

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

①① N° de publication : **3 062 503**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **17 50679**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **G 06 K 19/077 (2017.01), H 04 B 5/00**

①②

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF RFID ET PROCEDE DE FABRICATION.

②② Date de dépôt : 27.01.17.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 03.08.18 Bulletin 18/31.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 05.04.19 Bulletin 19/14.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *OBERTHUR TECHNOLOGIES  
Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : ALI AHMED.

⑦③ Titulaire(s) : *OBERTHUR TECHNOLOGIES Société  
anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

FR 3 062 503 - B1



5

### Arrière-plan de l'invention

10 L'invention se rapporte au domaine des dispositifs RFID (pour « radio frequency identification » en anglais) et concerne plus particulièrement une carte RFID configurée pour fonctionner en mode sans contact.

De façon connue, un dispositif RFID (ou « RFID tag » en anglais) est destiné à communiquer par radiofréquence (RF) avec un lecteur RFID, par exemple à une fréquence  
15 de 13,56MHz. Les dispositifs RFID sont aujourd'hui largement utilisés dans divers domaines d'applications, notamment pour l'identification des personnes, le paiement sans contact, le contrôle d'objets connectés...

Des avancées technologiques permettent aujourd'hui d'intégrer un tel dispositif RFID dans une carte présentant par exemple le format d'une carte bancaire (format ID-1 selon la  
20 norme ISO 7810). L'inclusion d'un dispositif RFID dans une telle carte facilite notamment la prise en main pour l'utilisateur. On peut ainsi présenter une carte RFID face à un lecteur RFID pour payer un titre de transport ou s'identifier auprès d'un service donné, par exemple.

La **figure 1** représente schématiquement la structure d'une carte RFID 80  
25 conventionnelle. Dans cet exemple, la carte RFID 80 comprend un corps de carte 82 dans lequel sont disposés un microcontrôleur (ou transpondeur) RF 84 et une antenne RF 86. Le microcontrôleur RF 84, se présentant sous la forme d'une puce électronique, est configuré pour coopérer en mode sans contact selon la norme ISO 14443 avec un lecteur externe, au moyen de l'antenne RF 86 à laquelle le microcontrôleur RF 84 est connecté électriquement.  
30 L'antenne RF 86 peut comporter une ou plusieurs spires s'étendant dans le corps de carte 82.

De façon bien connue, le microcontrôleur RF 84 fonctionne en mode sans contact en utilisant l'énergie collectée par l'antenne RF 86 à partir de signaux RF provenant d'un lecteur sans contact.

35 Pour les cartes RFID de grand format, tel que de format ID-1 selon la norme ISO 7810 par exemple, l'antenne RF 86 peut être réalisée selon une technique de fabrication filaire bien connue consistant à former l'antenne RF 86 sous la forme d'un fil conducteur qui est

intégré au corps de carte 82 pour réaliser au moins une spire. La technique de formation filaire est aujourd'hui bien maîtrisée et permet de contrôler précisément la fréquence de travail de l'antenne RF 84 en ajustant le nombre de spires, le diamètre du fil de l'antenne, ou encore l'espacement entre chaque spire.

5 Grâce aux progrès en termes de miniaturisation, il est aujourd'hui possible de fabriquer des cartes RFID de format inférieur au format ID-1 selon la norme ISO 7810. Cependant, certaines contraintes techniques, et notamment l'espace réduit disponibles dans les cartes RFID de petite taille, imposent de monter une capacité supplémentaire en parallèle du microcontrôleur RF 84 afin d'atteindre les spécifications souhaitées.

10 La **figure 2** représente le schéma électrique d'une carte RFID de petite taille (inférieur à ID-1) dans laquelle a été incorporée une capacité supplémentaire en parallèle comme indiqué ci-dessus. Plus précisément, un microcontrôleur RF 92 est connecté via deux bornes électriques aux extrémités d'une antenne RF 90. Le microcontrôleur RF 92 équivaut ici électriquement à une capacité  $C_b$  montée en parallèle avec une résistance  $R_b$  tandis que  
15 l'antenne RF 90 équivaut ici électriquement à un ensemble comprenant une résistance  $R_a$  en série avec une inductance  $L_a$ , cet ensemble étant monté en parallèle avec une capacité  $C_a$ .

Comme illustré en **figure 2**, une capacité supplémentaire  $\Delta C$  est montée en parallèle aux bornes du microcontrôleur RF 92 afin de pouvoir ajuster la fréquence de travail de  
20 l'antenne RF 90, notamment lorsque le nombre de spires est limité.

Cependant, l'ajout de cette capacité  $\Delta C$  pose des problèmes en termes de fabrication. En pratique, cette capacité  $\Delta C$  est un composant discret monté en surface sur le substrat de la carte. Or, la présence d'un tel composant n'est pas adaptée à la mise en œuvre de la technique de fabrication filaire pour réaliser l'antenne RF 90. La formation d'une antenne  
25 RF filaire impose en particulier l'utilisation d'une technique de soudure par arc électrique qui est incompatible avec un composant discret monté en surface tel que la capacité  $\Delta C$ .

Aussi, pour des tailles de format inférieures à ID-1 selon la norme ISO 7810, on fabrique aujourd'hui l'antenne RF selon une autre technique de fabrication, en l'occurrence par gravure sur un circuit imprimé, dit PCB pour « Printed Circuit Board ».

30 La **figure 3** représente schématiquement la structure d'une carte RFID 100 conforme au schéma électrique représenté en **figure 2**. La carte RFID 100 est de taille inférieure à ID-1 selon la norme ISO 7810. Dans cet exemple, le corps de carte 102 de la carte RFID 100 comporte un élément détachable 104 fixé au reste du corps 102 au moyen de liaisons mécaniques 108 qu'un utilisateur peut rompre manuellement.

35 L'élément détachable 104 comprend, sur un PCB 110, une antenne RF 116 connectée électriquement en parallèle à un microcontrôleur RF 112 et à une capacité 114, cette dernière étant un composant discret monté en surface sur le PCB 110. La formation de

l'antenne RF 116 par gravure sur le PCB permet ne pas endommager la capacité 114 dans la mesure où la technique de soudure par arc électrique n'est pas utilisée dans ce cas (usage d'une pâte conductrice à base Ag par exemple).

5 La fabrication d'une antenne RF par gravure sur un PCB présente cependant des inconvénients majeurs. En particulier, la réalisation d'un PCB est généralement complexe et engendre un coût de fabrication élevé. En outre, il n'est pas possible de laminier un PCB avec des couches de PVC comme cela peut être fait pour des cartes de format ID-1, ce qui empêche de personnaliser l'aspect esthétique de la carte de façon satisfaisante.

10 Il existe aujourd'hui un besoin pour palier notamment aux inconvénients et insuffisances exposés ci-avant.

#### Objet et résumé de l'invention

A cet effet, la présente invention concerne une carte RFID présentant une surface inférieure ou égale à  $\frac{1}{4}$  de la surface du format ID1 selon la norme ISO 7810, la carte  
15 RFID comprenant :

- un substrat ;
- une antenne RF de type filaire disposée dans le substrat ; et
- un module électronique, disposé dans le substrat, comportant :
  - o une puce RF ;
  - 20 o au moins une capacité sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et
  - o un boîtier dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins une capacité ;

25 dans laquelle la puce RF et ladite au moins une capacité sont chacune connectée électriquement en parallèle à deux extrémités de l'antenne RF de sorte que le module RF puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur de la carte RFID en utilisant ladite antenne RF.

L'invention permet avantageusement de réaliser une carte RFID de petite taille avec une antenne RF de type filaire. Autrement dit, malgré la petite taille de la carte RFID  
30 imposant la présence d'au moins une capacité pour ajuster la fréquence de résonance de l'antenne RF, il est possible d'utiliser la technique de fabrication filaire pour former l'antenne RF. De cette manière, il n'est pas nécessaire d'utiliser un PCB pour former le substrat de la carte RFID, ce qui permet de limiter la complexité de construction de la carte RFID ainsi que les coûts de fabrication. En outre, il est ainsi possible de personnaliser  
35 l'aspect esthétique de la carte RFID avec si besoin au moins une couche de protection laminée sur une face de la carte RFID.

