est comprise entre 50 μ m et 1500 μ m, de préférence entre 100 μ m et 1000 μ m et avantageusement entre 150 μ m et 500 μ m.

[0101] De préférence, les pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes sont réalisées au moyen de gravure d'au moins un matériau conducteur électrique.

[0102] Selon un mode de réalisation préféré, les pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes présentent une forme en « L » c'est-à-dire que chaque piste conductrices électriques 51a comprennent une première partie de dimension principale d'extension perpendiculaire à la direction principale d'extension du substrat 3 inférieure ou égale à la dimension transversale du substrat 3 et une deuxième partie disposée à l'une des extrémités de ladite première partie et présentant une dimension d'extension perpendiculaire à ladite dimension principale d'extension de la première partie et très inférieure à cette même dimension.

[0103] Selon un mode de réalisation le ratio entre la dimension d'extension de la première partie et la dimension d'extension de la deuxième partie est supérieur à 1, de préférence à 5 et avantageusement à 10.

[0104] Avantageusement, une piste conductrice électrique 51a parmi la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes peut comprendre une troisième

me partie reliée électriquement au circuit microélectronique 2.

[0105] Selon un mode de réalisation, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a est enterrée dans le substrat 3.

[0106] Selon ce mode de réalisation, une pluralité de vias conducteurs électriques additionnels est formée débouchant du substrat 3 au niveau de la première zone et chaque via conducteur électrique additionnel est destiné à être électriquement connecté à au moins un élément de raccordement 53, de la première pluralité d'éléments de raccordement 53, de préférence à au moins un via conducteur électrique de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

[0107] De préférence, le nombre de vias conducteurs électriques additionnels est proportionnel au nombre de pistes de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a.

[0108] La figure 5b illustre les étapes de formation de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32 et de la première pluralité d'éléments de raccordement 53 comprenant la formation de la première pluralité de vias conducteurs électriques, et cela de préférence simultanément via l'utilisation de la technique de formation de vias précédemment décrite au travers des figures 4a à 4c.

[0109] Avantageusement, l'espacement entre deux éléments de raccordement 53 de la première pluralité d'éléments de raccordement 53, par exemple deux vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques, est compris entre 150 μ m et 50000 μ m, de préférence entre 200 μ m et 3000 μ m et avantageusement entre 250 μ m et 1000 μ m.

[0110] De manière préférée, l'espacement entre deux éléments de raccordement 53 est égal à l'espacement entre deux pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51.

[0111] Avantageusement, le nombre de vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques est compris entre 4 et 80, de préférence entre 8 et 40 et avantageusement entre 12 et 20.

[0112] Avantageusement, le nombre de vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques est proportionnel au nombre de pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes, de préférence le nombre de vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques est égal au double du nombre de pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes.

[0113] Selon un mode de réalisation, chaque via conducteur électrique de la première pluralité de vias conducteurs électriques peut être dédoublé de sorte à disposer deux vias conducteurs électriques côte à côte à la place d'un seul via conducteur électrique. Leur espacement est alors avantageusement inférieur à 50 μ m. Cela

permet par exemple de réduire les pertes par conductivité électrique dans les conducteurs électriques constituant en partie au moins l'antenne en hélice 50.

[0114] De préférence, le nombre d'éléments de raccordement 53 de la première pluralité d'éléments de raccordement 53 est égale au nombre de pistes conductrices électriques disjointes 51a de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes multiplié par 2 et soustrait de 1.

[0115] Avantageusement, la dimension en hauteur des vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques est comprise entre 100 μ m et 5000 μ m, de préférence entre 750 μ m et 3000 μ m et avantageusement égale à 1500 μ m.

[0116] Selon un mode de réalisation préféré illustré en figure 5b, une partie des vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques est formée au niveau, et en continuité électrique avec, les deuxième parties de chaque piste conductrice électrique disjointe de la première pluralité de pistes conductrices électriques 51a et de préférence à leurs extrémités les plus éloignées de chaque première partie des pistes conductrices électriques disjointes de la première pluralité de piste conductrices électriques 51a.

[0117] Selon ce mode de réalisation, une autre partie des vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques est formée au niveau des premières parties de chaque pistes conductrices électriques disjointes de la première pluralité de piste conductrices électriques 51a et de préférence à leurs extrémités les plus éloignées de chaque deuxième partie des pistes conductrices électriques disjointes de la première pluralité de piste conductrices électriques 51a.

[0118] De manière avantageuse, la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32 entoure une pluralité de composants microélectroniques 4.

[0119] Avantageusement, la dimension en hauteur de la pluralité de vias conducteurs électriques de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32 est identique à la dimension en hauteur des éléments de raccordement de la première pluralité d'éléments de raccordement 53, et par exemple des vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques.

[0120] La figure 5c représente l'étape de surmoulage du circuit microélectronique 2 par un polymère de type résine 5 par exemple. Comme précédemment indiqué cette résine 5 peut être astucieusement choisie afin de présenter des propriétés électromagnétiques telles qu'une permittivité diélectrique par exemple permettant de limiter le couplage électromagnétique entre la première portion 51 et la deuxième portion 52, voire de ne pas dégrader les performances de la première antenne 50 à former.

[0121] Cette étape de surmoulage est également l'occasion de surmouler la zone du circuit microélectronique 2 destinée à accueillir un autre dispositif antenneur comme par exemple un module de blindage électromagné-

tique 30 qui sera plus précisément décrit par la suite. Ce surmoulage est réalisé de sorte à noyer intégralement la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32 et la première pluralité d'éléments de raccordement 53, et de préférence la première pluralité de vias conducteurs électriques.

[0122] Avantageusement l'extrémité distale 32b de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32 et l'extrémité distale 53b de la première pluralité d'éléments de raccordement 53 sont configurées pour être situées dans un même plan parallèle au plan principal d'extension du substrat 3.

