

(19)



(11)

EP 2 229 601 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

12.09.2018 Bulletin 2018/37

(51) Int Cl.:

G02B 13/14 (2006.01) **H01Q 1/36** (2006.01)
H01Q 9/40 (2006.01) **H01Q 15/02** (2006.01)
H01Q 19/06 (2006.01) **H01Q 19/09** (2006.01)
H01Q 9/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08854738.5**

(22) Date de dépôt: **04.11.2008**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2008/051987

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2009/068774 (04.06.2009 Gazette 2009/23)

(54) **ANTENNE ELECTROMAGNETIQUE RECONFIGURABLE PAR ELECTROMOILLAGE**

DURCH ELEKTROBENETZUNG UMKONFIGURIERBARE ELEKTROMAGNETISCHE ANTENNE
ELECTROMAGNETIC ANTENNA RECONFIGURABLE BY ELECTROWETTING

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

• **PONS, Michel**
38240 Meylan (FR)

(30) Priorité: **08.11.2007 FR 0758890**

(56) Documents cités:

WO-A-2004/099844 WO-A-2006/092804
FR-A- 2 769 375 GB-A- 2 436 168
US-A1- 2007 216 595 US-A1- 2007 229 363

(43) Date de publication de la demande:
22.09.2010 Bulletin 2010/38

(73) Titulaire: **Orange**
75015 Paris (FR)

• **AVDEYEV S M ET AL: "A LENS WITH
CONTROLLED REFRACTIVE INDEX FOR
MILLIMETER-WAVELENGTH ANTENNAS"
TELECOMMUNICATIONS AND RADIO
ENGINEERING, SCRIPTA TECHNICA, INC., NEW
YORK, NY, US, vol. 41/42, no. 6, 1 juin 1987
(1987-06-01), page 105/106, XP000045674 ISSN:
0040-2508**

(72) Inventeurs:

• **BERENGUER, Marc**
38420 Revel (FR)
• **DREINA, Emmanuel**
38240 Meylan (FR)

EP 2 229 601 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention se situe dans le domaine des antennes électromagnétiques. Plus précisément, l'invention concerne une antenne reconfigurable par électromouillage.

[0002] Classiquement une antenne électromagnétique est composée d'un élément rayonnant, d'un diélectrique et d'un plan de masse. L'élément rayonnant et le plan de masse sont le plus souvent métalliques. Ils présentent des formes et des dimensions très variables.

[0003] Dans les systèmes radio du type radio logicielle, tels que SDR (pour *Software Defined Radio* en anglais) ou SR (pour *Software Radio*), les terminaux et/ou objets communicants sont contraints en dimensions, en poids et ont une faible autonomie d'énergie. Ces terminaux et/ou objets communicants requièrent des antennes qui soient miniaturisées, d'une part, et qui puissent satisfaire, d'autre part, un ensemble de contraintes liées au système radio. Par exemple, ces antennes doivent pouvoir couvrir simultanément toutes les fréquences d'une large bande de fréquence ou au minimum ces antennes doivent présenter une grande agilité en fréquence pour pouvoir balayer un large spectre de fréquences.

[0004] Pour satisfaire cet ensemble de contraintes, des antennes dites "reconfigurables" ont été conçues.

[0005] Il existe actuellement au moins trois types d'antennes reconfigurables comme exposé ci-après.

- Antenne reconfigurable en fréquence :
On dit alors que l'antenne est agile en fréquence. L'antenne peut ainsi balayer un large spectre de fréquences. De telles antennes sont utilisées dans les terminaux mobiles qui peuvent être compatibles avec plusieurs normes de communication telles que la norme GSM (pour *Global System for Mobile Communications* en anglais) qui concerne une bande de fréquence autour de 900 MHz et la norme UMTS (pour *Universal Mobile Telecommunications System* en anglais) qui concerne une bande de fréquence autour de 1800 MHz.
- Antenne reconfigurable en polarisation :
On dit alors que l'antenne est agile en polarisation. Pour une polarisation linéaire, cette polarisation peut être horizontale ou verticale et pour une polarisation circulaire, celle-ci peut être gauche ou droite. De telles antennes permettent d'obtenir un meilleur rapport signal sur bruit et présentent un grand intérêt dans les endroits où la propagation des ondes électromagnétiques rencontre de nombreux obstacles, comme par exemple à l'intérieur des bâtiments.
- Antenne reconfigurable en diagramme de rayonnement :
L'antenne est alors capable de modifier son diagramme de rayonnement pour, par exemple, s'adapter à une modification de l'environnement de propagation.