Selon un mode de réalisation particulier, la puce RF et la capacité sont connectées électriquement aux extrémités de l'antenne RF via des fils de câblage.

5 Selon un mode de réalisation particulier, le module électronique comprend une grille de connexion sur lequel sont montées la puce RF et ladite au moins une capacité. La grille de connexion comporte par exemple une première et une deuxième zone de connexion, dites zones de connexion internes, situées dans le boîtier,

les fils de câblage étant configurés de sorte à connecter des première et deuxième zones de connexion internes à chacune parmi la puce RF et ladite au moins une capacité.

10 Selon un mode de réalisation particulier, la grille de connexion s'étend de sorte à former une première et une deuxième zone de connexion, dites zones de connexion externes, situées à l'extérieur du boîtier du module électronique, chaque zone de connexion externe étant connectée respectivement à une extrémité respective de l'antenne RF et à une zone de connexion interne respective.

15 Selon un mode de réalisation particulier, le substrat est en plastique (en PVC par exemple ou équivalent). Selon un exemple particulier, le substrat n'est pas (ou ne comporte pas) de PCB.

Selon un mode de réalisation particulier, ladite au moins une capacité est de type Si.

20 Selon un mode de réalisation particulier, au moins une couche de protection supérieure et au moins une couche de protection inférieure sont laminées de part et d'autre du substrat. Une couche de protection supérieure et/ou inférieure est par exemple laminée sur le substrat de sorte à recouvrir le module électronique.

Selon un mode de réalisation particulier, l'antenne RF est intégrée dans le substrat par application d'ultrasons (et éventuellement aussi d'une pression).

25 Selon un mode de réalisation particulier, l'antenne RF présente un format conforme à la classe 5 ou à la classe 6 selon la norme ISO 14443.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'une carte RFID comprenant les étapes suivantes :

- fourniture d'un module électronique comportant :
  - 30 ○ une puce RF ;
  - au moins une capacité sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et
  - un boîtier dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins une capacité ;
- montage du module électronique sur un substrat ;
- 35 - formation d'une antenne RF de type filaire dans le substrat ; et
- connexion électrique du module électronique à deux extrémités de l'antenne RF, la puce RF et ladite au moins une capacité étant chacune connectée électriquement

en parallèle aux deux extrémités de l'antenne RF, de sorte que le module RF puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur de la carte RFID en utilisant ladite antenne RF.

5 Selon un exemple particulier, lors de l'étape de formation, l'antenne RF est intégrée dans le substrat par application d'ultrasons (et éventuellement aussi par application d'une pression).

Selon un exemple particulier, lors de l'étape de formation, l'antenne RF est bobinée selon un gabarit mécanique puis intégrée dans le substrat par application d'une matière adhésive.

10 Selon un mode de réalisation particulier, le module électronique comprend une grille de connexion sur lequel sont montées la puce RF et ladite au moins une capacité,

dans lequel la grille de connexion s'étend hors du boîtier de sorte à former une première et une deuxième zone de connexion, dites zones de connexion externes, chaque zone de connexion externe étant connectée électriquement à une extrémité respective de l'antenne RF, d'une part, et à la puce RF ainsi qu'à ladite au moins une capacité, d'autre part,

dans lequel, lors de l'étape de connexion, chaque extrémité de l'antenne RF est soudée sur une dite zone de connexion externe respective du module électronique.

20 Selon un mode de réalisation particulier, l'antenne RF est comprise dans une couche du substrat, l'étape de formation de l'antenne RF comprenant le positionnement de ladite couche sur le substrat sur lequel est monté le module électronique de sorte que les extrémités de l'antenne RF soient chacune située en regard d'une zone de connexion externe respective du module électronique.

25 Selon un mode de réalisation particulier, au moins une couche de protection supérieure et au moins une couche de protection inférieure sont laminées de part et d'autre du substrat.

Selon un mode de réalisation particulier, l'étape de fourniture du module électronique comprend les étapes suivantes :

- 30 - fixation de la puce RF et de ladite au moins une capacité sur une grille de connexion du module électronique ;
- connexion de la puce RF et de ladite au moins une capacité, via des fils de câblage, à deux zones de connexion internes de la grille de connexion ; et
- formation du boîtier du module électronique à partir d'une résine d'encapsulation de sorte que ladite résine encapsule les fils de câblage, les zones de connexion internes de la grille de connexion étant situées dans le boîtier.

35 L'invention concerne également un dispositif RFID comprenant un corps dans lequel sont disposés :

- une antenne RF de type filaire occupant une zone d'accueil dont la surface est inférieure à 10 cm<sup>2</sup> ; et
- un module électronique comportant :
  - o une puce RF ;
  - o au moins une capacité sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et
  - o un boîtier dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins une capacité ;

5

10

dans laquelle la puce RF et ladite au moins une capacité sont chacune connectée électriquement en parallèle à deux extrémités de l'antenne RF de sorte que le module électronique puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur du dispositif RFID en utilisant ladite antenne RF ;

dans lequel le corps est moulé de sorte à enrober l'antenne RF et le module électronique.

15

Le corps forme par exemple un bracelet.

#### Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les figures:

20

- la figure 1 déjà décrite représente schématiquement une carte RFID conventionnelle selon un premier exemple ;
- la figure 2 représente le schéma électrique d'une carte RFID selon un deuxième exemple ;
- la figure 3 représente schématiquement une carte RFID conventionnelle selon un autre exemple ;
- la figure 4 est une vue en coupe représentant schématiquement une carte RFID selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 5 représente schématiquement la structure d'un module électronique selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 6 représente schématiquement la structure d'une carte RFID selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 7 représente schématiquement le schéma électrique d'une carte RFID selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- la figure 8 représente, sous forme d'un ordinogramme, les étapes d'un procédé de fabrication d'une carte RDIF selon un mode de réalisation particulier de l'invention ; et

25

30

35

- la figure 9 représente, sous forme d'un ordinogramme, les étapes d'un procédé de fabrication d'une carte RFID selon une variante de réalisation.

#### Description détaillée de plusieurs modes de réalisation

5 Comme indiqué ci-avant, l'invention concerne les dispositifs RFID et plus particulièrement les cartes RFID configurées pour fonctionner en mode sans contact.

Dans ce document, les termes « carte RFID » ou « dispositif RFID » désignent respectivement une carte ou un dispositif conforme à la norme ISO 14443 (par exemple la version ISO/CEI 1444-1 : 2016). Bien que les exemples de réalisation de l'invention décrits  
10 ci-après portent sur une carte RFID, d'autres types de dispositifs RFID sont toutefois possibles dans le cadre de l'invention.

Comme indiqué ci-avant, l'usage d'un PCB pour réaliser une carte RFID présentent des inconvénients majeurs. Pour pallier notamment ces inconvénients, l'invention propose, selon divers modes de réalisation, une carte RFID comprenant un substrat dans (ou sur)  
15 lequel sont ménagés une antenne RF de type filaire et un module électronique. Ce module électronique comprend une puce radiofréquence (RF) (et plus particulièrement un microcontrôleur RF), au moins une capacité sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et un boîtier dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins une capacité. La puce RF et ladite au moins une capacité sont chacune connectées  
20 électriquement en parallèle à deux extrémités de l'antenne RF de sorte que le module électronique puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur de la carte en utilisant ladite antenne RF. L'invention trouve une application particulière, mais non limitative, dans le cas où la carte RFID présente une taille inférieure au format ID-1 selon la norme ISO 7810. Selon un exemple particulier, la surface de la carte RFID est inférieure ou  
25 égale à  $\frac{1}{4}$  de la surface du format ID-1 selon la norme ISO 7810, comme décrit plus en détail ultérieurement.

La présente invention vise également un procédé de fabrication d'une telle carte RFID.

D'autres aspects et avantages de la présente invention ressortiront des exemples de réalisation décrits ci-dessous en référence aux dessins mentionnés ci-avant.

