

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
31 janvier 2008 (31.01.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/012416 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G06K 19/077 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/001235

(22) Date de dépôt international : 18 juillet 2007 (18.07.2007)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0653106 25 juillet 2006 (25.07.2006) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
OBERTHUR CARD SYSTEMS SA [FR/FR]; 102,
Boulevard Malesherbes, F-75017 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : ERAY, Yves
[FR/FR]; 30 Quai Charcot, F-14150 Ouistreham (FR).

(74) Mandataire : SANTARELLI; 14, Avenue de la Grande-
Armée, B.P. 237, F-75822 Paris Cedex 17 (FR).

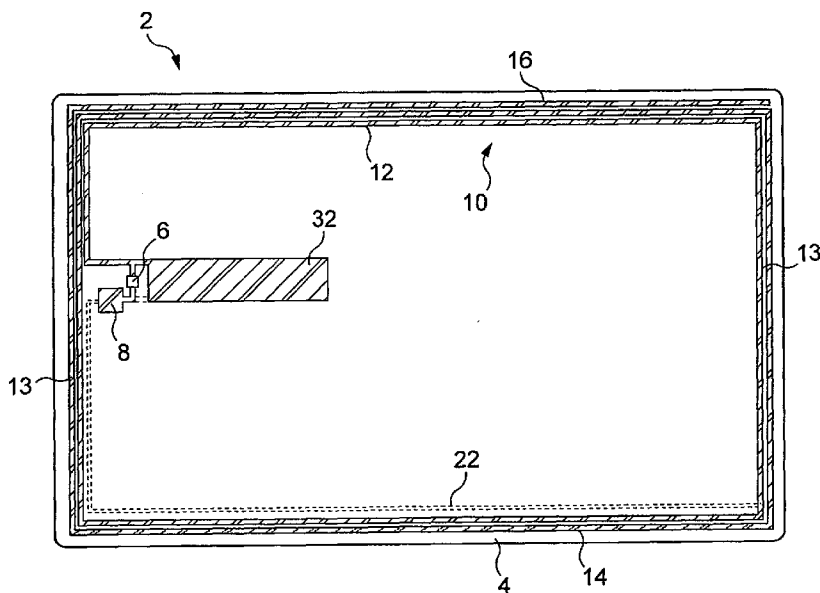
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ELECTRONIC ENTITY WITH MICROCIRCUIT

(54) Titre : ENTITE ELECTRONIQUE A MICROCIRCUIT



(57) Abstract: The invention relates to an electronic entity comprising a microcircuit and a substrate. In this electronic entity, a first layer comprises a first winding, a first end of which is connected to a first terminal of the microcircuit, whereas a second layer, separated from the first layer by the substrate, comprises a second winding, a first end of which is connected to a second terminal of the microcircuit. The first winding is situated in line with the second winding at least over half its length.

[Suite sur la page suivante]

WO 2008/012416 A2



Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne une entité électronique comprenant un microcircuit et un substrat. Dans cette entité électronique, une première couche comprend un premier enroulement dont une première extrémité est connectée à une première borne du microcircuit, tandis qu'une seconde couche, séparée de la première couche par le substrat, comprend un second enroulement dont une première extrémité est connectée à une seconde borne du microcircuit. Le premier enroulement est situé au droit du second enroulement au moins sur la moitié de sa longueur.

Entité électronique à microcircuit

5 L'invention concerne une entité électronique à microcircuit apte à établir une communication bidirectionnelle avec un lecteur.

Afin de permettre l'échange de données à distance entre un microcircuit porté dans une entité électronique et un lecteur, il a déjà été proposé de munir l'entité électronique d'une antenne dont le rôle ne se limite pas à la réception du
10 champ magnétique modulé en fonction des données à recevoir, mais inclut également l'alimentation du microcircuit.

Il est par ailleurs généralement prévu dans ce contexte que le microcircuit et l'antenne effectuent une rétro-modulation du champ magnétique afin de transmettre des données en réponse au lecteur.

15 Dans ce cadre, le document US 2003/0019941 propose de former l'antenne par deux enroulements respectivement situés sur les faces opposées d'un substrat. Ce document prévoit de disposer relativement les deux enroulements de sorte qu'ils ne se recouvrent que de façon très limitée afin, selon ce document, de mieux maîtriser la contribution à la capacité produite par ces chevauchements.

20 Contrairement à ce qu'enseigne ce document, l'invention propose une entité électronique comprenant un microcircuit et un substrat, dans laquelle une première couche comprend un premier enroulement dont une première extrémité est connectée à une première borne du microcircuit, et dans laquelle une seconde couche, séparée de la première couche par le substrat, comprend un second
25 enroulement dont une première extrémité est connectée à une seconde borne du microcircuit, caractérisée en ce que le premier enroulement est situé au droit du second enroulement au moins sur la moitié de sa longueur.

Grâce aux chevauchements substantiels des enroulements ainsi réalisés, on améliore la mutuelle inductance des deux enroulements et on
30 augmente ainsi l'inductance du circuit au bénéfice de l'efficacité de l'antenne.

Si la structure des enroulements ainsi proposé peut paraître s'approcher de celle décrite dans le document EP 149 240, on peut remarquer que ce dernier document concerne un résonateur pur (sans microcircuit) qui ne fait donc pas partie du domaine technique de l'invention et ne saurait par conséquent la suggérer.

Le premier enroulement étant formé dans un sens déterminé par rapport à une direction normale à la première couche, le second enroulement peut être formé dans un sens opposé, par rapport à ladite direction normale, au sens déterminé, afin d'obtenir un sens identique de circulation du courant dans les
5 portions en regard (en particulier entre les pistes de chaque couche en regard) et ainsi d'améliorer la coopération des deux enroulements.

On peut prévoir en outre que, pour une portion du premier enroulement située au droit d'une portion du second enroulement, ladite portion du premier enroulement soit située dans le premier enroulement à une distance en nombre de
10 spires de la première extrémité du premier enroulement sensiblement égale à la distance en nombre de spires de ladite portion du second enroulement à la première extrémité du second enroulement dans le second enroulement. De telles portions en vis-à-vis contribuent de manière prononcée à l'efficacité de l'antenne.

Ladite distance est par exemple inférieure à une spire, ce qui maximise
15 la mutuelle inductance entre les deux couches.

Ces distances en longueur de spires peuvent même être égales pour un point desdites portions.

Selon une première réalisation particulièrement simple, la seconde extrémité du premier enroulement peut être libre.

20 Lorsque le premier enroulement (ou le second enroulement) est formé de spires comprenant au moins une partie rectiligne, la seconde extrémité du premier enroulement (le cas échéant, du second enroulement) peut être située à l'extrémité d'un brin de la spire externe qui s'étend sur une partie seulement de ladite partie rectiligne, de manière à adapter au microcircuit l'impédance du circuit
25 formé notamment par les enroulements.

L'impédance du circuit est ainsi adaptée, grâce à son inductance, ce qui avantage l'efficacité de l'antenne.

Dans ce contexte, la seconde extrémité du second enroulement peut également être libre.

30 Selon une seconde réalisation envisageable, la seconde extrémité du premier enroulement est connectée à la seconde extrémité du second enroulement au moyen d'un trou d'interconnexion.

Selon une troisième réalisation possible, au moins une troisième couche, différente de la première couche et de la seconde couche, comprend un troisième

enroulement situé au droit du premier enroulement sur au moins la moitié de sa longueur et participant à une connexion entre la seconde extrémité du premier enroulement et la seconde extrémité du second enroulement.

On obtient ainsi un nombre conséquent de spires par superposition,
5 même sur une surface limitée, ce qui est particulièrement intéressant pour une entité électronique de petites dimensions.

Dans ce cadre, le premier enroulement, le second enroulement et le troisième enroulement sont par exemple formés chacun par une spire. La troisième couche peut par ailleurs être située entre la première couche et la seconde couche.

10 En pratique, la seconde extrémité du premier enroulement est par exemple connectée à une (première) extrémité du troisième enroulement au moyen d'un trou d'interconnexion, ce qui constitue une manière particulièrement simple pour relier les enroulements des différentes couches.

Lorsque précisément trois couches sont utilisées, la seconde extrémité
15 du second enroulement peut alors être connectée à une seconde extrémité du troisième enroulement.

Un condensateur peut par ailleurs être connecté à la première et à la seconde bornes du microcircuit.

En pratique, le condensateur peut comprendre une première armature
20 formée sensiblement dans le plan du premier enroulement et une seconde armature formée sensiblement dans le plan du second enroulement, ce qui constitue une solution particulièrement adaptée pour former le condensateur dans le contexte de l'invention.

La première extrémité du second enroulement est par exemple
25 connectée à la seconde borne du microcircuit à travers un trou d'interconnexion traversant le substrat.

Lorsque la première couche est formée sur une première face du substrat, la seconde couche peut être formée sur une seconde face du substrat.

Quand le premier enroulement est formé par une première piste
30 conductrice, le second enroulement est formé par une seconde piste conductrice, la première piste conductrice et la seconde piste conductrice peuvent avoir des largeurs sensiblement égales, ce qui améliore leur coopération et optimise la disposition dans chaque couche.