[0123] Une fois cette étape de surmoulage réalisée, il est avantageux de procéder à une étape de polissage.

[0124] Selon ce mode de réalisation, cette étape de polissage, comme précédemment décrite, permet de réduire la dimension en hauteur de la résine 5 au moins jusqu'à exposer l'extrémité distale 32b de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32 et l'extrémité distale 53b de la première pluralité d'éléments de raccordement 53.

[0125] Cette étape de polissage permet ainsi de définir une surface plane surélevée, dite première surface, relativement au circuit microélectronique 2.

[0126] Avantageusement, les vias conducteurs électriques de la première pluralité de vias conducteurs électriques sont en saillie respectivement à la surface plane surélevée, ladite première surface.

[0127] Il est de préférence de même pour les vias conducteurs électriques de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32.

[0128] Une fois cette surface définie, une surface conductrice électrique 31 d'un module de blindage électromagnétique 30 peut être réalisée via le dépôt d'un matériau conducteur électrique de sorte à ce que la surface conductrice électrique 31 soit en contact électrique avec au moins l'extrémité distale d'au moins un vias conducteurs électriques de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32.

[0129] De manière astucieuse, simultanément à la formation de la surface conductrice électrique 31, la deuxième portion de la première antenne 50 est formée, c'est-à-dire que la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a est formée en même temps que la surface conductrice électrique 31.

[0130] De manière astucieuse, les pistes conductrices électriques disjointes de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a sont conformées de sorte à présenter des formes géométriques complémentaires à celles des pistes conductrices électriques disjointes de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a.

[0131] En particulier, selon un mode de réalisation, les pistes conductrices électriques disjointes de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a présentent une forme en « L » similaire à la forme des pistes conductrices électriques disjointes de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a

selon un agencement tête bêche.

[0132] Avantageusement, les pistes conductrices électriques disjointes de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a sont formées de sorte à être chacun en contact électrique avec au moins un élément de raccordement 53 de la première pluralité d'éléments de raccordement 53, de préférence au niveau de son extrémité distale 53b.

[0133] Selon un mode de réalisation privilégié et comme illustré en figure 5e, la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a, la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a et la première pluralité d'éléments de raccordement 53 sont configurées de sorte à former la première antenne 50 comprenant une pluralité de spires, chaque spire étant électriquement connectée à au moins une autre spire et chaque spire comprenant au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a, une piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a et au moins un élément de raccordement 53 de la première pluralité d'éléments de raccordement 53 reliant mécaniquement et électriquement ladite piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 51a à ladite piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes 52a.

[0134] La présente invention permet ainsi la réalisation d'une antenne en hélice de sorte d'une part à conserver une grande compacité et d'autre part de maximiser le découplage électromagnétique entre chaque brin de l'hélice ainsi formée. En particulier le choix libre de l'élément de surmoulage, c'est-à-dire de la résine 5, permet un contrôle de la permittivité diélectrique de ce milieu situé au centre de l'hélice et ainsi d'affiner les performances de l'antenne en hélice ainsi formée.

➤ Module de blindage électromagnétique :

[0135] Comme précédemment indiqué, la présente invention concerne la résolution d'une double problématique d'efficacité et de compacité.

[0136] En effet, du fait de la dimension toujours décroissante des dispositifs microélectroniques, ceux-ci souffrent de plus en plus de perturbations électromagnétiques occasionnant des pertes de performances de la ou des antennes.

[0137] Afin de résoudre entre autres cette problématique, la présente invention concerne un dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquence comprenant un module de blindage électromagnétique disposé astucieusement relativement à une antenne et à un circuit microélectronique.

[0138] Ce module de blindage électromagnétique, comme cela sera exposé par la suite, est conçu à la fois pour permettre à l'antenne de présenter des performances dont les caractéristiques tendent à être indépendantes de perturbations électromagnétiques et/ou de la présence à proximité du circuit microélectronique, et tout en

présentant un encombrement réduit, cela au travers entre autres, d'un positionnement et d'une conception astucieux.

[0139] Avantageusement, le module de blindage électromagnétique comprend une structure surélevée, formée par exemple d'une surface conductrice électrique, disposée au-dessus d'une partie d'un circuit microélectronique, de préférence dans le même plan que l'antenne. Afin de disposer ainsi cette structure surélevée, la présente invention peut recourir à l'utilisation d'au moins un élément de raccordement, par exemple une pluralité de vias électriquement connectés à la surface conductrice électrique et au circuit microélectronique, permettant par exemple de surélever ladite surface conductrice électrique du module de blindage électromagnétique.

[0140] Selon un mode de réalisation, l'utilisation de vias conducteurs électriques apporte à la présente invention d'une part la possibilité de surélever la surface conductrice électrique relativement aux composants du circuit microélectronique, à l'image d'une antenne, et d'autre part de renforcer le phénomène de bouclier électromagnétique relativement à l'antenne. En effet, les vias conducteurs électriques participent au phénomène de bouclier électromagnétique relativement à l'antenne et à une partie du circuit microélectronique.

[0141] Selon un mode de réalisation, un dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences peut comprendre une première antenne 50 disposée sur un circuit microélectronique 2. Ce type de dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences présente généralement une efficacité limitée par des perturbations électromagnétiques subies par la première antenne 50 et par une partie au moins de circuit microélectronique 2, en particulier la partie microélectronique de commande et de traitement des signaux radiofréquences. Ces perturbations électromagnétiques peuvent trouver leurs origines dans l'environnement électromagnétique extérieur au dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquence et/ou provenir de la proximité de la première antenne 50 avec le circuit microélectronique 2.

[0142] Comme précédemment décrit, ce dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences présente un circuit microélectronique 2 disposé sur un substrat 3 et comprenant une pluralité de composants microélectroniques 4.