30 Sauf indications contraires, les éléments communs ou analogues à plusieurs figures portent les mêmes signes de référence et présentent des caractéristiques identiques ou analogues, de sorte que ces éléments communs ou analogues ne sont généralement pas à nouveau décrits par souci de simplicité.

Une carte RFID 2 est à présent décrite en référence aux **figures 4** et **5**, selon un  
35 mode de réalisation particulier de l'invention. La **figure 4** représente en vue de coupe la carte RFID 2 comprenant un substrat 5, une antenne RF 12 de type filaire disposée dans le substrat 5, et un module électronique 4 (ou module RF) disposé dans le substrat 5. La

**figure 5** représente plus particulièrement la structure du module électronique 4 selon un exemple particulier. Comme indiqué par la suite, de nombreux éléments ne sont décrits qu'à titre d'exemple.

Comme indiqué par la suite, l'antenne filaire RF 12 peut être fabriquée directement dans le substrat 5 ou, alternativement peut être formée (ou bobinée) séparément puis assemblée au substrat 5.

La carte RFID 2 présente par exemple une taille inférieure au format ID-1 selon la norme ISO 7810, tel que par exemple le format ID-000 (désigné parfois sous l'appellation « format SIM ») selon la norme ISO 7810. Selon un exemple particulier, la carte RFID 2 présente une surface (dans le plan dans lequel elle s'étend) inférieure ou égale à  $\frac{1}{4}$  de la surface du format ID-1 selon la norme ISO 7810. A noter que, selon la norme ISO 7810, le format ID-1 présente une longueur  $L = 85,6 \pm 0,12$  mm, une largeur  $l = 53,97 \pm 0,05$  mm, la surface du format ID-1 étant donc approximativement de  $46,2$  cm<sup>2</sup>. La surface du format ID-000 est approximativement de  $3,75$  cm<sup>2</sup> (pour des dimensions de 25 mm x 15 mm environ).

Plus précisément, comme illustré en **figure 4**, le substrat 5 comprend des couches 6, 8 et 10. La couche intermédiaire 8 et la couche supérieure 10 forment ensemble une couche 9 positionnée sur la couche inférieure 6. La formation du substrat en 3 sous-couches 6, 8 et 10 ne constitue toutefois qu'un exemple de réalisation, d'autres mises en œuvre étant possibles selon lesquelles un nombre quelconque de couches (au moins une) forment le substrat 5.

Les couches 6, 8 et 10 sont par exemple en plastique (PVC, PETG ou autre) ou tout autre matériau approprié.

Le substrat 5 présente par exemple une épaisseur de l'ordre de 400  $\mu$ m, cette épaisseur pouvant varier en fonction notamment de l'épaisseur du module électronique 4 et des épaisseurs de la capacité CP et du microcontrôleur RF 3.

Dans l'exemple considéré ici, le substrat 5 n'est pas un PCB (circuit imprimé). Sa réalisation est donc simple et peu coûteuse.

Dans cet exemple, le module électronique 4 est positionné sur la première couche 6 du substrat 5. Par ailleurs, l'antenne RF 12, qui présente ici une pluralité de spires, est formée dans la couche 9.

En outre, deux extrémités notées 12A et 12B de l'antenne 12 sont respectivement positionnées sur, et connectées à, des zones de connexion Z2A et Z2B, dites zones de connexion externes, du module électronique 4. Dans cet exemple, ces extrémités d'antenne 12A, 12B sont comprises dans la couche supérieure 10 du substrat 5, bien que d'autres arrangements soient possibles.

La connexion électrique des extrémités d'antenne 12A et 12B sur les zones de connexion externes correspondantes Z2A et Z2B est réalisé par exemple par soudure (par exemple par arc électrique).

Selon un exemple particulier, l'antenne RF 12 présente une taille inférieure ou égale à 5  $\frac{1}{4}$  de la taille d'une antenne RF conforme à la classe 1 selon la norme ISO 14443. Pour rappel, la norme ISO 14443 spécifie qu'une antenne RF doit s'étendre (ou être contenue) dans une zone définie par deux rectangles, à savoir un rectangle extérieur dans lequel doit se trouver l'antenne RF et un rectangle intérieur (inclus dans le rectangle extérieur) dans lequel l'antenne RF ne doit pas se trouver. Selon la norme ISO 14443, une antenne de 10 classe 1 par exemple doit s'étendre dans un rectangle extérieur présentant les dimensions 81 mm x 49 mm, à l'exclusion (c.-à-d. hors) d'un rectangle intérieur présentant les dimensions 64 mm x 34 mm. Selon l'exemple de réalisation considéré ici, l'antenne RF 12 doit être disposée dans un rectangle extérieur présentant une longueur et une largeur inférieure ou égale respectivement à la moitié de la longueur et à la moitié de largeur du 15 rectangle extérieur tel que défini par la norme ISO 14443 pour une antenne de classe 1.

Selon un exemple particulier, l'antenne RF 12 présente un format conforme à la classe 5 ou à la classe 6 selon la norme ISO 14443.

De manière générale, on notera que divers configurations de l'antenne RF 12 sont possibles. En particulier, il est possible de faire varier le nombre de spires, le diamètre du fil 20 de l'antenne RF 12 et/ou l'espacement inter-spire afin notamment d'adapter la fréquence de travail (c'est-à-dire la fréquence de résonance) de l'antenne RF 12 selon le cas d'espèce, ici dans les limites imposées par le format de la carte RFID 2. Selon un exemple particulier, l'antenne RF 12 comprend au moins une spire.

Comme représenté en **figure 4**, une cavité 13 est aménagée dans cet exemple dans le 25 substrat 5 afin d'accueillir le module électronique 4. Cette cavité 13 est ici adaptée à la forme du module électronique 4, bien que d'autres configurations du substrat 5 soit possibles.

Le module électronique 4 présente dans cet exemple un profil en forme de marche sur deux bords opposés, ces bords formant les zones de connexion externes Z2A et Z2B. La 30 forme et l'arrangement de ces zones de connexion externes Z2A, Z2B, et plus généralement du module électronique 4, peuvent varier selon le cas. La fonction de ces zones de connexion externes Z2A, Z2B est décrite plus en détail ci-après.

Comme illustré en **figures 4-5**, le module électronique 4 comporte dans cet exemple un microcontrôleur (ou transpondeur) RF 3, une capacité CP sous forme d'un composant 35 discret (condensateur), et un boîtier 14 dans lequel sont encapsulés le microcontrôleur RF 3 et la capacité CP. Dans cet exemple, le microcontrôleur RF 3 se présente sous la forme d'une puce électronique (dite « puce RF »), la capacité CP étant externe à ladite puce.

Le boîtier 14 est ici formé à partir d'une résine d'encapsulation appropriée (par exemple une résine époxy bien connue de l'homme du métier).

Par ailleurs, la valeur de la capacité CP peut varier selon le cas et peut en particulier être choisie afin de fixer la fréquence de résonance de l'antenne RF 12 à une valeur  
5 souhaitée. Dans un exemple particulier, la capacité CP présente une valeur comprise entre 50 pF (pour « picofarad ») et 500 pF, tel que par exemple une valeur de 470 pF.

Selon un exemple particulier, la capacité CP est une capacité de type Silicium (Si). L'utilisation d'une capacité CP à base de silicium, ou plus généralement de semi-conducteur, permet d'obtenir un composant discret de petite taille (en surface et en  
10 épaisseur). La capacité CP présente ainsi une taille du même ordre que celle de la puce RF 3, voire même une taille inférieure à celle de la puce RF 3. Cela permet aussi d'obtenir le composant CP sous la forme d'un wafer que l'on peut traiter selon les mêmes procédés de fabrication et mêmes étapes d'assemblage que celles mises en œuvre pour le microcontrôleur RF 3. Le choix d'une capacité CP à base de semi-conducteur offre une  
15 grande variété de finitions au niveau des pads de connexion, ce qui permet ainsi une adaptation facile à la méthode d'assemblage souhaitée et aussi à la bande de fréquence de l'application. On peut par exemple opter pour une finition à base d'Aluminium pour des fils de câblage (wire-bonding) en Or, ou pour des finitions en Or pour des applications en hautes fréquences (par exemple au-delà de 1GHz).