L'entité électronique est par exemple une carte à microcircuit. Les agencements proposés ci-dessus sont d'ailleurs particulièrement adaptés à ce type d'entité électronique. Les premier et second enroulements peuvent alors être implantés au sein d'une vignette de la carte, en particulier dans le cas de la

5 troisième réalisation proposée ci-dessus.

En variante, il pourrait s'agir d'un dispositif électronique portable de type clé USB, d'un passeport électronique, d'un assistant personnel numérique ou d'un téléphone mobile.

Le microcircuit est par exemple un microcontrôleur sécurisé. Il peut

10 également s'agir d'un microprocesseur.

Le microcircuit peut être alimenté par l'antenne formée par les deux enroulements, lorsque celle-ci entre dans un champ magnétique générée par un lecteur.

Le microcircuit est apte, lorsqu'il est associé à l'antenne, à échanger des

15 informations avec le lecteur, par exemple par couplage inductif à une fréquence d'environ 13,56 MHz.

L'ensemble peut ainsi fonctionner conformément à la norme ISO14443.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lumière de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés dans

20 lesquels :

- la figure 1 représente, au niveau d'une couche, la structure interne d'une carte à microcircuit réalisée conformément aux enseignements de l'invention ;
- la figure 2 représente une autre couche de la carte à microcircuit de la figure 1 ;
- 25 - la figure 3 représente une première couche d'une carte à microcircuit réalisée selon un second exemple de mise en œuvre de l'invention ;
- la figure 4 représente une seconde couche de la carte à microcircuit de la figure 3 ;
- la figure 5 représente une première couche d'une carte à microcircuit
- 30 dans un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 6 représente une seconde couche de la carte à microcircuit de la figure 5 ;
- la figure 7 représente une carte à microcircuit selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 8 représente une première couche d'une carte à microcircuit selon un cinquième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 9 représente une seconde couche de la carte à microcircuit de la figure 8 ;

5 - la figure 10 représente les neuf couches d'une antenne pour une carte à microcircuit selon un sixième exemple de mise en œuvre de l'invention.

La **figure 1** représente la structure d'une première couche d'une carte à microcircuit 2 (ici une carte au format ID-1 selon la norme ISO 7816).

Les éléments formant cette couche sont déposés sur une face d'un
10 substrat 4 réalisé dans un matériau isolant (typiquement une matière plastique dans le cas d'une carte à microcircuit, du papier dans le cas d'un passeport ou une résine époxy dans le cas du circuit imprimé d'une clé USB) et comprennent notamment un microcircuit 6 et un premier enroulement spiral 10 formé d'environ 2,5 spires, connecté à son extrémité interne à une première borne du microcircuit 6, et dont
15 l'extrémité externe est libre.

La carte à microcircuit 2 porte également un second enroulement spiral 20, formé lui aussi d'environ 2,5 spires, au niveau d'une seconde couche de la carte située du côté opposé du substrat 4 à sa première face qui porte la première couche. Le second enroulement 20 comprend notamment une première partie 22
20 visible en traits pointillés sur la figure 1.

Les autres parties du second enroulement spiral 20 étant disposées au droit de certaines parties du premier enroulement 10 comme expliqué en détail dans la suite, elles n'apparaissent pas en revanche sur la figure 1.

Le second enroulement 20 est connecté au niveau de son extrémité
25 interne à la seconde borne du microcircuit 10 au moyen d'un trou d'interconnexion 8 (ou "via" selon la terminologie anglo-saxonne), ce qui permet de connecter les deux bornes du microcircuit au niveau de la même couche. La première couche visible à la figure 1 comprend également une région conductrice 32, ici de forme rectangulaire, connectée à la première borne du microcircuit 6 et formant armature
30 d'un condensateur avec une région conductrice 34 formée de manière correspondante dans la seconde couche comme décrit plus bas.

La **figure 2** représente les éléments conducteurs (ici des pistes conductrices) déposées au niveau de la seconde couche de la carte à microcircuit 2.

On rappelle que cette seconde couche est située à l'opposé de la première couche comprenant le premier enroulement 10 par rapport au substrat 4.

On remarque par ailleurs que la figure 2 est représentée vue d'une même direction que la figure 1. (Il ne s'agit donc pas d'une vue de la face opposée
5 du substrat 4 à celle représentée à la figure 1.)

Comme déjà mentionné et bien visible sur la figure 2, le second enroulement 20 est connecté à son extrémité interne au trou d'interconnexion 8, tandis que son extrémité externe est libre. La première partie 22 du second enroulement 20 à partir de son extrémité interne s'étend strictement à l'intérieur de
10 la surface délimitée par le premier enroulement 10, ici sur $3/8^{\text{èmes}}$ de spires. Passée cette première partie 22, le second enroulement 20 se poursuit en une partie principale 24 qui s'étend sur environ 2 spires au droit, pour la quasi-totalité de sa longueur, de portions de piste d'une partie principale 14 du premier enroulement 10.

Le premier enroulement spiral 10 et le second enroulement spiral 20
15 sont toutefois formés selon des sens opposés par rapport à une direction donnée. Par exemple, selon la direction de vue commune aux figures 1 et 2, le premier enroulement 10 est formé de son extrémité interne vers son extrémité externe dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, tandis que le second enroulement 20 est formé de son extrémité interne vers son extrémité interne dans le sens inverse.

Ainsi, le sens d'écoulement du courant dans le premier enroulement 10
20 (par exemple de son extrémité libre à la première borne du microcircuit 6) est identique au sens d'écoulement du courant dans le second enroulement 20 (par exemple de la seconde borne du microcircuit 6 à son extrémité libre, via le trou d'interconnexion 8), ce qui permet à la mutuelle inductance entre les parties des
25 enroulements au droit l'une de l'autre de contribuer de façon positive à l'efficacité de l'antenne ainsi formée.

On peut en outre remarquer que grâce à la disposition des pistes décrites ci-dessus, deux portions 13, 23 situées sur chaque spire à proximité ou à l'opposé du microcircuit et en vis-à-vis respectivement sur le premier et le second
30 enroulement (ces portions sont donc incluses dans la partie principale 14, 24 de l'enroulement 10, 20 correspondant et forment dans l'exemple de réalisation décrit ici la largeur du rectangle formée par chaque spire) sont situées, que l'on considère le premier enroulement 10 ou le second enroulement 20, à une distance (exprimée

en nombre de spires) sensiblement égale du microcircuit 6 (c'est-à-dire de chacune des extrémités internes des enroulements).

Les distances considérées sont d'ailleurs par là même sensiblement égales en termes de longueur d'enroulement.

5 Ainsi, les portions 13, 23 formant les largeurs de la spire rectangulaire interne opposées au microcircuit 6 respectivement dans le premier enroulement 10 et dans le second enroulement 20 sont situées à une distance d'une demie spire environ de ce microcircuit 6. Par ailleurs, comme déjà mentionné, la portion 13 formant la largeur opposée au microcircuit 6 dans la spire rectangulaire interne du
10 premier enroulement 10 est située au droit de la portion 23 formant la largeur opposée au microcircuit 6 (c'est-à-dire en pratique au trou d'interconnexion 8) dans la spire interne rectangulaire du second enroulement 20.

De même, les portions 13, 23 formant les largeurs de la spire rectangulaire interne situées à proximité du microcircuit respectivement dans le
15 premier enroulement 10 et dans le second enroulement 20 sont situées en vis-à-vis et éloignées chacune d'environ une spire du microcircuit 6.

La coopération entre ces portions 13, 23 de chaque enroulement 10, 20 situées en vis-à-vis et chacune à une longueur d'enroulement sensiblement égale du microcircuit est particulièrement bonne, ce qui renforce l'effet de mutuelle
20 inductance du fait que les densités de courant dans les deux portions en regard sont sensiblement égales. Cette augmentation de la mutuelle inductance permet une adaptation de l'impédance du circuit au prix d'une résistance faible en comparaison de celle classiquement engendrée par des spires (générant une inductance du même ordre), ce qui contribue à l'efficacité de l'antenne.

25 De plus, grâce à la symétrie de la construction, cette coopération intervient deux fois par tour d'enroulement, soit de manière notable.

Comme déjà mentionné plus haut, la région conductrice 34 visible sur la figure 2 est quant à elle située au droit de la région conductrice 32 illustrée sur la figure 1 de telle sorte que ces deux régions conductrices 32, 34 forment les
30 armatures d'un condensateur dont la capacité permet l'adaptation d'impédance du circuit formé par l'ensemble des pistes conductrices au microcircuit 6.

Dans l'exemple décrit ici, le premier enroulement 10 et le second enroulement 20 sont réalisés sous forme de pistes conductrices (par exemple en aluminium) déposées sur un substrat, ici réalisé en PET (*i.e.* polyéthylène

téraphtalate) (par exemple le substrat 4 pour le premier enroulement, et éventuellement aussi pour le second enroulement 20), avec une largeur de piste et une largeur inter-pistes égale chacune à 0,5 mm. L'épaisseur des pistes conductrices est par exemple de l'ordre de 20 μm à 30 μm pour une épaisseur de substrat diélectrique d'environ 40 μm (dans le cas où un substrat spécifique est utilisé pour le second enroulement 20, on peut alors obtenir en cas de superposition des substrats une épaisseur d'environ 80 μm entre le premier enroulement 10 et le second enroulement 20).