[0143] De manière similaire à ce qui a été décrit précédemment, ce dispositif comprend la première antenne 50 qui peut par exemple être réalisée comme précédemment indiquée.

[0144] Ainsi, selon un mode de réalisation de la présente invention, le dispositif 1 d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences comprend un circuit microélectronique 2 dont une première zone porte la première antenne 50.

[0145] De plus, ce dispositif 1 d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences présente une deuxième zone portant un module de blindage électro-

magnétique 30. Ce module de blindage électromagnétique 30 comprend avantageusement une structure surélevée relativement audit circuit microélectronique 2.

[0146] Cette structure surélevée comprend avantageusement une surface conductrice électrique 31 disposée dans un troisième plan d'extension.

[0147] Selon un mode de réalisation, le module de blindage électromagnétique 30 comprend au moins un deuxième élément de raccordement s'étendant depuis le circuit microélectronique 2, de préférence depuis une partie de la deuxième zone du circuit microélectronique 2, vers ladite structure surélevée.

[0148] Selon un mode de réalisation, le deuxième élément de raccordement peut comprendre une paroi pleine sensiblement verticale s'étendant depuis le circuit microélectronique 2 vers ladite structure surélevée.

[0149] De manière avantageuse, et comme précédemment indiqué, il peut être préféré l'utilisation de vias conducteurs électriques 32 afin de former ce deuxième élément de raccordement de sorte à connecter électriquement la structure surélevée, en particulier la surface conductrice électrique 31, au circuit microélectronique 2, par exemple à son plan de masse. En effet, il peut être avantageux que la surface conductrice 31 du module de blindage électromagnétique 30 soit reliée à la masse du circuit microélectronique 2 afin d'accroître l'efficacité du blindage électromagnétique du module de blindage électromagnétique 30 à la fois relativement à la première antenne 50 mais également relativement à la partie du circuit microélectronique 2 disposée sous la surface conductrice 31.

[0150] Selon un mode de réalisation, la surface conductrice 31 du module de blindage électromagnétique 30 est configurée pour présenter un potentiel électrique variable ou fixe, pouvant être piloté par le circuit microélectronique 2.

[0151] Avantageusement, l'utilisation de vias conducteurs électriques 32 permet de former en partie au moins un blindage électromagnétique pour les composants microélectroniques 4 disposés entre la surface conductrice électrique 31 et le substrat 3 du circuit microélectronique 2, autrement dit pour les composants microélectroniques 4 disposés au niveau de la deuxième zone du circuit microélectronique 2 au regard de la structure surélevée, de préférence au regard de la surface conductrice électrique 31.

[0152] Avantageusement, le nombre de vias conducteurs électriques de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques 32 est compris entre 4 et 100, de préférence entre 10 et 80 et avantageusement entre 20 et 40.

[0153] De préférence, la surface conductrice électrique 31 est supportée par les vias conducteurs électriques 32 au niveau d'au moins 2 coins, de préférence au niveau d'au moins trois coins et avantageusement au niveau de chacun de ses coins.

[0154] Selon un mode de réalisation, le nombre de vias conducteurs électriques de la deuxième pluralité de vias

conducteurs électriques 32 est plus important au niveau d'un côté du module de blindage électromagnétique 30.

[0155] Selon un mode de réalisation préféré, le troisième plan d'extension correspond au plan d'extension de la première antenne 50, c'est-à-dire au plan d'extension d'au moins une de ses surfaces conductrices électriques, par exemple dans le cas d'une antenne en hélice 50, il peut s'agir du premier ou du deuxième plan d'extension.

[0156] Avantageusement, la surface conductrice électrique 31 présente une extension transversale perpendiculaire à la direction principale d'extension du circuit microélectronique 2 inférieure ou égale à l'extension transversale du circuit microélectronique 2.

[0157] Selon un mode de réalisation, la deuxième zone représente au moins 15 %, de préférence au moins 25 % et avantageusement au moins 35 % de la surface du circuit microélectronique 2.

[0158] Avantageusement, la surface conductrice électrique 31 du module de blindage électromagnétique 30 présente une aire au moins égale à 25 %, de préférence à 50 % et avantageusement à 75 % de l'aire de l'une parmi la surface de la première antenne 50 selon le premier plan d'extension et la surface de la première antenne 50 selon le deuxième plan d'extension dans le cas d'une antenne en hélice 50 par exemple.

[0159] De préférence, la surface conductrice électrique 31 du module de blindage électromagnétique 30 présente une aire au moins égale à 10 %, de préférence à 20 % et avantageusement à 30 % de l'aire du circuit microélectronique 2.

[0160] Il est à noter, et cela sera décrit plus précisément par la suite, que le module de blindage électromagnétique 30 et la première antenne 50 peuvent comprendre en partie au moins des caractéristiques structurales semblables compte tenu qu'ils peuvent être formés via le même procédé et de préférence simultanément.

[0161] De manière avantageuse, la surface conductrice électrique 31 du module de blindage électromagnétique 30 est disposée dans le plan d'extension de la deuxième portion 52 de la première antenne 50. Cette disposition est particulièrement avantageuse car elle permet de protéger électromagnétiquement et d'utiliser la zone du circuit microélectronique 2 non couverte par la première antenne 50 et ainsi la surface conductrice électrique 31 présente un très faible encombrement et une capacité de blindage électromagnétique élevée.

[0162] De manière avantageuse, l'utilisation d'une deuxième pluralité de vias 32 conducteurs électriques s'étendant depuis le circuit microélectronique 2 vers la surface conductrice électrique 31 permet de les relier électriquement. Ces vias conducteurs électriques 32 participent dès lors au blindage électromagnétique en jouant un rôle complémentaire à celui de la surface conductrice électrique 31.

[0163] Selon un mode de réalisation préféré, la surface conductrice électrique 31 est mécaniquement indépendante de la première antenne 50. Autrement formulé cela veut dire que la surface conductrice électrique 31 ne pré-

sente pas de point de contact physique direct ni avec la première antenne 50.