Dans l'exemple considéré ici, la puce RF 3 et la capacité CP sont chacune connectée électriquement en parallèle aux deux extrémités 12A, 12B de l'antenne RF 12 de sorte que le module électronique 4 (et plus particulièrement le microcontrôleur RF 3) puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur de la carte RFID 2 en utilisant ladite  
20 antenne RF 12. Le microcontrôleur RF 3 est configuré pour fonctionner en mode sans contact en utilisant l'énergie collectée par l'antenne RF 12 à partir de signaux RF provenant d'un lecteur sans contact (non représenté).  
25

La connexion de la puce RF 3 et de la capacité CP est réalisée à partir de câbles de connexion 22 encapsulés dans le boîtier 4.

Plus précisément, selon l'exemple illustré en **figures 4-5**, le module électronique 4  
30 comprend dans cet exemple une grille de connexion 16 (appelée aussi cadre conducteur, ou « lead frame » en anglais) sur laquelle sont positionnées la puce électronique 3 et la capacité CP (composants montés en surface). Cette grille de connexion 16 est par exemple réalisée à partir d'un métal ou d'un alliage métallique (en cuivre par exemple). Dans cet exemple, la puce 3 et la capacité CP sont chacune fixées sur la grille de connexion 16 à  
35 l'aide d'une colle 15 non conductrice.

Dans l'exemple considéré ici, la grille de connexion 16 forme une première zone centrale, notée Z0, sur laquelle sont positionnées la capacité CP et la puce RF 3 à l'intérieur

du boîtier 14. La grille de connexion 16 forme également deux zones de connexion internes, notées Z1A et Z1B, à l'intérieur du boîtier 14, ces zones de connexion internes étant isolées électriquement de la zone centrale Z0. Cette isolation est réalisée dans cet exemple en séparant la zone centrale Z0 des zones de connexion internes Z1A, Z1B situées de part et d'autre avec de la résine d'encapsulation du boîtier 4.

Pour assurer la connexion électrique avec l'extérieur du module électronique 4, un fil de câblage 22a (et 22b respectivement) connecte la borne CP1 (et CP2 respectivement) de la capacité CP à la zone de connexion interne Z1A (et Z1B respectivement) de la grille de connexion 16. Les fils de câblage 22a et 22b sont ici respectivement fixés en des points A2 et B2 des zones de connexion internes Z1A et Z1B (**figure 5**). De même, un fil de câblage 22c (et 22d respectivement) connecte la borne 31 (et 32 respectivement) de la puce RF 3 à la zone de connexion interne Z1A (et Z1B respectivement) de la grille de connexion 16. Les fils de câblage 22c et 22d sont ici respectivement fixés en des points A3 et B3 des zones de connexion internes Z1A et Z1B (**figure 5**).

Les points de connexion A2 et A3 étant tous deux situés sur la plage de connexion interne Z1A, les fils de câblage 22a et 22c sont reliés électriquement l'un à l'autre. De même, les points de connexion B2 et B3 étant tous deux situés sur la plage de connexion interne Z1B, les fils de câblage 22b et 22b sont reliés électriquement l'un à l'autre.

Par ailleurs, la zone de connexion interne Z1A et la zone de connexion externe Z2A sont connectées ensemble électriquement, et forment ensemble une première zone de connexion ZA. De même, la zone de connexion interne Z1B et la zone de connexion externe Z2B sont connectées ensemble électriquement, et forment ensemble une deuxième zone de connexion ZB.

Comme illustré en **figure 5**, l'extrémité 12A de l'antenne RF est positionnée sur (ou en regard de) la zone de connexion externe Z2A de sorte à ce que ladite extrémité d'antenne 12A soit connectée électriquement à la borne CP1 de la capacité CP (via la zone de connexion ZA et le fil de câblage 22a) et que cette même extrémité d'antenne 12A soit connectée électriquement à la borne 31 de la puce RF 3 (via la zone de connexion ZA et le fil de câblage 31). De même, l'extrémité 12B de l'antenne RF est positionnée sur (ou en regard de) la zone de connexion externe Z2B de sorte à ce que ladite extrémité d'antenne 12B soit connectée électriquement à la borne CP2 de la capacité CP (via la zone de connexion ZB et le fil de câblage 22b) et que cette même extrémité d'antenne 12B soit connectée électriquement à la borne 32 de la puce RF 3 (via la zone de connexion ZB et le fil de câblage 32).

Cette configuration particulière du câblage 22 et de la grille de connexion 16 permet ainsi de connecter en parallèle le microcontrôleur RF 3 et la capacité CP aux extrémités 12A et 12B de l'antenne RF 12. Cette configuration permet en particulier d'obtenir le schéma

électrique équivalent tel qu'illustré en **figure 7**. La capacité 14 constitue ici la capacité supplémentaire  $\Delta C$  tel que décrite ci-avant en référence à la **figure 2**, à la différence que la capacité CP (correspondant à  $\Delta C$ ) est ici positionnée avec le microcontrôleur RF 3 au sein d'un module électronique 4.

5 On comprend que la carte RFID 2 telle que décrites ci-avant en référence aux **figures 4 et 5** ne constituent qu'un exemple non limitatif de réalisation, des variantes de réalisation étant possibles dans le cadre de l'invention. L'homme du métier comprend en particulier que certains éléments de la carte RFID 2 ne sont décrits ici que pour faciliter la compréhension de l'invention, ces éléments n'étant pas nécessaires pour mettre en œuvre  
10 l'invention.

En particulier, la configuration du module électronique 4, et notamment du câblage de connexion, de la grille de connexion 16, de l'arrangement de la capacité CP et de la puce RF 3, ou encore des formes et dimensions du module 4 peuvent être adaptés selon le cas. L'arrangement de l'antenne RF 12 peut également être adapté au cas d'espèce.

15 On comprend en outre que certains éléments généralement présents dans une carte RFID ont été volontairement omis car ils ne sont pas nécessaires à la compréhension de la présente invention.

La carte RFID 2 telles que représentée en **figures 4 et 5** peut présenter divers formes et tailles selon le cas d'espèce. Comme indiqué ci-avant, la surface de la carte RFID 2 (dans son plan principal) est par exemple inférieure ou égale à  $\frac{1}{4}$  de la surface du format ID1 selon la norme ISO 7810. Selon un autre exemple, c'est l'antenne RF 12 de la carte RFID 2 qui présente une taille inférieure à la classe 1 selon la norme ISO 14443. L'antenne RF 12 présente par exemple un format conforme à la classe 5 ou à la classe 6 selon la norme ISO  
20 14443.

25 La **figure 6** représente la configuration de la carte RFID 2 selon un exemple particulier. La carte RFID 2 présente ici un format ID-000 (ou 2FF) conforme à la norme ISO 7810. Comme illustré, l'antenne RF 12 présente dans cet exemple 3 spires et est connectée électriquement au niveau de ses extrémités 12A, 12B aux zones de connexion externes Z2A, Z2B respectivement.

30 Selon un exemple particulier, la carte RFID 2 telle que décrite ci-avant en référence aux **figures 4-6** peut comprendre en outre au moins une couche de protection supérieure et/ou au moins une couche de protection inférieure (non représentées) laminées de part et d'autre de la carte RFID 2. De manière avantageuse, le substrat 5 est en plastique, ou tout autre matériau approprié qui supporte un processus de lamination.

35 Par lamination, on entend dans ce document un processus mécanique consistant à fixer au moins une couche sur une face de la carte RFID en appliquant une pression mécanique selon une durée appropriée, avec apport ou non de chaleur, de sorte que les

couches constitutives du corps de carte sont assemblées à des pression et température telles que les matières (par exemple plastiques) qui la constituent atteignent leur point de ramollissement de Vicat (ou « Vicat softening point » en anglais) et s'interpénètrent localement pour donner des ensembles laminés sensiblement cohérents.