[0006] Dans l'état actuel de la technique, compte tenu des contraintes de dimensions, la reconfiguration d'une antenne n'est pas obtenue par une déformation mécanique ou géométrique de l'antenne ou des éléments qui la composent.

[0007] En effet, actuellement, la reconfiguration d'une antenne est obtenue en commutant certains éléments, parmi l'élément rayonnant, le diélectrique et le plan de masse, qui la composent, ou en faisant varier des impédances connectées en certains points de l'antenne.

[0008] Ces deux modes de reconfiguration présentent des inconvénients.

[0009] Dans le cas où l'on commute des éléments de l'antenne, on obtient une variation discontinue des caractéristiques que l'on souhaite reconfigurer (fréquence, directivité du rayonnement).

[0010] Dans le cas où l'on fait varier des impédances connectées en certains points de l'antenne, on obtient une variation continue en fréquence mais limitée par les plages de variation des impédances utilisées. Pour les mêmes raisons, les variations continues du diagramme de rayonnement sont limitées.

[0011] La combinaison des deux types de reconfiguration (par commutation d'éléments et par variation d'impédances) permet d'obtenir des variations des caractéristiques physiques concernées dans des plages plus larges mais avec une complexité accrue peu compatible avec les contraintes de conception (dimension, poids, autonomie d'énergie) des terminaux et/ou des objets communicants considérés.

[0012] De plus, les éléments (commutateurs et impédances) permettant la reconfiguration, présentent des pertes intrinsèques qui affectent l'efficacité de l'antenne.

[0013] Le document GB A 2 436 168 décrit (figure 2 ou 3c) une antenne comprenant un coeur formé d'un élément radiant ("radiator") et au moins deux compartiments d'un conteneur remplis chacun première substance fluide améliorant les caractéristiques fréquentielles de résonance de cet élément.

[0014] Le document des auteurs AVDEYEV S. M et al., intitulé "a lens with controlled refractive index for millimeter wavelength antennas" (Télécommunications and radio engineering, 1er juin 1987) décrit une lentille remplie d'un diélectrique liquide contenant des particules en suspension, dont l'indice de réfraction est modifiable par application d'un champ électrique extérieur modifiant la polarisation des particules en suspension.

[0015] Il existe donc un réel besoin de disposer d'une technique de reconfiguration d'une antenne électromagnétique qui ne présente pas les inconvénients précités des techniques de reconfiguration connues.

[0016] Ainsi, la présente invention concerne, selon un premier aspect, une antenne électromagnétique selon la revendication 1.

[0017] L'antenne selon l'invention présente l'avantage de comporter un élément rayonnant non plus métallique mais composé d'une substance fluide qui est par nature déformable.

[0018] Selon une caractéristique préférée, la première substance fluide est une substance rendue conductrice de l'électricité par l'introduction dans cette substance de particules ou de fragments d'un élément conducteur ou par l'introduction dans cette substance d'une substance conductrice

[0019] L'introduction dans la substance fluide de fragments d'un élément conducteur confère à l'élément rayonnant (substance fluide et fragments) des propriétés électromagnétiques particulières. Ainsi la fréquence résonnante n'est plus nécessairement fixée par les dimensions et le volume de la substance fluide mais est également fonction des éventuels repliements des fragments qui peuvent présenter des longueurs déployées très importantes. Cela permet ainsi un fonctionnement de l'antenne dans des bandes de fréquence beaucoup plus basses que dans le cas d'une simple substance fluide.

[0020] Selon une caractéristique préférée, le deuxième élément est composé d'un ensemble de sous-éléments isolés électriquement les uns des autres.

[0021] La décomposition du deuxième élément en sous-éléments permet de faciliter et de mieux contrôler la déformation de l'ensemble. Il est possible d'obtenir une déformation asymétrique.

[0022] Selon une caractéristique préférée, les surfaces de contact du premier et du deuxième élément avec respectivement la première et la deuxième substance fluide sont planes ou concaves ou convexes.

[0023] La forme prise par la surface de contact des éléments avec les substances fluides, en particulier lorsque celle-ci est concave, permet de compenser les effets dus au poids de la substance fluide (effets de la gravité), d'augmenter la taille de l'antenne et donc de pouvoir l'utiliser dans des bandes de fréquences plus basses.

[0024] Selon une caractéristique préférée, l'une au moins des surfaces de contact du premier et du deuxième élément avec respectivement la première et la deuxième substance fluide est recouverte d'une couche d'un matériau isolant.