[0164] Ainsi, de manière surprenante la technique de formation de vias et le procédé de fabrication d'une antenne surélevée à partir de cette technique de formation de vias présentent une synergie avec l'amélioration du blindage électromagnétique d'une antenne et d'une partie au moins d'un circuit microélectronique. Cette technique et ce procédé permettent en effet de disposer la surface conductrice électrique 31 dans le même plan d'extension que la deuxième portion de la première antenne 50 permettant ainsi un meilleur blindage électromagnétique de l'antenne en hélice 50, et avantageusement de la partie du circuit microélectronique 2 située sous ladite surface conductrice électrique 31.

[0165] La présente invention permet ainsi d'accroître l'efficacité des dispositifs AIP sans affecter leur compacité via entre autre l'utilisation d'un procédé original de formation de système antenne surélevée avantageusement utilisé pour la réalisation d'un module de blindage électromagnétique par exemple et d'une antenne située alors dans le même plan d'extension.

[0166] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais s'étend à tout mode de réalisation entrant dans la portée des revendications.

REFERENCES

[0167]

1. Dispositif d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences
2. Circuit microélectronique
3. Substrat
4. Composants microélectroniques
5. Résine
10. Antenne surélevée
11. Surface conductrice électrique
12. Pluralité de vias conducteurs électriques

- 12a. Extrémité proximale d'un via de la pluralité de vias conducteurs électriques
- 12b. Extrémité distale d'un via de la pluralité de vias conducteurs électriques

30. Module de blindage électromagnétique
31. Surface conductrice électrique
32. Deuxième pluralité de vias conducteurs électriques

- 32a. Extrémité proximale d'un via de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques
- 32b. Extrémité distale d'un via de la deuxième pluralité de vias conducteurs électriques

50. Première antenne
51. Première portion de la première antenne
- 51a. Première pluralité de pistes conductrices élec-

triques

52. Deuxième portion de la première antenne

52a. Deuxième pluralité de pistes conductrices électriques

53. Première pluralité d'éléments de raccordement

53a. Extrémité proximale d'un élément de raccordement de la première pluralité d'éléments de raccordement

53b. Extrémité distale d'un élément de raccordement de la première pluralité d'éléments de raccordement

60. Outil de câblage

61. Fil conducteur électrique

62. Zone conductrice électrique

63. Zone non conductrice électrique

70. Antenne en méandres

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un dispositif (1) d'émission et/ou de réception de signaux radiofréquences comprenant au moins un substrat (3) s'étendant dans un plan principal d'extension et selon une direction principale d'extension et étant configuré pour porter au moins un circuit microélectronique (2), le dispositif (1) comprenant au moins une première antenne (50) portée par une première zone dudit substrat (3) et comprenant :

- au moins une première portion (51) s'étendant selon un premier plan d'extension et comprenant une première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) ;
- au moins une deuxième portion (52) s'étendant selon un deuxième plan d'extension, parallèle et différent du premier plan d'extension, la deuxième portion (52) étant surélevée relativement audit substrat (3) et comprenant une deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (52a) ;
- au moins une première pluralité d'éléments de raccordement (53) de ladite deuxième portion (52) avec ladite première portion (51), chaque élément de raccordement (53) de la première pluralité d'éléments de raccordement (53) comprenant au moins un via conducteur électrique s'étendant entre la deuxième portion (52) et la première portion (51) et reliant électriquement au moins en partie au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) à au moins une piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (52a) ;

la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a), la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (52a) et la première pluralité d'éléments de raccordement (53) étant configurées de sorte à former une pluralité de spires, chaque spire étant électriquement connectée à au moins une autre spire et chaque spire comprenant au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a), une piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (52a) et au moins un élément de raccordement (53) de la première pluralité d'éléments de raccordement (53) reliant électriquement ladite piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) à ladite piste conductrice électrique de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (52a),
 ledit procédé comprenant au moins les étapes successives suivantes :

- fourniture d'au moins un substrat (3) s'étendant selon un plan principal d'extension et étant configuré pour porter au moins un circuit microélectronique (2) ;
- formation d'au moins une première antenne (50), cette étape de formation comprenant au moins les étapes suivantes :

formation d'au moins une première portion (51) de la première antenne (50) au niveau d'une première zone du substrat (3) s'étendant selon un premier plan d'extension, cette étape de formation de la première portion (51) comprenant au moins une étape de formation d'une première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) au niveau de la première zone du substrat (3) ; formation d'au moins une première pluralité d'éléments de raccordement (53) au niveau de la première zone du substrat (3), cette étape de formation comprenant, pour chaque élément de raccordement (53), au moins la formation d'au moins un via conducteur électrique électriquement raccordé au moins en partie à au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) ; surmoulage d'au moins une partie du substrat (3) formant un élément de surmoulage (5) configuré de manière à recouvrir en partie au moins la première pluralité d'éléments de raccordement (53) et de sorte à définir une première surface s'étendant sensiblement selon un deuxième plan d'extension, dans lequel l'élément de surmoulage (5) est

disposé au moins entre la première portion (51) et la deuxième portion (52) de sorte qu'une partie au moins de la première pluralité d'éléments de raccordement (53) traverse de part en part l'élément de surmoulage (5) ; formation d'au moins une deuxième portion (52) de la première antenne au niveau de la première surface, cette étape de formation de la deuxième portion comprenant au moins une étape de formation d'une deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (52a) au niveau de la première surface électriquement raccordés à la première pluralité d'éléments de raccordement (53), et

procédé dans lequel l'étape de formation du au moins un via conducteur électrique comprend au moins les étapes suivantes :

- soudure d'une extrémité d'au moins un fil conducteur électrique (61) au niveau d'une partie de la première zone du substrat (3) ;
- coupure d'une partie au moins du fil conducteur électrique (61) soudé au niveau d'une partie de la première zone du substrat (3) ;
- disposition du fil conducteur électrique (61) soudé au niveau d'une partie de la première zone du substrat (3) de sorte à ce qu'il présente une direction d'extension orthogonale au plan principal d'extension du substrat (3).