5 A noter que dans les modes de réalisation et variantes décrits ci-avant, la carte RFID 2 est une carte purement sans contact, c'est-à-dire configurée pour communiquer uniquement en mode sans contact avec l'extérieur.

Comme écrit ci-avant, l'invention propose d'intégrer au moins une capacité, se présentant sous la forme d'un composant discret, dans un module électronique comportant  
10 en outre un microcontrôleur RF. Le module électronique est lui-même aménagé dans le corps de carte d'une carte RFID. Une antenne RF formée dans le corps de carte est connectée électriquement au module électronique de sorte que ladite au moins une capacité et le microcontrôleur RF soient connectées en parallèle aux extrémités de l'antenne RF.

15 L'invention permet avantageusement de réaliser une carte RFID de petite taille avec une antenne RF de type filaire. Autrement dit, bien qu'il soit nécessaire d'équiper une carte RFID d'au moins une capacité pour ajuster la fréquence de résonance de l'antenne RF, il est possible d'utiliser la technique de fabrication filaire pour former l'antenne RF. Ceci est possible car la capacité supplémentaire qui est nécessaire pour ajuster la fréquence de  
20 résonance de l'antenne RF est protégée dans le boîtier du module électronique. Ainsi, il est possible d'employer la technique de soudure par arc électrique pour connecter électriquement l'antenne RF filaire.

L'invention permet ainsi de réaliser l'antenne RF selon une technique de fabrication filaire, et ce pour des cartes RFID de petite taille, telles que des cartes de format inférieur à  
25 ID-1 selon la norme ISO 7810 par exemple, et plus particulièrement pour les formats de carte RFID tels que définis précédemment. En particulier, l'invention s'applique aux cartes RFID présentant une surface inférieure ou égale à  $\frac{1}{4}$  de la surface du format ID1 selon la norme ISO 7810 (les cartes présentant le format ID-000 par exemple).

De cette manière, il n'est pas nécessaire d'utiliser un PCB pour former le substrat de la  
30 carte RFID, ce qui permet de limiter la complexité de construction de la carte RFID et les coûts de fabrication. La technique de fabrication filaire permet de réaliser la carte RFID à partir d'un substrat plastique ou équivalent.

Par ailleurs, en utilisant la technique de fabrication filaire pour réaliser l'antenne RF de la carte RFID, on peut avantageusement laminer des couches de protection supérieures  
35 et/ou inférieures sur la carte, ce qui n'est pas possible lorsqu'un PCB est utilisé en raison notamment de la fragilité de ce type de structure. Grâce à l'invention, on peut ainsi personnaliser de façon satisfaisante une carte RFID et ainsi améliorer significativement son

aspect esthétique et sa fiabilité fonctionnelle par rapport par exemple à une carte RFID réalisée à partir d'un PCB.

Selon un exemple de réalisation particulier, la carte RFID de l'invention est une carte RFID configurée pour fonctionner exclusivement en mode sans contact. Autrement dit, cette carte RFID est dépourvue de tout contact externe visant à permettre une communication par contact avec un lecteur (ou terminal) externe.

Un procédé de fabrication de la carte RFID 2 telle que décrite ci-avant est à présent décrit en référence à la **figure 8**.

Plus précisément, au cours d'une étape S2, on fournit un module électronique 4 tel que décrit précédemment en référence aux **figures 4-7**. Un exemple de fabrication d'un tel module est décrit plus en détail ultérieurement.

Le module électronique 4 est ensuite monté (S4) (ou fixé) sur un substrat, en l'occurrence la couche inférieure 6 telle que représentée en **figure 4**.

Une antenne RF 12 de type filaire comme décrite précédemment est ensuite formée (S6) dans ou sur le substrat. Pour ce faire, on utilise une technique de fabrication filaire bien connue consistant à former l'antenne RF 12 sous la forme d'un fil conducteur (généralement recouvert d'une gaine, ou résine, isolante) qui est intégré au substrat pour réaliser au moins une spire. La technique de formation filaire permet notamment d'ajuster le nombre de spires, le diamètre du fil de l'antenne, ou encore l'espacement entre chaque spire. Dans l'exemple considéré ici, l'antenne RF 12 est intégrée dans un deuxième substrat 9 comprenant les couches 8 et 10 (**figure 4**). Ce deuxième substrat 9, comportant l'antenne RF 12, est ensuite positionné sur le premier substrat 6 de sorte à placer respectivement les extrémités 12A et 12B de l'antenne RF 12 en regard des zones de connexion externes Z2A et Z2B. Dans cet exemple, le module électronique 4 se trouve ainsi positionné dans la cavité 13 que forme le deuxième substrat 9 avec le premier substrat 6.

A noter que dans l'exemple considéré ici, l'antenne filaire RF 12 est fabriquée directement dans la partie 9 du substrat 5. Alternativement, l'antenne RF 12 peut être fabriquée (ou bobinée) séparément puis assemblée (ou fixée) au substrat. L'antenne RF 12 peut être formée dans le substrat avant ou après le montage S4 du module électronique 4.

Une fois apposé (S6), le deuxième substrat 9 forme avec le premier substrat 6 un substrat global 5 (**figure 4**). Une résine 11 peut être utilisée pour combler un espace résiduel à l'interface entre le module électronique 4 et le substrat 5.

Dans cet exemple, le positionnement du deuxième substrat 9 sur le premier substrat 6 lors de l'étape S6 de formation de l'antenne RF est réalisé par lamination.

A noter que l'intégration de l'antenne RF 12 dans le deuxième substrat 9 peut être réalisée par exemple par application d'ultrasons de façon bien connue de l'homme du métier, et éventuellement aussi par application d'une pression mécanique sur l'ensemble.

Selon un autre exemple, l'antenne RF est formée en bobinant celle-ci selon un gabarit mécanique puis en intégrant la bobine dans le substrat par application d'une matière adhésive.

5 Au cours d'une étape de connexion S8, les extrémités 12A et 12B de l'antenne RF 12 sont connectées électriquement au module électronique 4, et plus précisément aux zones de connexion externes Z2A et Z2B respectivement, de sorte que la capacité CP et le microcontrôleur RF 3 soient connectés en parallèle aux extrémités d'antenne 12A et 12B, comme expliqué précédemment.

10 Les extrémités d'antenne 12A et 12B sont ici soudées par arc électrique aux points de soudure souhaités dans les zones de connexion externes Z2A et Z2B.

Une fois l'étape de connexion S8 effectuée, il est possible de laminer (S10) au moins une couche de protection supérieure et/ou au moins une couche de protection inférieure sur les deux faces du substrat 5 de la carte RFID. Au moins une couche de protection supérieure est par exemple laminée sur la face supérieure de la carte RFID 2 telle que représentée en **figure 4** afin de recouvrir la face supérieure du module électronique 4. De cette manière, aucune face du module 4 n'est directement accessible depuis l'extérieur de la carte RFID 2. Des couches supplémentaires peuvent être laminées sur au moins l'une des faces de l'ensemble pour personnaliser l'aspect esthétique de la carte RFID. Ces couches peuvent en particulier comporter un quelconque motif.

20 A noter que divers variantes de réalisation sont toutefois possibles pour fabriquer la carte RFID 2. L'ordre des étapes décrites ci-dessus peut notamment être adapté selon le cas. Par exemple, le module électronique 4 peut être monté avant ou après la formation de l'antenne RF 12 dans le substrat.

25 Selon une variante de réalisation du procédé de fabrication décrit ci-dessus en référence à la **figure 8**, on peut disposer la couche 8 (définissant déjà la partie inférieure de la cavité 13) sur la couche 6. On dépose ensuite le module électronique 4 dans la partie inférieure de la cavité 13 définie par les couches 6 et 8. On forme ultérieurement les spires de l'antenne RF 12 dans la couche 8 selon une quelconque technique appropriée comme déjà expliqué ci-avant (par exemple en formant directement l'antenne RF 12 dans la couche 8 ou en bobinant séparément l'antenne RF 12 puis en assemblant celle-ci à la couche 8). Une fois l'antenne RF 12 formée dans la couche 8, on réalise la connexion électrique S8 par soudure des extrémités d'antenne 12a et 12B sur les zones de connexion externes Z2A et Z2B respectivement, comme déjà expliqué. Pour ce faire, on utilise par exemple la technique de soudure par arc électrique. On dispose ensuite la couche 10 sur la couche 8 de sorte à placer le module électronique 4 dans la cavité 13 (**figure 4**). Les couches 6, 8 et 10 sont alors laminées ensemble afin de former le substrat 5 de la carte RFID 2.