La carte à microcircuit 2 peut naturellement comprendre d'autres couches que celles représentées aux figures 1 et 2, à savoir notamment des couches de support et des couches de décoration, tel que décrit par exemple dans la demande de brevet FR 2 864 295.

On peut noter à cet égard que la réalisation des enroulements spiraux sous forme de pistes conductrices permet de réaliser chaque enroulement selon une disposition essentiellement plane, ce qui est particulièrement adapté dans le cas des cartes à microcircuit (telle que par exemple une carte de type ID1 telle que celle envisagée pour les figures 1 et 2 notamment).

Les figures 3 et 4 représentent chacune une couche d'une carte à microcircuit selon un second mode de réalisation de l'invention, toujours ici au format ID-1 déjà évoqué.

Comme pour les figures 1 et 2, les figures 3 et 4 sont représentées vues d'une même direction afin de simplifier la compréhension de la superposition des différents éléments conducteurs.

Comme visible à la figure 3, la première couche comprend un premier enroulement spiral 110 formé d'une pluralité de spires rectangulaires conductrices (ici environ 3,75 spires) réalisées par dépôt de cuivre sur un substrat diélectrique.

Le premier enroulement 110 comprend une première partie 112 liée à un plot de connexion 107 destiné à recevoir une première borne du microcircuit de la carte.

A l'opposé du plot de connexion 107, la première partie 112 se poursuit en une partie principale 114 qui s'étend sur environ 3,5 spires et se termine sur un segment 116 à extrémité libre.

Le segment 116 ne s'étend pas sur tout le côté (ici la longueur) du rectangle formé par la spire externe de l'enroulement 110, mais seulement sur une partie de celle-ci choisie de manière à permettre d'adapter l'impédance du circuit formé par les pistes conductrices au microcircuit de la carte.

5 La première couche représentée à la figure 3 est reliée à la seconde couche décrite à présent au moyen d'un trou d'interconnexion 108 qui fait également ici office de plot de connexion à la seconde borne du microcircuit de la carte.

10 Comme visible sur la figure 4, la seconde couche définit un second enroulement spiral 120 qui comprend une première partie 122 liée au trou d'interconnexion 108 au moyen d'une portion conductrice, une partie principale 124 qui s'étend sur une pluralité de spires (ici le même nombre que la partie principale 114 du premier enroulement 110) et un segment à extrémité libre 126 situé au niveau de la spire externe.

15 Comme le segment à extrémité libre 116 du premier enroulement 110, le segment à extrémité 126 du second enroulement s'étend sur une partie seulement de la longueur de la spire externe et participe ainsi à l'adaptation d'impédance déjà mentionnée.

20 Comme expliqué à propos des figures 1 et 2, le premier enroulement 110 et le second enroulement 120 sont réalisés dans des sens opposés par rapport à une direction donnée perpendiculaire aux enroulements de sorte que le courant peut s'écouler d'une extrémité libre à l'autre (par exemple de l'extrémité libre du second enroulement 120 à l'extrémité libre du premier enroulement 110) en passant par le trou d'interconnexion 108 et le microcircuit disposé en fonctionnement entre
25 ce trou d'interconnexion 108 et le plot de connexion 107.

La partie principale 114, 124 de chacun des enroulements 110, 120 est située, sur la quasi-totalité de sa longueur, au droit d'une des spires de l'autre enroulement.

30 On a ainsi une forte mutuelle inductance entre le premier enroulement 110 et le second enroulement 120, et une adaptation de l'impédance du circuit au prix d'une résistance faible en comparaison à celle apportée traditionnellement par des spires, ce qui est bénéfique pour l'efficacité de l'antenne.

Cet effet est par ailleurs renforcé grâce à la présence en vis-à-vis des portions de pistes 113, 123 formant sur chaque enroulement 110, 120 le côté de

chaque spire opposé à l'extrémité interne et situées à une longueur d'enroulement en nombre de spires (à partir de l'extrémité interne liée au microcircuit 6) sensiblement égale, comme déjà décrit à propos du premier mode de réalisation.

Les **figures 5 et 6** représentent un troisième mode de réalisation de
5 l'invention dans le cadre d'une carte à microcircuit de petites dimensions (*i.e.* par exemple inférieures à 100 mm) ici 50 mm x 26 mm.

La figure 5 représente une première couche interne d'une carte à microcircuit 202 au sein de laquelle des pistes conductrices sont réalisées sur un substrat 204 comme décrit à présent.

10 Un premier enroulement spiral 210 composé d'environ 7,5 spires présente une extrémité libre 216 au niveau de sa spire externe et est connecté à une première borne d'un microcircuit 206 à son extrémité opposée. Le premier enroulement 210 comprend une première partie 212 qui s'étend sur environ 1/4 de spire à partir de l'extrémité connectée à la première borne du microcircuit 206. Au-
15 delà de cette première partie 212 s'étend une partie principale 214 du premier enroulement 210, et ce jusqu'à l'extrémité libre 216.

Comme bien visible sur la figure 5, les spires formant le premier enroulement 210 sont réalisées dans un même plan défini par la surface du substrat 204, mais ne sont pas de forme rectangulaire contrairement au mode de
20 réalisation précédemment décrit : chaque spire du premier enroulement 210 est formée par un ensemble de portions courbes et de portions rectilignes de façon à définir un enroulement adapté à la forme extérieure de la carte à microcircuit 202, qui comporte ici un évidement formant détrompeur dans la forme générale rectangulaire.

25 Comme on le décrira plus en détail dans la suite, les portions de piste du premier enroulement 210 sont pour la plupart situées au droit (c'est-à-dire en face selon une direction perpendiculaire à la surface du substrat 204) de portions de pistes d'un second enroulement 220, sauf au niveau de la première partie 212 et de parties de transition (parfois courbes) 225 formant chacune une proportion réduite
30 de chaque spire.

Le substrat 204 porte également une zone conductrice 232 de forme générale rectangulaire et présentant une bordure crénelée sur chacune de ces longueurs. Comme dans le premier mode de réalisation, la zone conductrice 232 est connectée à la première borne du microcircuit 206 et située au droit d'une

seconde zone conductrice 234 reliée quant à elle à la seconde borne du microcircuit afin de réaliser ainsi un condensateur dont la capacité permet l'adaptation d'impédance du circuit formé par l'ensemble des pistes conductrices au microcircuit 206.

5 Un trou d'interconnexion 208 réalisé dans le substrat 204 permet de relier électriquement la seconde borne du microcircuit 206 aux éléments formés dans une seconde couche de la carte à microcircuit 202 comme décrit ci-après.

La figure 6 représente une seconde couche de la carte à microcircuit 202, cette seconde couche étant située à l'opposé du substrat 204 par rapport à la
10 première couche et constituée principalement par le second enroulement 220.

A partir de la région 208 qui reçoit le trou d'interconnexion issu de la première couche, s'étend sur environ 1/4 de spires une première partie 222 du second enroulement 220 qui n'est située au droit d'aucune portion de piste conductrice du premier enroulement 210, mais qui se prolonge en une partie
15 principale 224, formée d'une pluralité de spires et qui est quant à elle située sur la plupart de sa longueur au droit de portions de pistes conductrices du premier enroulement 210.

Le second enroulement 220 comprend également au niveau de chaque spire des portions de transition (parfois courbes) 225 de faible longueur qui ne sont
20 pas quant à elles situées au droit de portions correspondantes du premier enroulement 210.

La partie principale 224 du second enroulement 220 se termine au niveau de son brin externe par une extrémité libre 226.

Comme pour les précédents modes de réalisation, le premier
25 enroulement 210 et le second enroulement 220 sont réalisés dans des sens opposés par rapport à une direction fixe afin de permettre un écoulement satisfaisant du courant dans l'antenne.

On obtient une mutuelle inductance élevée entre les deux enroulements grâce à la superposition, sur chaque spire, des parties de pistes conductrices des
30 deux enroulements 210, 220, sauf au niveau des parties de transition 215, 225 qui relient de manière différente pour chaque enroulement 210, 220 les différentes spires afin d'obtenir les sens d'enroulement opposés mentionnés ci-dessus, d'où une absence de superposition des enroulements 210, 220 au seul niveau de ses parties de liaison 215, 225 de longueur réduite.

Comme dans les premiers modes de réalisation, cette disposition des deux enroulements 210, 220 permet également que, dans une partie de chaque spire, deux portions 213, 223 en vis-à-vis correspondant chacune à un enroulement 210, 220 soient situées à une distance sensiblement égale du microcircuit 306, la distance étant mesurée le long de chaque enroulement (à partir donc de l'extrémité interne de l'enroulement concerné) et comptée en nombre de spires.

C'est notamment le cas des portions 213, 223 situées respectivement sur la spire interne du premier enroulement 210 et la spire interne du second enroulement 220, toutes deux à l'opposé du trou d'interconnexion 208, et situées par conséquent à environ 0,5 spire du microcircuit 206. Ces deux portions de spire 213, 223, de par leur distance sensiblement égale au microcircuit 206 exprimée en nombre de spires et du fait qu'elles sont situées au droit l'une de l'autre, contribuent de manière importante à la mutuelle inductance des deux enroulements 210, 220 tout en conservant une résistance faible.