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'élément de surmoulage (5) est choisi de sorte à ce qu'il présente une permittivité diélectrique relative comprise entre 2 et 10, de préférence entre 2.5 et 5 et avantageusement entre 3 et 3.5.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le surmoulage est configuré de sorte que l'élément de surmoulage (5) s'étende depuis le circuit microélectronique (2) vers la deuxième portion (52) sur une dimension en hauteur comprise entre 100 μm et 5000 μm , de préférence entre 750 μm et 3000 μm et avantageusement égale à 1500 μm .
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque élément de raccordement (53) de la première pluralité d'éléments de raccordement (53) est configuré pour présenter une extrémité distale faisant saillie avec le deuxième plan d'extension.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant, après l'étape de surmoulage, au moins une étape de polissage du surmou-

lage de sorte à définir la première surface et de sorte à exposer une extrémité distale d'une partie au moins des éléments de raccordement (53) de la première pluralité d'éléments de raccordement (53) au niveau de la première surface.

5

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel l'étape de formation de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) et l'étape de formation de la deuxième pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (52a) sont réalisées par pulvérisation sélective de plasma. 10
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel l'étape de surmoulage est réalisée de sorte à définir une deuxième surface destinée à recevoir en partie au moins un dispositif antenne (10, 30) pris parmi au moins : un dispositif de blindage électromagnétique (30), une antenne (10). 15 20
8. Procédé selon la revendication précédente dans lequel l'au moins un dispositif antenne (10, 30) est électriquement relié au circuit microélectronique (2) au moyen d'au moins une pluralité de vias conducteurs électriques (12, 32). 25
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) est formée enterrée dans le substrat (3) au niveau de la première zone et dans lequel l'étape de formation de la première pluralité d'éléments de raccordement (53) comprend en outre, pour chaque élément de raccordement (53), la formation d'au moins un via conducteur électrique additionnel traversant au moins une partie du substrat (3), étant électriquement connecté à au moins une piste conductrice électrique de la première pluralité de pistes conductrices électriques disjointes (51a) et débouchant du substrat (3) au niveau de la première zone. 30 35 40
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément de surmoulage (5) est choisi en au moins un matériau polymère. 45
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le diamètre des vias conducteurs électriques, selon leur dimension transversale, est choisi entre 10 μm et 500 μm . 50