Un exemple de réalisation du module électronique 4 tel que décrit précédemment est à présent décrit en référence à la **figure 9**. Cette réalisation intervient par exemple lors de l'étape de fourniture S2 représentée en **figure 8**.

5 Selon cet exemple de réalisation, on réalise une étape de fixation S20 au cours de laquelle la puce RF 3 et la capacité CP sont montés en surface sur la grille de connexion 16 (**figures 4 et 5**). La puce RF 3 et la capacité CP sont fixées sur la grille de connexion à l'aide par exemple d'une colle non conductrice 15. Dans un exemple particulier, la capacité CP et la puce RF 3 sont fixées (S20) au cours d'un même processus de collage. Selon une variante, la capacité CP est fixée avant ou après la puce RF 3.

10 Selon un exemple particulier, la même technique de collage est utilisée pour fixer la capacité CP et la puce RF 3 à la grille de connexion 16.

Au cours d'une étape de connexion S22, la puce RF 3 et la capacité CP sont chacune connectées électriquement à la grille de connexion 16, et plus particulièrement aux zones de connexion internes Z1A et Z1B comme décrit précédemment. Cette connexion se fait à l'aide de câbles de connexion 22 représentés en **figures 4-5**, selon une technique bien connus de l'homme du métier (en Or ou Al par exemple).

15 La puce RF 3, la capacité CP et les fils de câblage 22 sont ensuite encapsulés (S24) dans une résine d'encapsulation formant le boîtier 14 du module électronique 4. La capacité CP se trouve ainsi protégée des éventuelles agressions extérieures, telles que notamment les fortes tensions et températures susceptibles d'être générées lors de la connexion (S8) de l'antenne RF 12 filaire au module électronique 4.

25 Selon un exemple particulier, des zones d'évidement (non représentées) peuvent en outre être formées le long du contour d'une première partie de la carte comportant le module électronique et l'antenne RF, de sorte que cette première partie de carte forme un élément détachable vis-à-vis du reste de la carte.

Par ailleurs, on peut envisager dans le cadre de l'invention des dispositifs RFID sous une forme autre qu'une carte.

Selon un autre mode de réalisation, un dispositif RFID comprend un corps dans lequel sont disposés :

- 30
- une antenne RF de type filaire occupant une zone d'accueil dont la surface est inférieure à  $10 \text{ cm}^2$  ; et
  - un module électronique comportant :
    - 35
      - o une puce RF ;
      - o au moins une capacité sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et
      - o un boîtier dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins une capacité ;

dans laquelle la puce RF et ladite au moins une capacité sont chacune connectée électriquement en parallèle à deux extrémités de l'antenne RF de sorte que le module électronique puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur du dispositif RFID en utilisant ladite antenne RF ;

5 dans lequel le corps est moulé de sorte à enrober l'antenne RF et le module électronique.

Comme indiqué ci-avant, la norme ISO 14443 spécifie qu'une antenne RF doit s'étendre (ou être contenue) dans une zone définie par deux rectangles, à savoir un rectangle extérieur dans lequel doit se trouver l'antenne RF et un rectangle intérieur (inclus  
10 dans le rectangle extérieur) dans lequel l'antenne RF ne doit pas se trouver. Plus particulièrement, selon la norme ISO 14443, une antenne de classe 1 doit notamment être contenue dans un rectangle extérieur présentant les dimensions 81 mm x 49 mm, ce qui représente une zone d'accueil d'une surface de 3969 mm<sup>2</sup>, c.-à-d. approximativement 40 cm<sup>2</sup>. L'invention, selon le mode de réalisation décrit ici, vise un dispositif RFID comprenant  
15 une antenne RF occupant une surface d'accueil inférieure ou égale à ¼ de la surface de 40 cm<sup>2</sup> du rectangle extérieur tel que prévu par la norme ISO 14443 pour une antenne de classe 1. Autrement dit, l'antenne RF de ce dispositif RFID occupe une surface d'accueil inférieure ou égale à 10 cm<sup>2</sup>.

Dans ce mode de réalisation, l'aménagement de la puce RF et de ladite au moins une  
20 capacité dans un boîtier d'un module électronique permet avantageusement d'employer la technique filaire pour réaliser l'antenne RF, et ce même si la taille de l'antenne est relativement faible et nécessite la présence d'une capacité supplémentaire telle que déjà expliqué ci-avant.

Dans ce mode de réalisation, le corps moulé du dispositif RDIF peut par exemple  
25 former un bracelet, tel qu'un bracelet d'une montre par exemple. Un utilisateur peut par exemple porter un tel bracelet de sorte à pouvoir utiliser le dispositif RFID pour une application donnée.

Pour fabriquer un tel dispositif RFID, on peut par exemple connecter électriquement l'antenne RF (comportant au moins une spire) au module électronique 4 tel que décrit  
30 précédemment (**figures 4-5**) en soudant par arc électrique les deux extrémités d'antenne sur les zones de connexion externes Z2A, Z2B comme déjà expliqué précédemment. On moule ensuite un matériau d'enrobage afin d'enrober à la fois l'antenne RF et le module électronique 4. Le corps ainsi formé est par exemple un bracelet.

Un homme du métier comprendra que les modes de réalisation et variantes décrits ci-  
35 avant ne constituent que des exemples non limitatifs de mise en œuvre de l'invention. En particulier, l'homme du métier pourra envisager une quelconque adaptation ou combinaison

des modes de réalisation et variantes décrits ci-avant afin de répondre à un besoin bien particulier.

## REVENDEICATIONS

- 5 1. Carte RFID (2) présentant une surface inférieure ou égale à  $\frac{1}{4}$  de la surface du format ID1 selon la norme ISO 7810, la carte RFID comprenant :
- un substrat (5) ;
  - une antenne RF (12) de type filaire disposée dans le substrat ; et
  - un module électronique (4), disposé dans le substrat, comportant :
    - 10     o une puce RF (3) ;
    - o au moins une capacité (CP) sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et
    - o un boîtier (14) dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins une capacité ;
- 15     dans laquelle la puce RF (3) et ladite au moins une capacité (CP) sont chacune connectée électriquement en parallèle à deux extrémités de l'antenne RF (12) de sorte que le module électronique puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur de la carte RFID en utilisant ladite antenne RF.
- 20 2. Carte RFID selon la revendication 1, dans laquelle la puce RF et la capacité sont connectées électriquement aux extrémités (12A, 12B) de l'antenne RF via des fils de câblage (22).
- 25 3. Carte RFID selon la revendication 2, dans laquelle le module électronique comprend une grille de connexion (16) sur lequel sont montées la puce RF et ladite au moins une capacité,
- la grille de connexion comportant une première et une deuxième zone de connexion (Z1A, Z1B), dites zones de connexion internes, situées dans le boîtier,
- les fils de câblage (22) étant configurés de sorte à connecter des première et deuxième zones de connexion internes à chacune parmi la puce RF et ladite au moins une capacité.
- 30 4. Carte RFID selon la revendication 3, dans laquelle la grille de connexion (16) s'étend de sorte à former une première et une deuxième zone de connexion (Z2A, Z2B), dites zones de connexion externes, situées à l'extérieur du boîtier (14) du module électronique, chaque zone de connexion externe (Z2A, Z2B) étant connectée
- 35 respectivement à une extrémité (12A, 12B) respective de l'antenne RF (12) et à une zone de connexion interne (Z1A, Z1B) respective.