Comme déjà mentionné, la seconde couche présente également une zone conductrice 234, ici de forme rectangulaire, située au droit de la zone conductrice 232 pour former un condensateur. La zone conductrice 234 est connectée électriquement à la seconde borne du microcircuit 206 par l'intermédiaire du trou d'interconnexion 208.

La **figure 7** représente l'implantation d'une antenne conforme aux enseignements de l'invention dans une carte de type ID-1.

Comme bien visible sur cette figure, l'antenne est implantée sur environ la moitié seulement de la surface de la carte, et plus précisément sur la moitié de la surface de la carte qui ne contient pas la zone d'embossage 340 classiquement prévue sur ce type de carte.

En effet, on définit sur la carte à carte à microcircuit 302 des zones dédiées à des fonctions particulières, notamment pour une carte du type ID-1, une zone 342 dédiée à la bande magnétique que porte cette carte, une zone d'embossage 340 dans laquelle peuvent être formés en relief des caractères (tel que le nom du porteur de la carte) et une zone destinée à la gravure laser 344 (généralement dénommée "*Indent Printing*").

La zone 342 dédiée à la bande magnétique est classiquement définie comme une bande dont les limites inférieure et supérieure s'étendent

respectivement à 17,0 mm et 4,3 mm du bord supérieur de la carte et dont les limites latérales s'étendent à environ 3 mm du bord concerné.

La zone d'embossage 340 représentée à la figure 1 inclut une marge de 2 mm par rapport aux régions pouvant effectivement subir un embossage, de telle sorte que cette zone s'étend entre 2,5 mm et 24 mm par rapport au bord inférieur de la carte.

La zone destinée à la gravure 344 s'étend quant à elle dans une région centrale de la carte, située entre la zone dédiée à la bande magnétique 342 et la zone d'embossage 340, avec une forme allongée sensiblement parallèle à la bande magnétique (et donc à la zone dédiée à la bande magnétique 10).

La zone destinée à la gravure 14 s'étend sur 40 mm, précisément entre 37,2 mm et 77,2 mm du bord gauche de la carte. La zone destinée à la gravure 14 a par ailleurs une largeur de 3 mm et son bord supérieur s'étend à 21 mm du bord supérieur de la carte.

Dans une première couche visible à la figure 7, l'antenne comprend un premier enroulement spiral 310 connecté à son extrémité interne à un microcircuit 306 et ayant une extrémité externe libre (au voisinage du coin supérieur gauche de la carte dans la représentation de la figure 7).

Dans une seconde couche de la carte 102 (différente de la première couche et séparée de celle-ci par un substrat isolant), l'antenne comprend un second enroulement spiral 320 situé précisément au droit du premier enroulement 310 sur la quasi-totalité de sa longueur et qui n'est donc visible sur le détail de la figure 7 (en pointillés) que sur des portions réduites sur lesquelles le second enroulement 320 n'est pas situé au droit du premier enroulement 310.

Le second enroulement 320 est relié à une seconde borne du microcircuit 306 par l'intermédiaire d'un trou d'interconnexion 308.

Comme dans les précédents modes de réalisation, le premier enroulement 310 et le second enroulement 320 sont réalisés dans des sens opposés l'un à l'autre vus d'une même direction. De ce fait, bien que chaque spire du premier enroulement 310 soit superposée avec une spire correspondante du second enroulement 320 sur la quasi-totalité de sa longueur, des parties de connexion 315 entre deux spires du premier enroulement 310 ne sont pas situées au droit de parties de connexion correspondantes 325 entre deux spires du second enroulement 320, comme bien visible sur les détails de la figure 7.

Le premier enroulement 310 (et de manière identique le second enroulement 320 situé au droit du premier) est disposé dans la moitié (supérieure sur la figure 4) de la surface de la carte 302 qui ne comprend pas la zone d'embossage 340, et entoure une zone substantiellement rectangulaire qui contient
5 la quasi-totalité de la zone 342 dédiée à la bande magnétique et l'ensemble de la zone 344 destinée à la gravure laser.

La couche de la carte 302 visible sur la figure 7 comprend également une première armature 332 connectée à la première borne du microcircuit 306, tandis qu'une seconde armature (non représentée) est située au droit de la
10 première armature et connectée à la seconde borne du microcircuit 306 par l'intermédiaire du trou d'interconnexion 308.

On forme ainsi comme dans les exemples précédents un condensateur connecté aux bornes du microcircuit 306 et qui participe à l'adaptation d'impédance de l'antenne dans son ensemble au microcircuit 306.

15 On remarque que le condensateur (et notamment l'armature 332) est disposé dans la bande (dénommée "*région centrale*" ci-dessus) située entre la zone d'embossage 340 et la zone 342 dédiée à la bande magnétique, en dehors de la zone 344 destinée à la gravure laser (précisément au niveau d'une partie, différente de cette zone 344, dans la longueur de la bande précitée).

20 On profite ainsi pour l'implantation du condensateur d'un espace particulièrement adapté pour ce faire et qui permet de donner aux armatures 332 des dimensions suffisantes pour obtenir la capacité requise.

Grâce à la mutuelle inductance du premier enroulement 310 et du second enroulement 320 et à l'adaptation d'impédance fournie en partie par le
25 condensateur formé par les armatures 332, on réalise une antenne particulièrement efficace et bien adaptée malgré son implantation dans seulement une moitié environ de la surface de la carte 302 de type ID-1.

Les **figures 8 et 9** représentent des couches d'une carte à microcircuit selon un cinquième mode de réalisation de l'invention, avec les même dimensions
30 que pour le troisième mode de réalisation présenté ci-dessus.

Dans une première couche de cette carte représentée à la figure 8, une première borne d'un microcircuit 406 est connectée à un premier enroulement spiral 410 réalisé au moyen de pistes conductrices (formées par exemple par dépôt d'une bande étroite d'aluminium). La connexion du microcircuit 406 au premier

enroulement 410 est par exemple mise en œuvre au moyen d'une portion de la même piste conductrice qui relie également la première borne du microcircuit 406 à une première armature 432 formée par une surface conductrice rectangulaire.

Le premier enroulement 410 est relié au microcircuit 406 au niveau de
5 son extrémité interne tandis que son extrémité externe 416 se termine en un premier trou d'interconnexion 407 destiné à relier le premier enroulement 410 à un second enroulement 420 disposé dans une seconde couche de la carte comme décrit ci-après.

Un second trou d'interconnexion 408 est prévu au niveau de la seconde
10 borne du microcircuit 406 (comme c'était le cas dans les modes de réalisation précédents) afin de connecter la seconde borne du microcircuit au second enroulement 420 comme décrit à présent en référence à la figure 9.

La seconde couche de la carte à microcircuit représentée à la figure 9 comprend le second enroulement spiral déjà mentionné, reliée à son extrémité
15 interne au second trou d'interconnexion 308 en vue de sa connexion à la seconde borne du microcircuit 406, et reliée à son extrémité externe 426 à l'extrémité externe 416 du premier enroulement 410 via le premier trou d'interconnexion 407.

La seconde couche comprend également une seconde armature 434 connectée au second trou d'interconnexion 408 (et ainsi à la seconde borne du
20 microcircuit 406) et qui forme ainsi avec la première armature 432 un condensateur qui participe à l'adaptation d'impédance de l'ensemble du circuit.

Comme dans les modes de réalisation qui précèdent, le premier enroulement 410 et le second enroulement 420 sont situés au droit l'un de l'autre (c'est-à-dire superposés) sur la quasi-totalité de leur longueur, à l'exception
25 notamment de portions de piste qui permettent un sens d'enroulement pour le premier enroulement 410 opposé au sens d'enroulement du second enroulement 420.

Dans ce mode de réalisation, la fermeture du circuit au niveau du premier trou d'interconnexion 407 permet de renforcer le caractère inductif du circuit
30 et s'ajoute donc à l'effet d'induction généré par la mutuelle inductance entre le premier enroulement 410 et le second enroulement 420.

On accroît ainsi encore l'inductance du circuit formé par les deux enroulements, tout en conservant une résistance relativement faible grâce à l'utilisation de la mutuelle inductance entre les deux enroulements, ce qui permet

d'obtenir une antenne particulièrement efficace, intéressante en particulier dans le cas des cartes de petites dimensions.

La **figure 10** représente un sixième mode de réalisation de l'invention selon lequel l'antenne est réalisée par l'association de spires formées chacune dans
5 une couche spécifique de la carte à microcircuit. Les couches représentées à la figure 10 sont par exemple formées au sein de la vignette de la carte, c'est-à-dire dans un élément réalisé séparément de la carte, puis monté sur celle-ci au cours de son processus de fabrication.

Sur la figure 10, les pistes conductrices de l'antenne sont représentées
10 dans chacune des neuf couches de celles-ci (référencées 601 à 609 sur la figure), l'ordre de présentation de chacune des couches (du haut vers le bas) correspondant à l'ordre de superposition de celles-ci (de la couche supérieure 601 à la couche inférieure 609).

Dans chaque couche est formée une piste conductrice qui réalise une
15 spire 610 (ici de forme rectangulaire). Chaque spire 610 s'étend sur la quasi-totalité d'un tour (c'est-à-dire ici sur la quasi-totalité d'un rectangle, à proximité de la circonférence de la carte à microcircuit), ne ménageant ainsi qu'une interruption 611 dans la spire et formant ainsi une extrémité amont 612 et une extrémité aval 614 (définies ici par rapport à l'interruption 611 dans le sens trigonométrique).