55

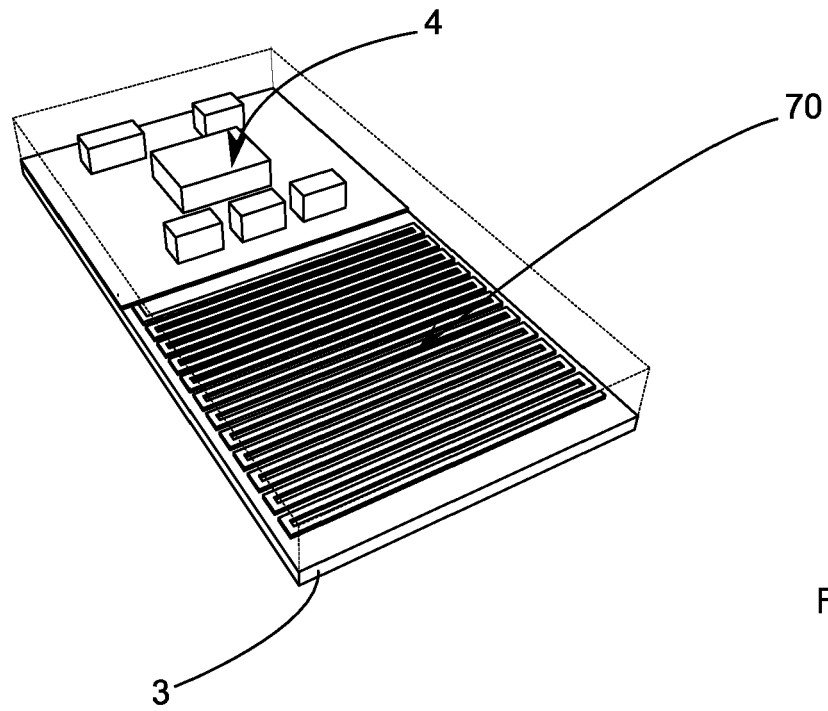


Figure 1

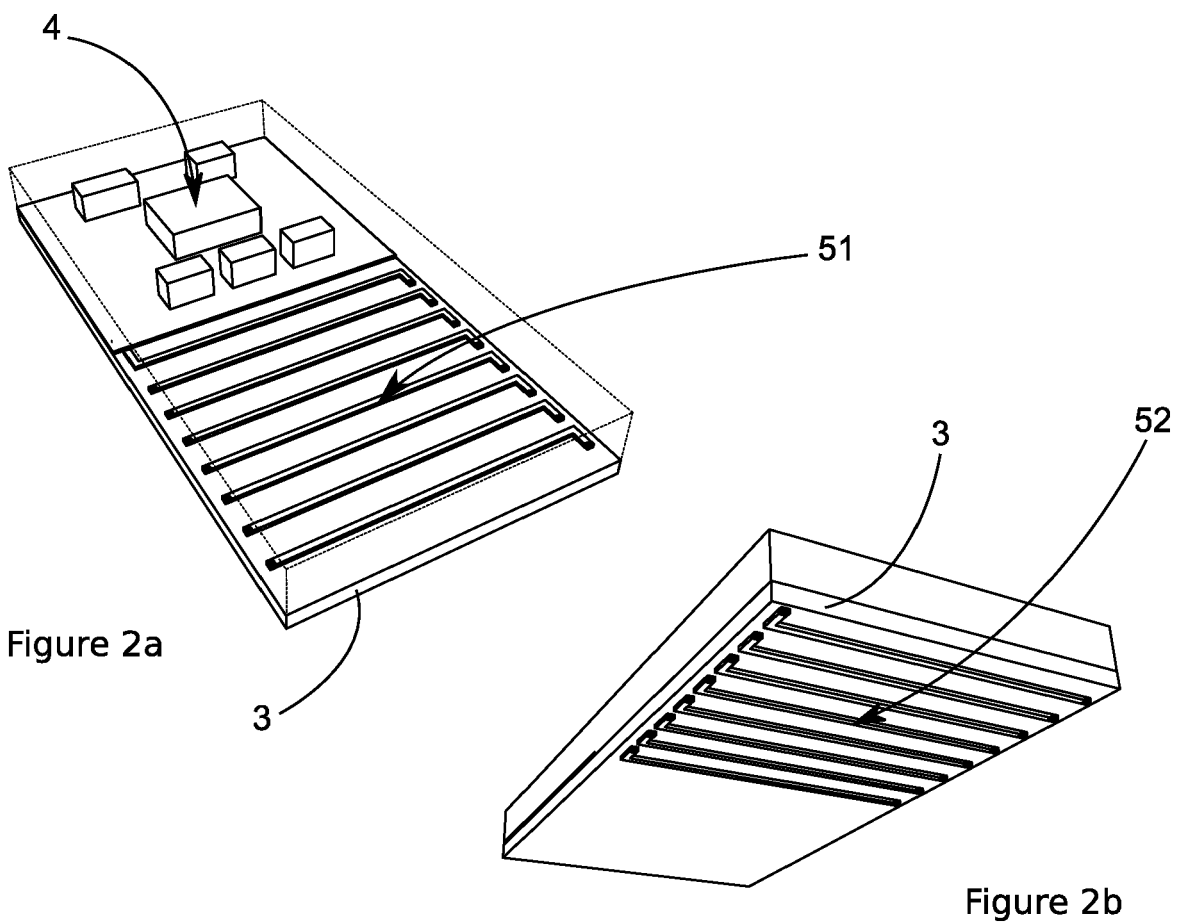


Figure 2a

Figure 2b

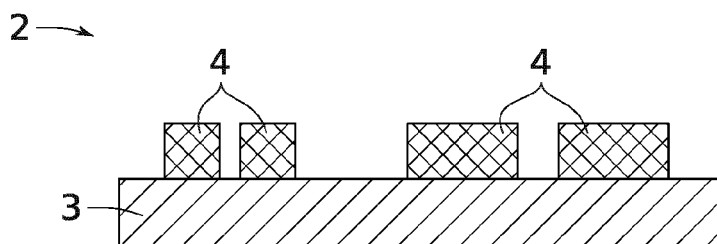


Figure 3a

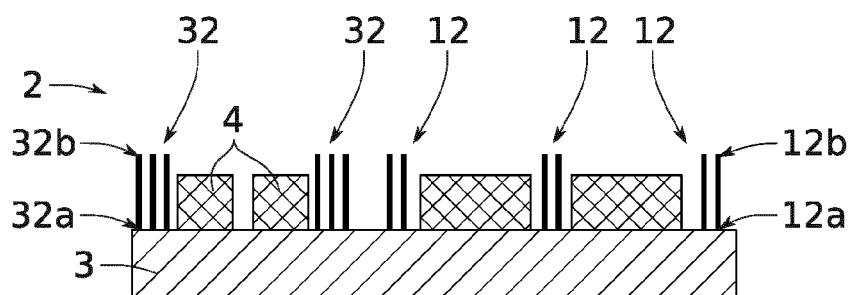


Figure 3b

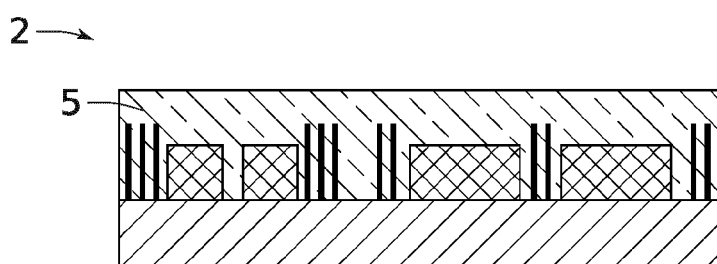


Figure 3c

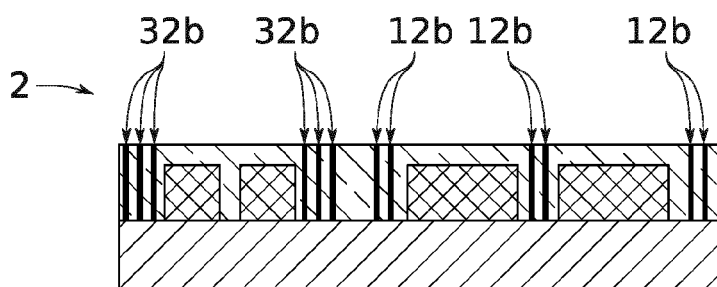


Figure 3d

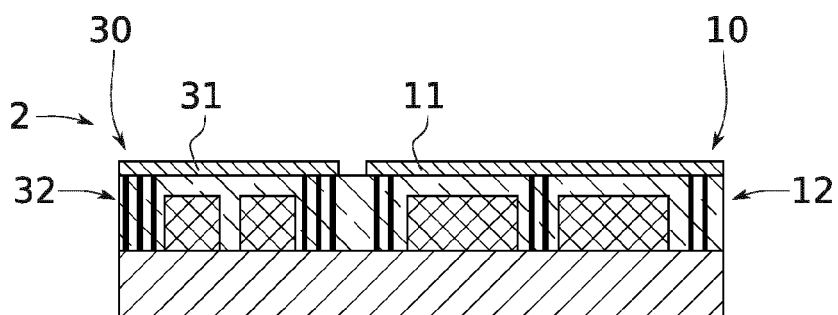


Figure 3e

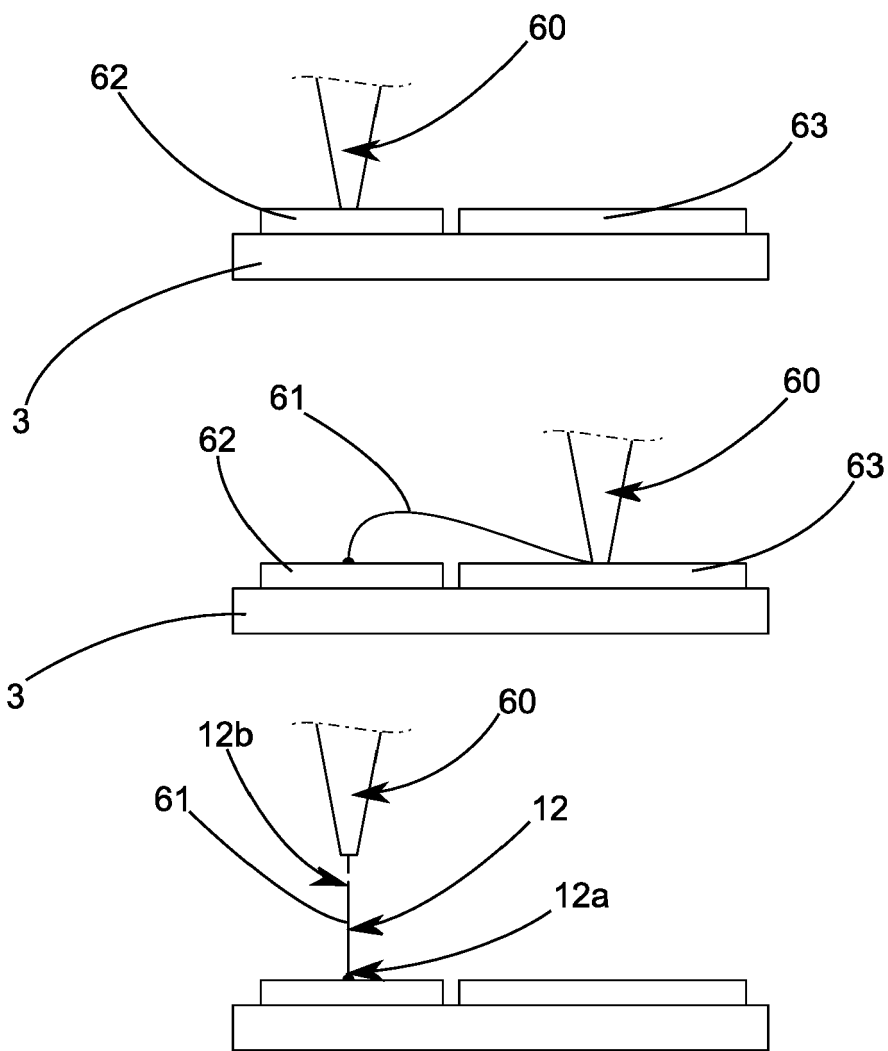


Figure 4a

Figure 4b

Figure 4c

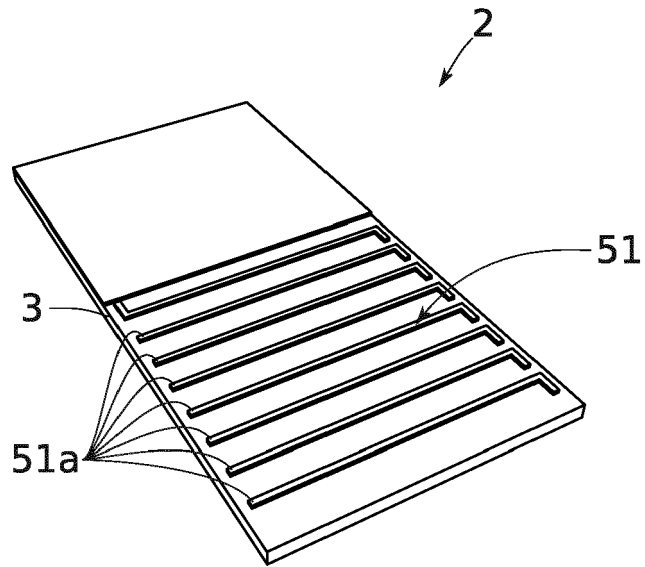


Figure 5a

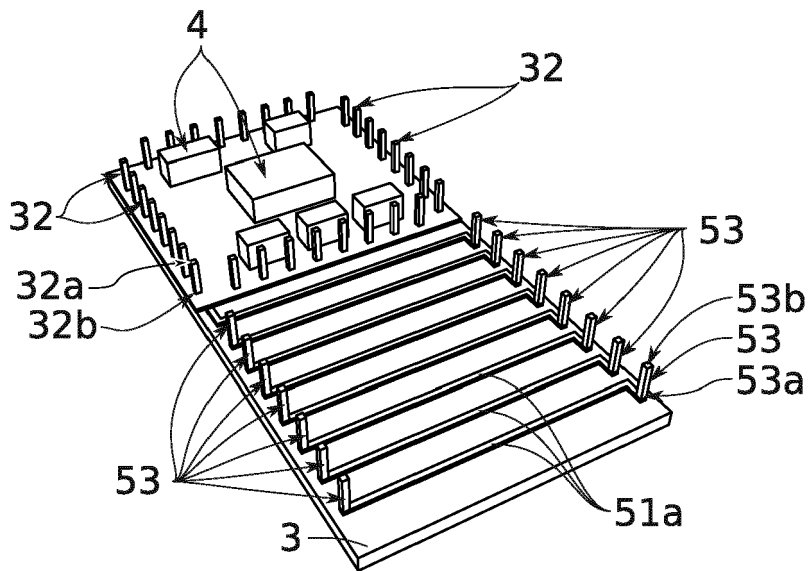


Figure 5b

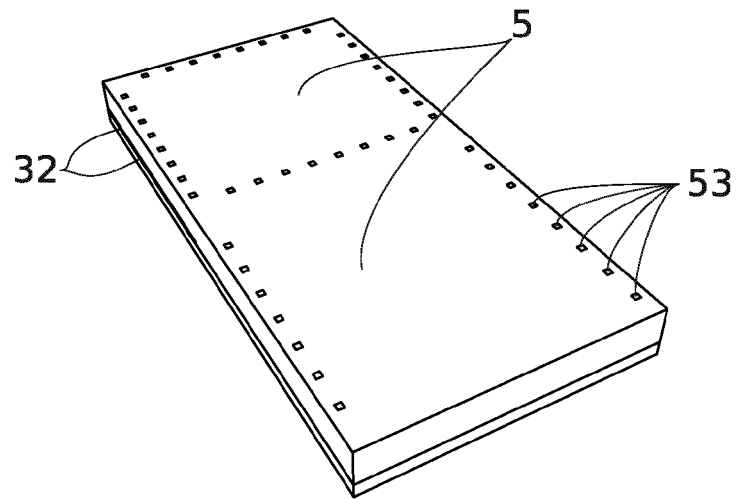


Figure 5c

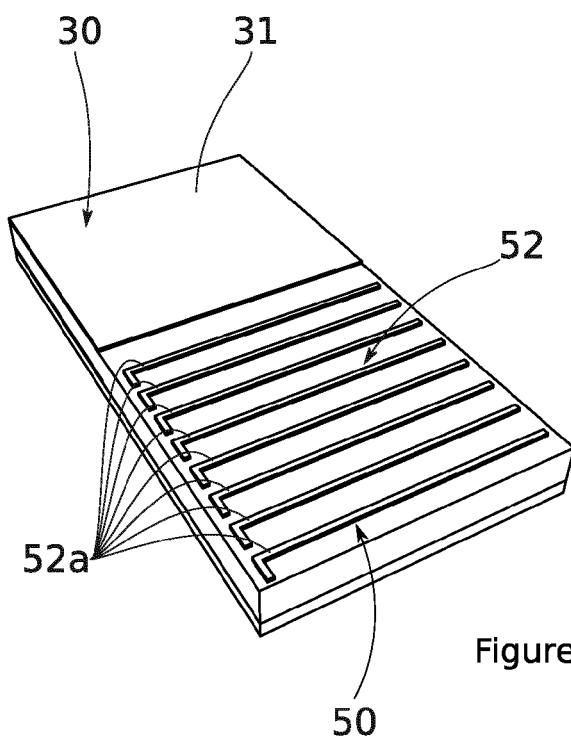


Figure 5d

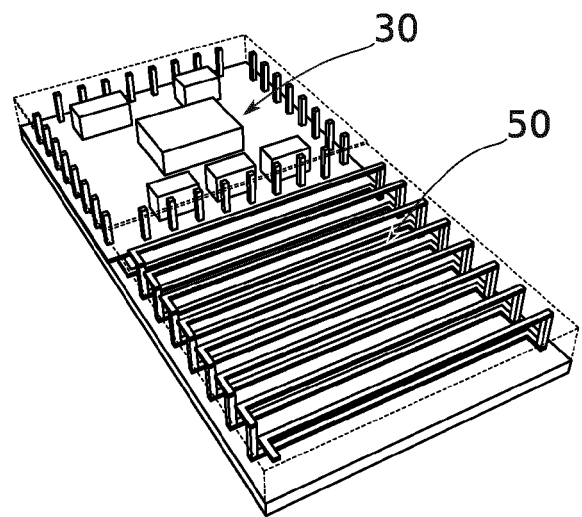


Figure 5e



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 19 16 1567

5

10

15

20

25