5. Carte RFID selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle le substrat (5) est en plastique.

6. Carte RFID selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle ladite  
5 au moins une capacité (CP) est de type Si.

7. Carte RFID selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle au moins une couche de protection supérieure et au moins une couche de protection inférieure sont laminées de part et d'autre du substrat.

10

8. Carte RFID selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle l'antenne RF (12) présente un format conforme à la classe 5 ou à la classe 6 selon la norme ISO 14443.

15

9. Procédé de fabrication d'une carte RFID (2) comprenant les étapes suivantes :

- fourniture (S2) d'un module électronique comportant :

- o une puce RF (3) ;
- o au moins une capacité (CP) sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et
- o un boîtier (14) dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins  
20 une capacité ;

20

- montage (S4) du module électronique sur un substrat (6) ;

- formation (S6) d'une antenne RF (12) de type filaire dans le substrat (5) ; et

- connexion électrique (S8) du module électronique (4) à deux extrémités (12A,  
25 12B) de l'antenne RF, la puce RF (3) et ladite au moins une capacité (CP) étant chacune connectée électriquement en parallèle aux deux extrémités de l'antenne RF, de sorte que le module RF puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur de la carte RFID en utilisant ladite antenne RF.

25

30

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel, lors de l'étape de formation (S6), l'antenne RF (12) est intégrée dans le substrat (5) par application d'ultrasons.

11. Procédé selon la revendication 9, dans lequel, lors de l'étape de formation (S6), l'antenne RF (12) est bobinée selon un gabarit mécanique puis intégrée dans le substrat (5)  
35 par application d'une matière adhésive.

35

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel le module électronique (4) comprend une grille de connexion (16) sur lequel sont montées la puce RF et ladite au moins une capacité,

5 dans lequel la grille de connexion s'étend hors du boîtier (14) de sorte à former une première et une deuxième zone de connexion (Z2A, Z2B), dites zones de connexion externes, chaque zone de connexion externe étant connectée électriquement à une extrémité (12A, 12B) respective de l'antenne RF, d'une part, et à la puce RF (3) ainsi qu'à ladite au moins une capacité (CP), d'autre part,

10 dans lequel, lors de l'étape de connexion (S8), chaque extrémité (12A, 12B) de l'antenne RF est soudée sur une dite zone de connexion externe (Z2A, Z2B) respective du module électronique.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans lequel l'antenne RF (12) est comprise dans une couche (9) du substrat, l'étape de formation (S6) de l'antenne RF comprenant le positionnement de ladite couche (9) sur le substrat (6) sur lequel est monté le module électronique (4) de sorte que les extrémités (12A, 12B) de l'antenne RF soient chacune située en regard d'une zone de connexion externe (Z2A, Z2B) respective du module électronique.

20 14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, dans lequel au moins une couche de protection supérieure et au moins une couche de protection inférieure sont laminées de part et d'autre du substrat.

25 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 14, dans lequel l'étape de fourniture du module électronique comprend les étapes suivantes :

- fixation (S20) de la puce RF et de ladite au moins une capacité sur une grille de connexion (16) du module électronique ;
- connexion (S22) de la puce RF et de ladite au moins une capacité, via des fils de câblage (22), à deux zones de connexion internes (Z1A, Z1B) de la grille de connexion ; et
- 30 - formation (S24) du boîtier (14) du module électronique à partir d'une résine d'encapsulation de sorte que ladite résine encapsule les fils de câblage, les zones de connexion internes de la grille de connexion étant situées dans le boîtier.

35 16. Dispositif RFID comprenant un corps dans lequel sont disposés :

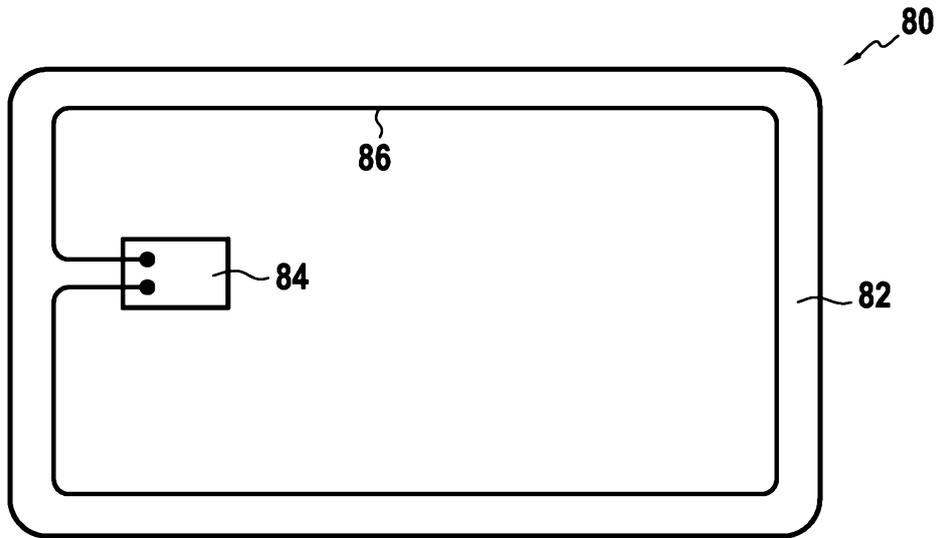
- une antenne RF de type filaire occupant une zone d'accueil dont la surface est inférieure à 10 cm<sup>2</sup> ; et

- un module électronique comportant :
    - o une puce RF ;
    - o au moins une capacité sous forme d'un composant discret extérieur à la puce RF ; et
- 5           o un boîtier dans lequel sont encapsulées la puce RF et ladite au moins une capacité ;

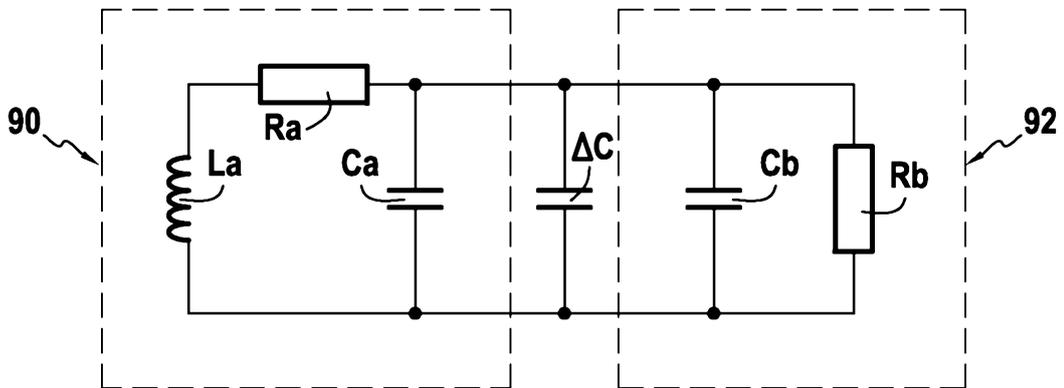
dans laquelle la puce RF et ladite au moins une capacité sont chacune connectée électriquement en parallèle à deux extrémités de l'antenne RF de sorte que le module électronique puisse communiquer en mode sans contact avec l'extérieur

10           du dispositif RFID en utilisant ladite antenne RF ;