20 Les spires 610 des différentes couches sont toutes superposées (c'est-à-dire de même forme et situées précisément au droit les unes des autres), sauf en ce qui concerne l'interruption 611 qui est située différemment d'une couche à l'autre de manière à permettre des connexions entre les différentes couches comme décrit à présent.

25 Au niveau de chaque extrémité amont 612, un trou d'interconnexion est prévu pour relier l'extrémité amont concernée à l'extrémité aval de la couche supérieure comme cela est schématiquement représenté par des traits pointillés entre les couches 608 et 609.

30 On réalise ainsi par l'association des spires 610 de chacune des couches 601 à 609 un enroulement comprenant une pluralité de spires (ici neuf spires) dans un encombrement en surface se limitant à celui d'une seule spire, chaque spire s'étendant en outre sur toute la surface disponible (ce qui est avantageux en termes d'efficacité). Ce mode de réalisation est donc particulièrement adapté aux cartes de petites dimensions.

L'extrémité amont de la spire 610 de la couche supérieure 601 (qui n'est donc pas concernée par la connexion à une couche supérieure) est quant à elle reliée par une portion de piste conductrice 615 à une première borne du microcircuit de la carte au niveau d'un premier plot de connexion 616 prévu à cet effet.

5 L'extrémité aval de la couche inférieure 609 (qui n'est pas non plus concernée par la connexion à une couche inférieure) est quant à elle reliée à un second plot de connexion 618 destiné à recevoir la seconde borne du microcircuit par l'intermédiaire de portions de piste conductrice situées dans la couche inférieure (référence 617) et dans la couche supérieure (référence 619), ainsi que par un trou
10 d'interconnexion 620 qui traverse l'ensemble des couches de manière précisément à effectuer la connexion entre la portion 619 située dans la couche supérieure 601 et de la portion 617 située dans la couche inférieure 609.

On réalise ainsi la connexion de l'enroulement formé par la réunion des spires de chaque couche d'une part à la première borne du microcircuit et d'autre
15 part à la seconde borne de celui-ci.

Une plaque rectangulaire 622 est également formée au niveau de chaque couche 601 à 609, les plaques 622 des différentes couches étant par ailleurs superposées entre elles.

Les plaques 622 sont connectées alternativement au premier plot 616 et
20 au second plot 618 : les plaques 622 des couches 602, 604, 606 et 608 sont reliées au moyen d'un trou d'interconnexion au premier plot 616 destiné à être connecté à la première borne du microcircuit, tandis que les plaques 622 des couches 601, 603, 605, 607, 609 sont reliées au second plot 618 destiné à être connecté à la seconde borne du microcircuit.

25 On réalise ainsi un ensemble de condensateurs qui permettent l'adaptation d'impédance de l'ensemble du circuit réalisé par les différentes couches au microcircuit de la carte.

Les modes de réalisation ne constituent que des exemples possibles de mise en œuvre de l'invention.

30 A ce titre, bien que les exemples de réalisation présentés ci-dessus proposent des largeurs de pistes égales dans les différentes couches, on pourrait envisager des pistes de largeurs différentes avec un chevauchement partiel, par exemple sur toute la largeur de la piste la moins large.

De même, la connexion du microcircuit aux enroulements peut être directe (par exemple par dépôt du microcircuit sur la face portant les pistes conductrices, éventuellement selon la technique dite "*flip-chip*", ou monté retourné), ou indirecte, par exemple par l'intermédiaire d'un module portant notamment le

5 microcircuit.

REVENDEICATIONS

1. Entité électronique comprenant un microcircuit et un substrat, dans laquelle une première couche comprend un premier enroulement dont une
5 première extrémité est connectée à une première borne du microcircuit, et dans laquelle une seconde couche, séparée de la première couche par le substrat, comprend un second enroulement dont une première extrémité est connectée à une seconde borne du microcircuit, caractérisée en ce que le premier enroulement est situé au droit du second enroulement au moins sur la moitié de sa longueur.

10

2. Entité électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le premier enroulement est formé dans un sens déterminé par rapport à une direction normale à la première couche et en ce que le second enroulement est formé dans un sens opposé, par rapport à ladite direction normale, au sens déterminé.

15

3. Entité électronique selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'une portion du premier enroulement est située au droit d'une portion du second enroulement et en ce que ladite portion du premier enroulement est située dans le premier enroulement à une distance en nombre de spires de la première extrémité
20 du premier enroulement sensiblement égale à la distance en nombre de spires de ladite portion du second enroulement à la première extrémité du second enroulement dans le second enroulement.

4. Entité électronique selon la revendication 3, caractérisée en ce que
25 ladite distance est inférieure à une spire.

5. Entité électronique selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que, pour un point desdites portions, lesdites distances sont égales.

30 6. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la seconde extrémité du premier enroulement est libre.

7. Entité électronique selon la revendication 6, caractérisée en ce que le premier enroulement est formé de spires comprenant au moins une partie rectiligne

et en ce que la seconde extrémité du premier enroulement est située à l'extrémité d'un brin de la spire externe qui s'étend sur une partie seulement de ladite partie rectiligne.

5 8. Entité électronique selon la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce que la seconde extrémité du second enroulement est libre.

9. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la seconde extrémité du premier enroulement est connectée à la
10 seconde extrémité du second enroulement au moyen d'un trou d'interconnexion.

10. Entité électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'au moins une troisième couche, différente de la première couche et de la seconde couche, comprend un troisième enroulement situé au droit du premier enroulement
15 sur au moins la moitié de sa longueur et participant à une connexion entre la seconde extrémité du premier enroulement et la seconde extrémité du second enroulement.

11. Entité électronique selon la revendication 10, caractérisée en ce que
20 le premier enroulement, le second enroulement et le troisième enroulement sont formés chacun par une spire.

12. Entité électronique selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que la troisième couche est située entre la première couche et la seconde
25 couche.

13. Entité électronique selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisée en ce que la seconde extrémité du premier enroulement est connectée à une extrémité du troisième enroulement au moyen d'un trou d'interconnexion.

30 14. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée en ce qu'un condensateur est connecté à la première et à la seconde bornes du microcircuit.

15. Entité électronique selon la revendication 14, caractérisée en ce que le condensateur comprend une première armature formée sensiblement dans le plan du premier enroulement et une seconde armature formée sensiblement dans le plan du second enroulement.

5

16. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que la première extrémité du second enroulement est connectée à la seconde borne du microcircuit au moyen d'un trou d'interconnexion traversant le substrat.

10

17. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que la première couche est formée sur une première face du substrat et en ce que la seconde couche est formée sur une seconde face du substrat.

15

18. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisée en ce que le premier enroulement est formé par une première piste conductrice, en ce que le second enroulement est formé par une seconde piste conductrice et en ce que la première piste conductrice et la seconde piste conductrice ont des largeurs sensiblement égales.

20

19. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisée en ce qu'elle est une carte à microcircuit.