30

35

40

45

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 6 288 680 B1 (TSURU TERUHISA [JP] ET AL) 11 septembre 2001 (2001-09-11) * figure 1 * * figure 2 * * figure 3 * * colonne 3, ligne 52 - ligne 55 * * colonne 3, ligne 9 - ligne 32 * * colonne 3, ligne 44 - colonne 4, ligne 2 * * colonne 4, ligne 39 - ligne 45 *	1-11	INV. H01Q11/08 H01Q1/24 H01Q9/42
A	ZHANG Y P ET AL: "Antenna-on-Chip and Antenna-in-Package Solutions to Highly Integrated Millimeter-Wave Devices for Wireless Communications", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 57, no. 10, 4 août 2009 (2009-08-04), pages 2830-2841, XP011271527, ISSN: 0018-926X, DOI: 10.1109/TAP.2009.2029295 * Section V *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01Q
A	HUANG SHAOWU ET AL: "Improvements of System-in-Package Integration and Electrical Performance Using BVA Wire Bonding", IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, PACKAGING AND MANUFACTURING TECHNOLOGY, IEEE, USA, vol. 7, no. 7, 1 juillet 2017 (2017-07-01), pages 1020-1034, XP011656975, ISSN: 2156-3950, DOI: 10.1109/TCPMT.2017.2657380 [extrait le 2017-07-17] * Section II.C * * figure 4 *	1-11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 27 juin 2019	Examineur Kalialakis, Christos
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

55

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 19 16 1567

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

27-06-2019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6288680 B1	11-09-2001	EP 0944128 A1	22-09-1999
		US 6288680 B1	11-09-2001

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 6288680 B1 [0011] [0019]