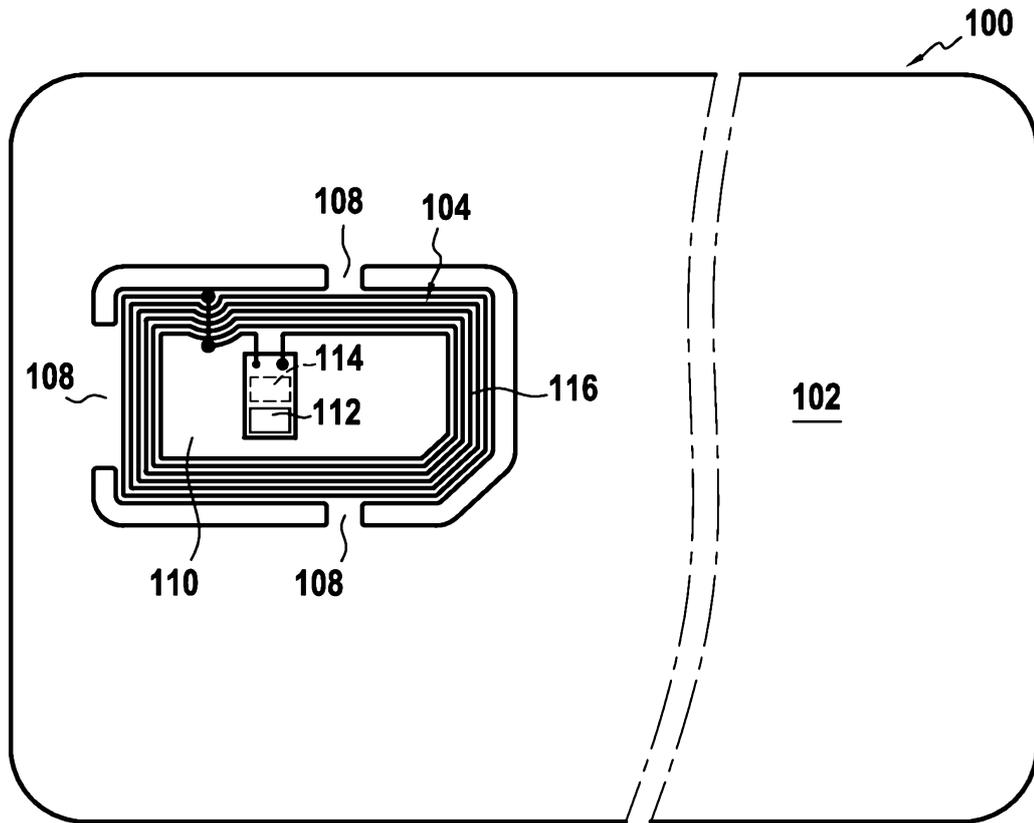
dans lequel le corps est moulé de sorte à enrober l'antenne RF et le module électronique.



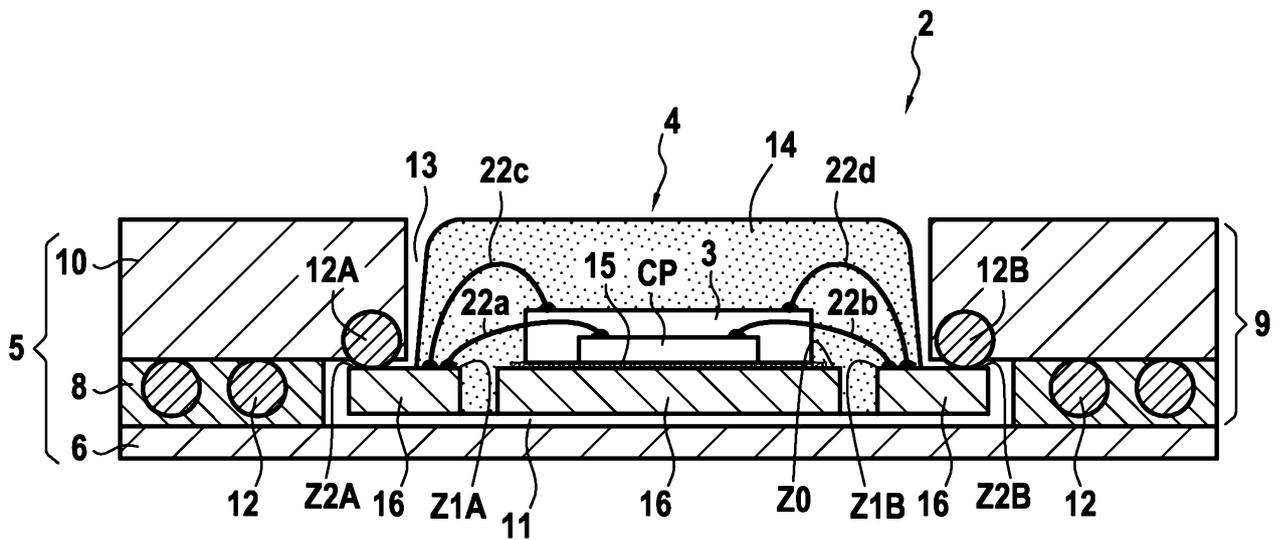
**FIG.1**  
**ART ANTERIEUR**



**FIG.2**  
**ART ANTERIEUR**



**FIG.3**  
**ART ANTERIEUR**



**FIG.4**



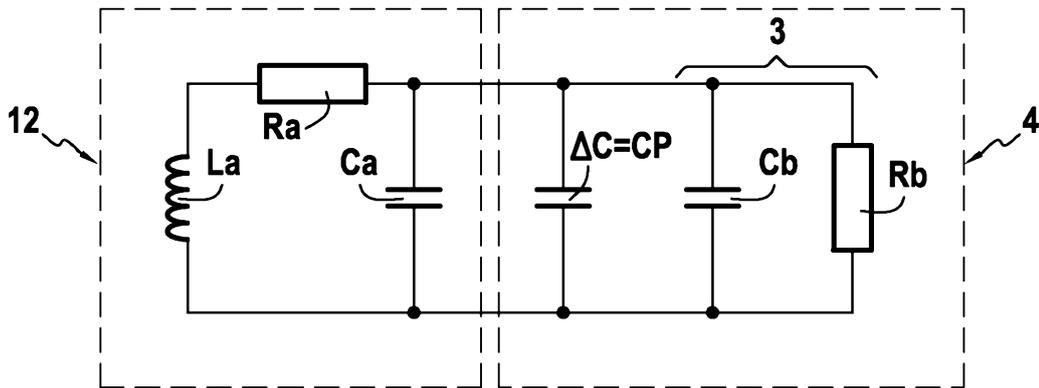


FIG.7

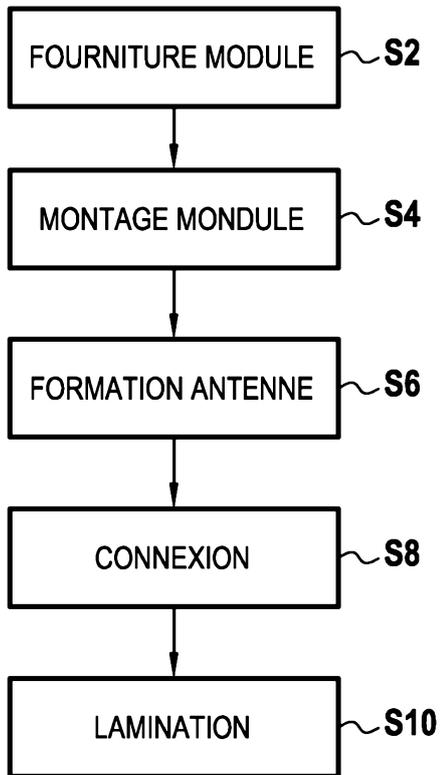


FIG.8

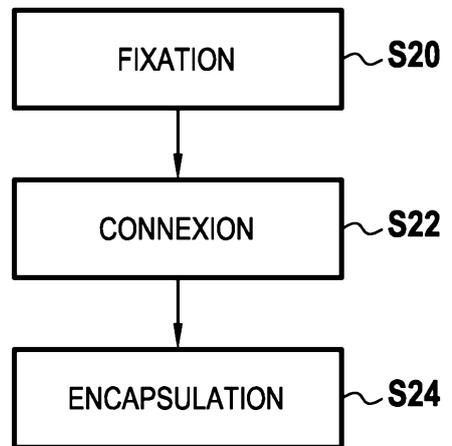


FIG.9

# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

WO 94/18700 A1 (INDALA CORP [US]) 18 août 1994 (1994-08-18)

WO 2004/019261 A2 (DAINIPPON PRINTING CO LTD [JP]; NISHIKAWA SEIICHI [JP]) 4 mars 2004 (2004-03-04)

EP 1 369 816 A1 (SONY CORP [JP]) 10 décembre 2003 (2003-12-10)

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

NEANT

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

NEANT