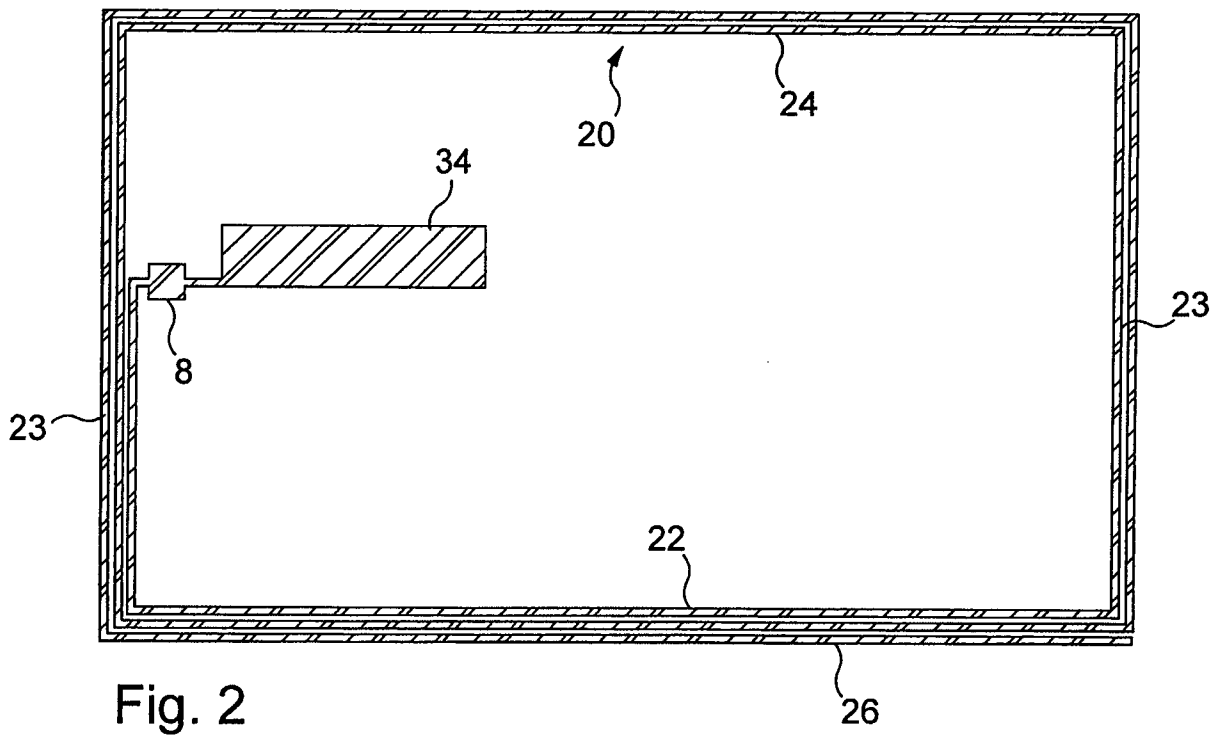
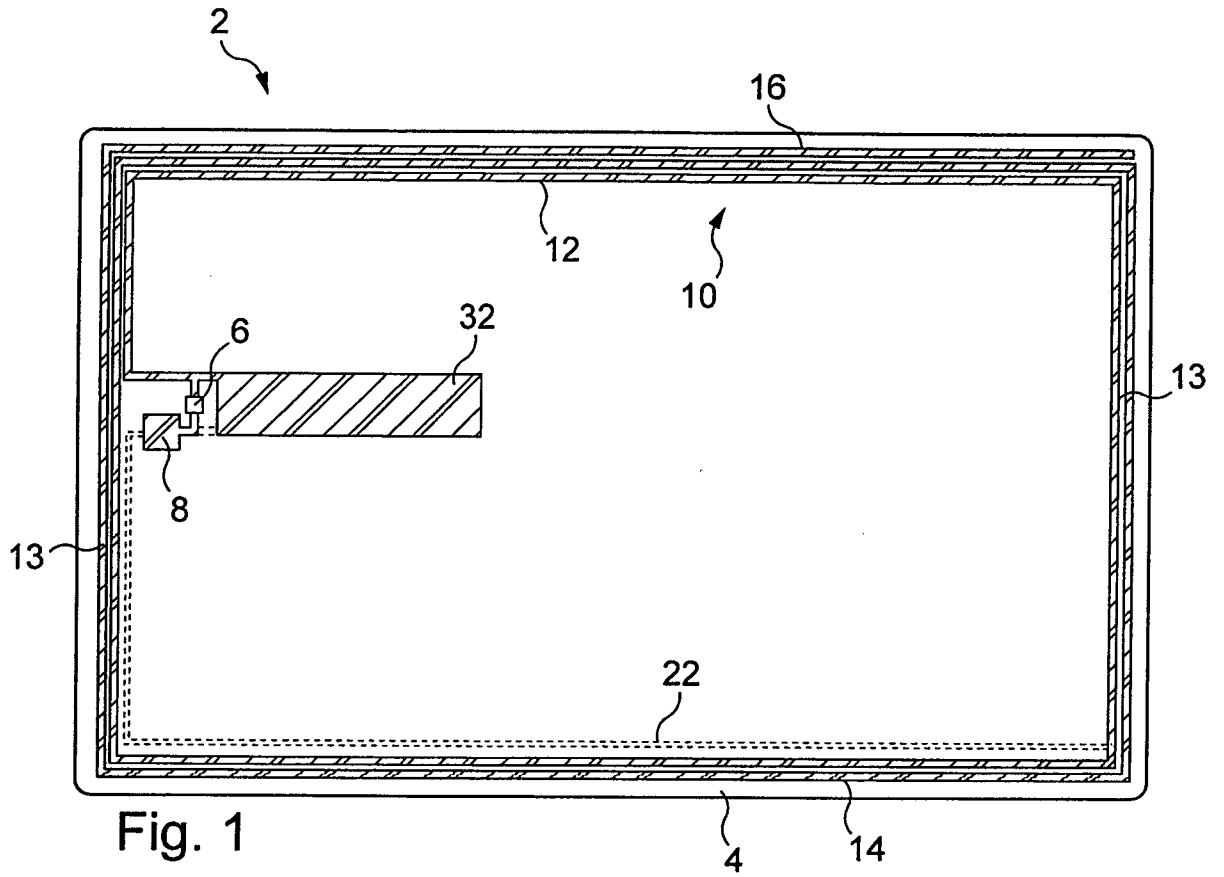
25

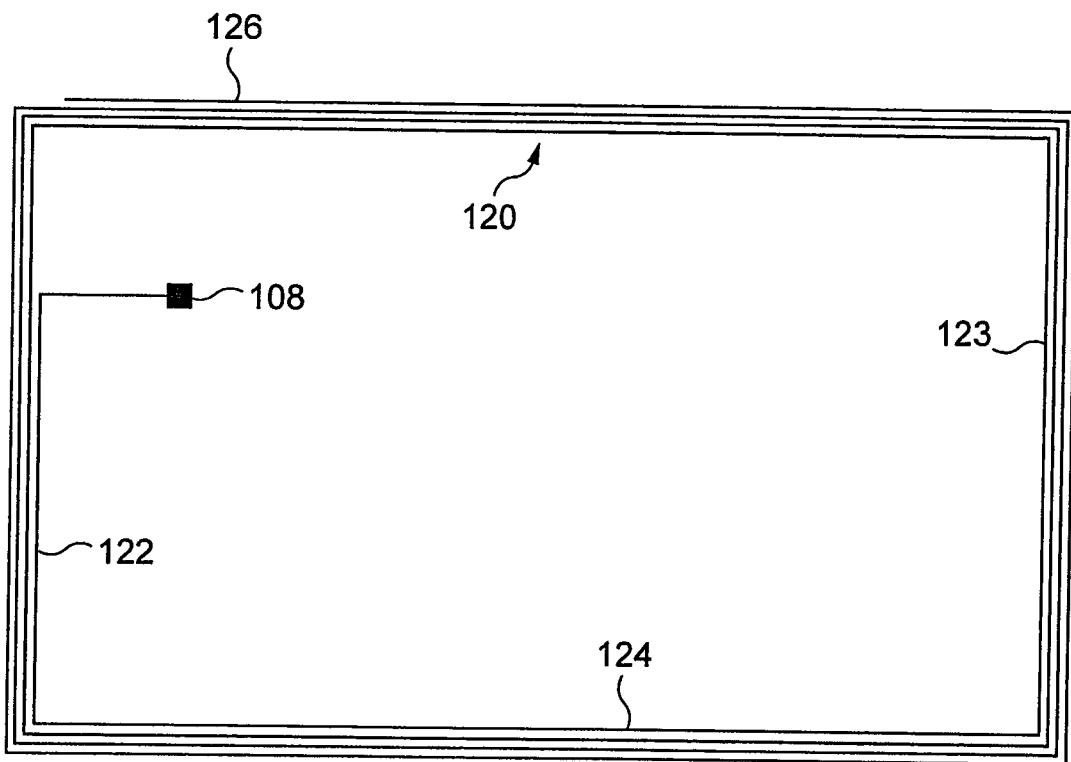
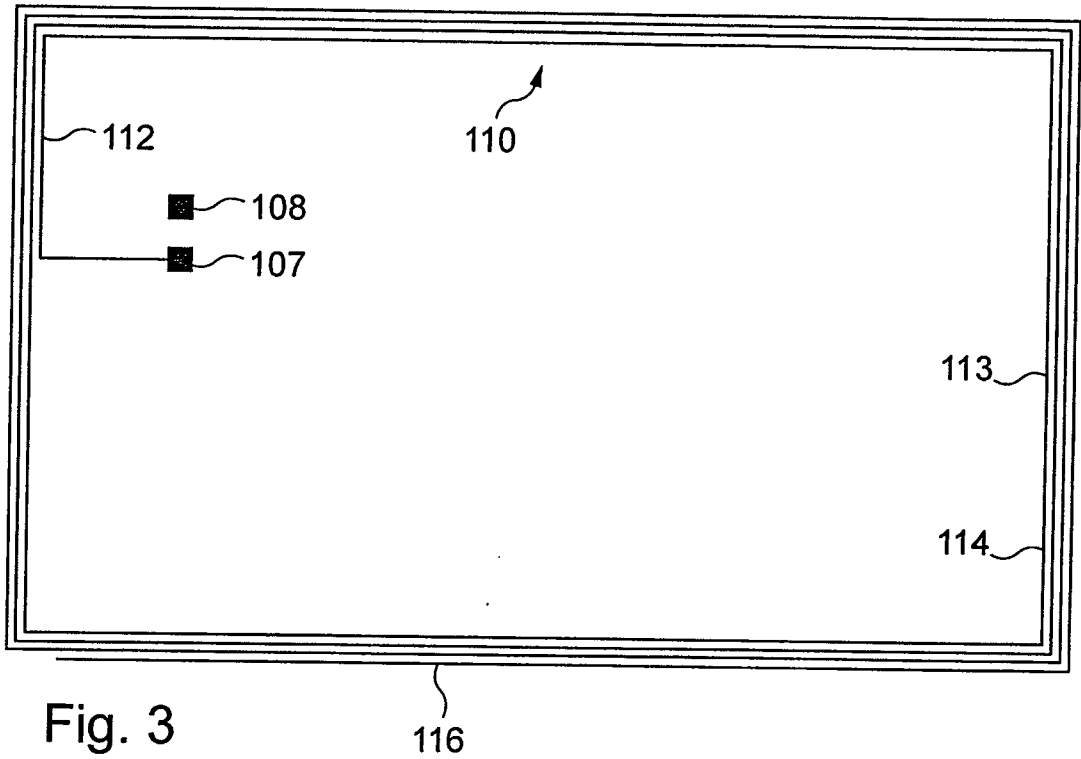
20. Entité électronique selon la revendication 19, caractérisée en ce que les premier et second enroulements sont implantés au sein d'une vignette de la carte.

21. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisée en ce qu'elle est conforme à la norme ISO14443.

30

22. Entité électronique selon l'une des revendications 1 à 21, caractérisée en ce que le microcircuit, associé auxdits enroulements, est apte à échanger des informations modulées à une fréquence de 13,56 MHz.





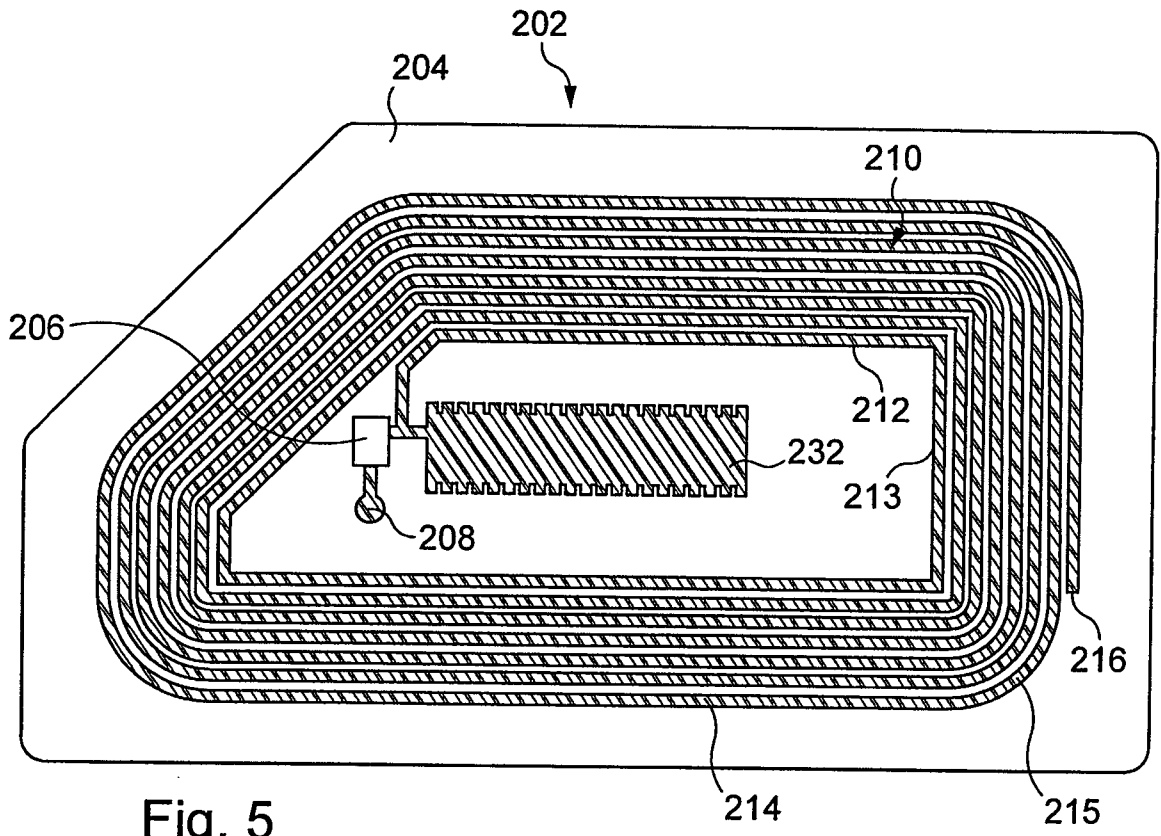


Fig. 5

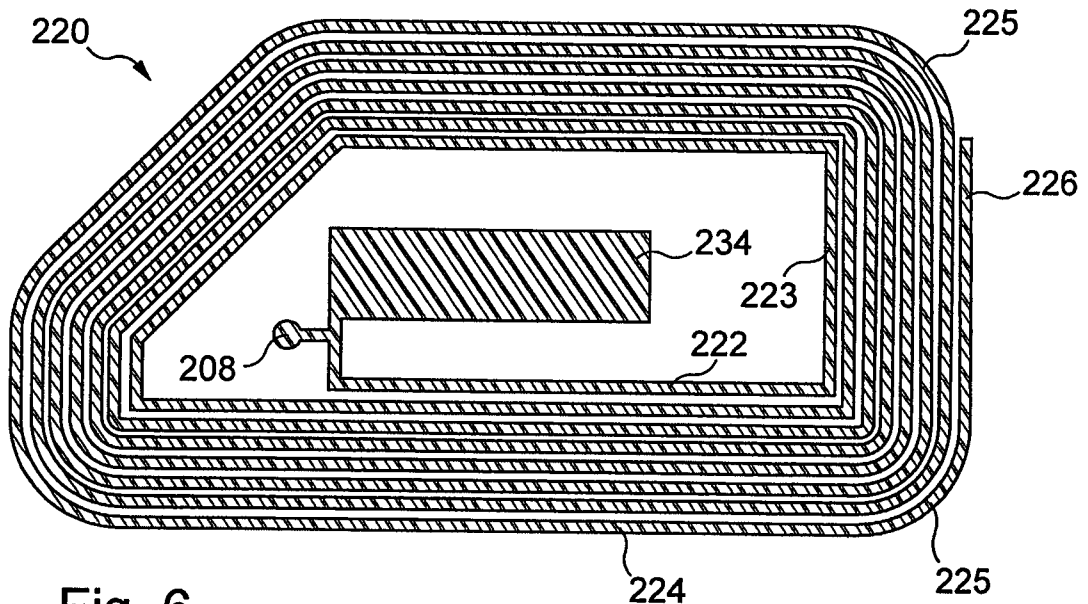


Fig. 6

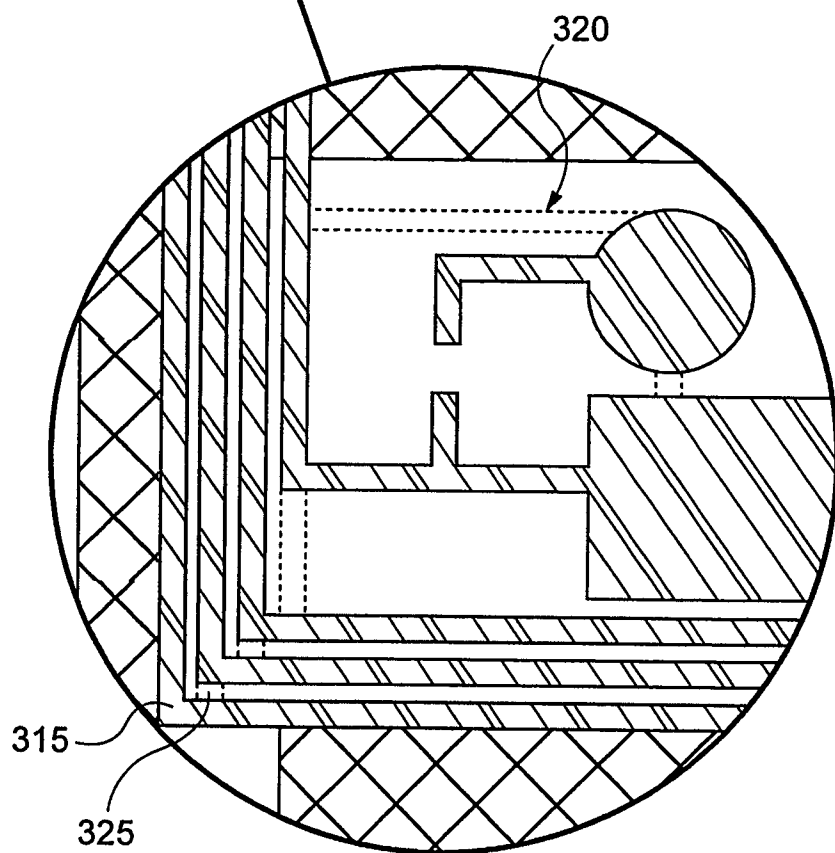
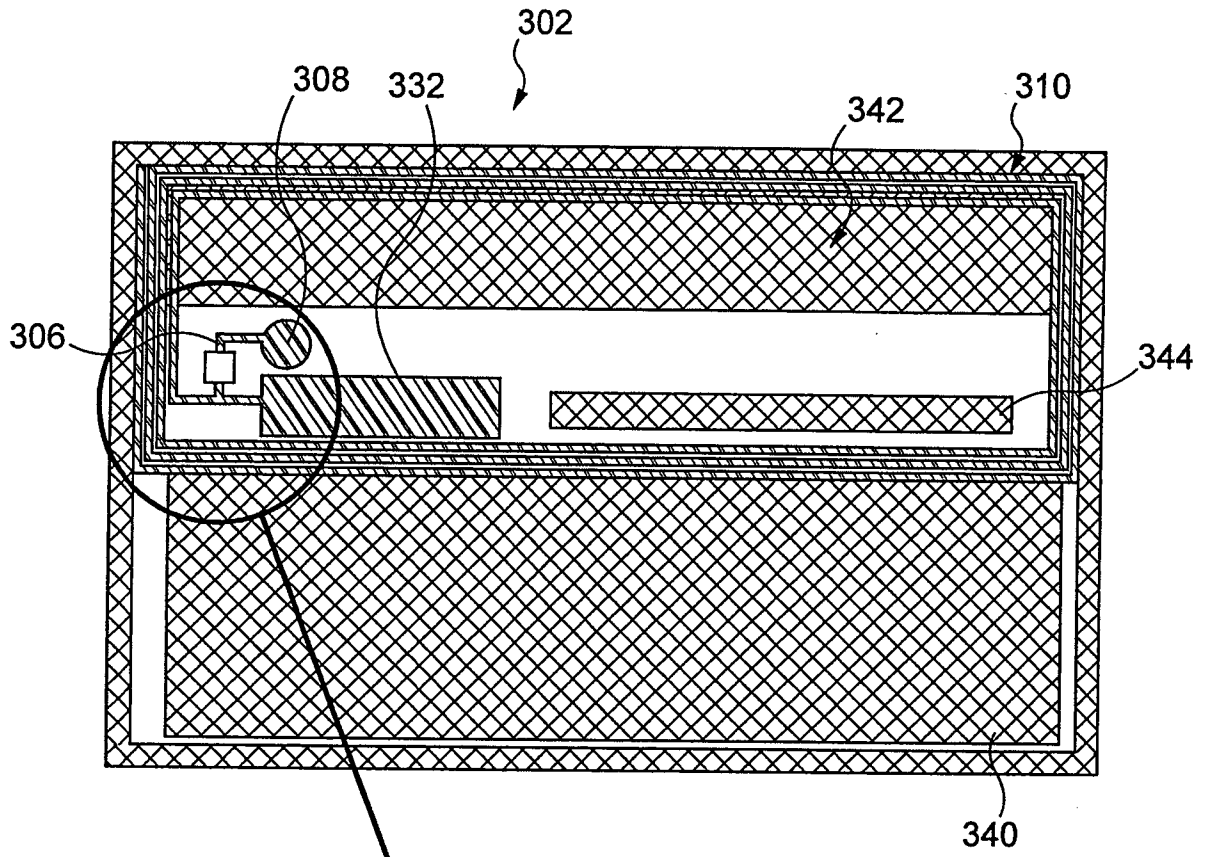


Fig. 7

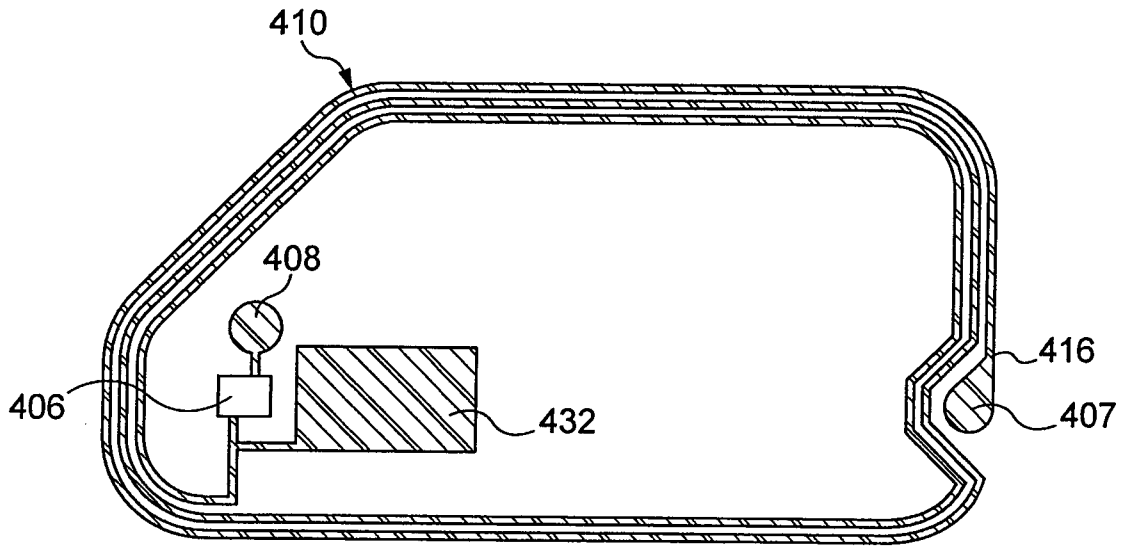


Fig. 8

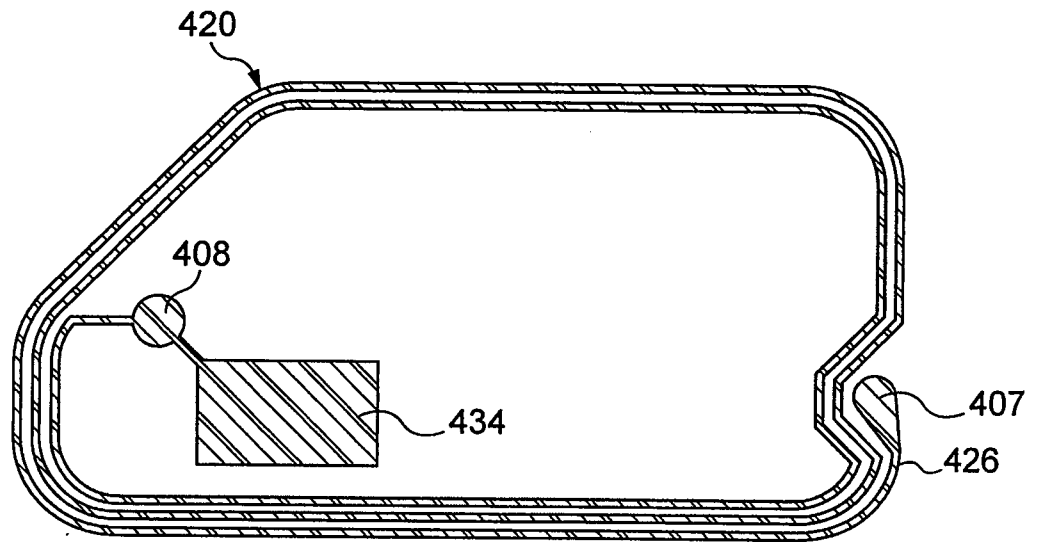


Fig. 9

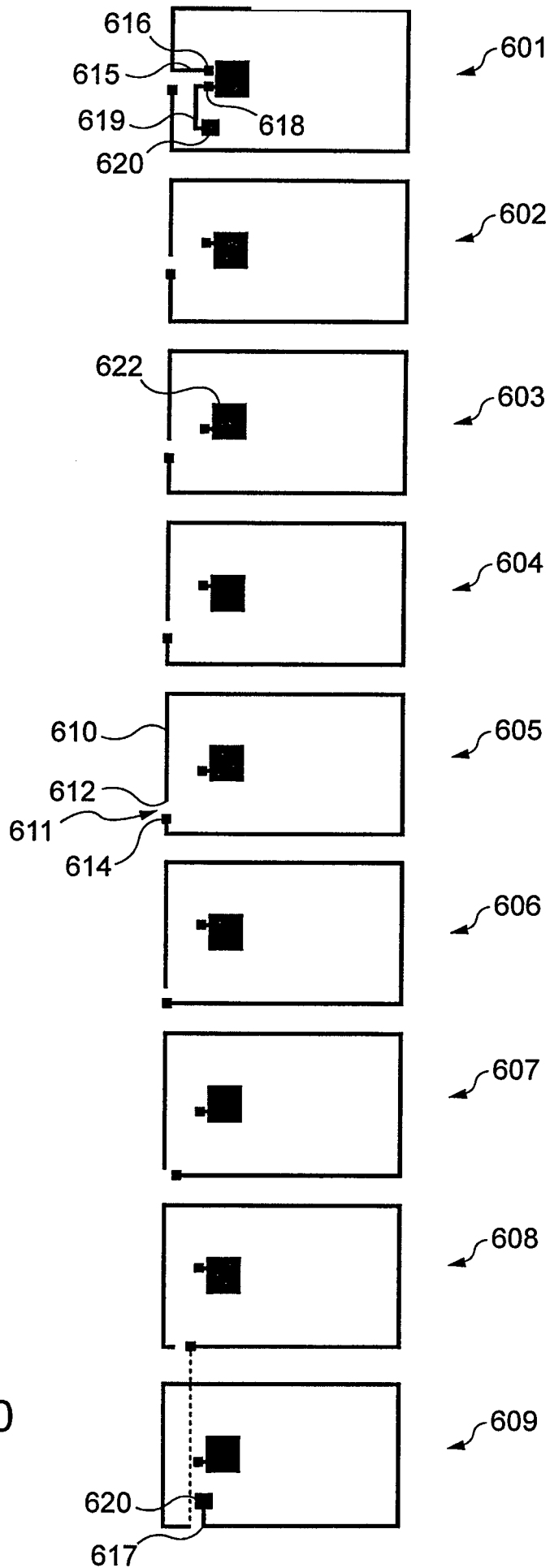


Fig. 10