[0025] Ainsi l'introduction d'une couche d'un matériau isolant permet d'isoler les substances fluides et d'éviter des réactions chimiques entre les substances fluides et les surfaces de contact des éléments avec les substances fluides.

[0026] Une plus grande souplesse pour le choix des matériaux constituant les premier et deuxième éléments est également obtenue.

[0027] La déformation des contours et du volume de la première substance fluide peut être lente et progressive. Compte tenu de la souplesse des substances constitutives de l'antenne, cette déformation est réversible. La déformation étant continue, la reconfiguration de l'antenne est également continue, progressive et réversible. Ces caractéristiques améliorent fortement l'adaptabilité de l'antenne.

[0028] Selon une caractéristique préférée, les contours et le volume de la première substance fluide sont

déformés par application d'une pluralité de différences de potentiel entre le premier élément et chacun des sous-éléments du deuxième élément.

[0029] Le deuxième élément pouvant être décomposé en sous-éléments, la déformation des contours et du volume de la première substance fluide peut être asymétrique. La reconfiguration de l'antenne, en particulier en polarisation et en diagramme de rayonnement, est grandement améliorée.

[0030] Selon une caractéristique préférée, l'antenne selon l'invention comporte un capot de protection enfermant le premier élément, le deuxième élément, la première substance fluide et la deuxième substance fluide.

[0031] L'invention concerne également un procédé de reconfiguration d'une antenne telle que décrite précédemment, ledit procédé comportant une opération de déformation des contours et du volume de la première substance fluide par application d'au moins une différence de potentiel entre le premier et le deuxième élément.

[0032] Un procédé de reconfiguration d'une antenne selon l'invention présente l'avantage d'être continu, progressif et réversible.

[0033] L'invention concerne aussi un terminal de radiocommunication comportant une antenne telle que décrite ci-dessus.

[0034] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de modes de réalisation préférés, décrits en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 représente une vue en coupe longitudinale d'une antenne selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 représente une variante de réalisation de l'antenne représentée à la figure 1,
- la figure 3 représente une vue en coupe transversale selon un plan P pour un mode particulier de réalisation de l'antenne représentée à la figure 1,
- la figure 4 représente une vue en coupe longitudinale d'une antenne selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 représente une vue en coupe transversale selon le plan P d'une variante de réalisation d'une antenne telle que celle représentée à la figure 3,
- la figure 6 illustre l'application d'un procédé de reconfiguration selon l'invention à une antenne selon l'invention,
- les figures 7a et 7b illustrent d'autres exemples d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention,
- la figure 8a illustre un autre exemple d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention,
- la figure 8b illustre, selon une vue en coupe transversale selon le plan P, l'exemple d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention de la figure 8a,
- les figures 9a et 9b illustrent d'autres exemples d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention.

tion,

- la figure 10 représente une antenne selon l'invention munie d'un capot de protection.

[0035] La figure 1 représente une vue en coupe longitudinale d'une antenne selon un premier mode de réalisation de l'invention

[0036] L'antenne représentée sur la figure 1 comporte un port RF (radiofréquence) permettant l'émission et la réception de signaux.

[0037] Le port RF est relié à un premier élément S_1 conducteur de l'électricité.

[0038] Dans un même plan P, l'élément S_1 est entouré d'un élément S_3 isolant qui le sépare d'un deuxième élément S_2 conducteur de l'électricité, l'élément S_2 entourant l'élément S_3 .

[0039] Sur l'élément S_1 repose une première substance fluide F_1 fortement conductrice de l'électricité. Comme représenté sur la figure 1, la substance fluide F_1 est aussi en contact avec une partie de l'élément S_3 .

[0040] La substance fluide F_1 possède une tension superficielle comparable à celle de l'huile. A titre d'exemples, la substance fluide F_1 peut être un liquide, un corps dans une phase de transition solide-liquide ou encore un matériau mou et coulant, de type polymère.

[0041] Le volume de la substance fluide F_1 est faible et peut, à titre d'exemple, s'apparenter à celui d'une goutte.

[0042] Sur l'élément S_2 repose une deuxième substance fluide F_2 . Comme représenté sur la figure 1, la substance fluide F_2 est aussi en contact avec une partie de l'élément S_3 .

[0043] La substance fluide F_2 possède une tension superficielle comparable à celle de l'eau. A titre d'exemples, la substance fluide F_2 peut être de l'eau ou un liquide ayant des propriétés comparables à celles de l'eau.

[0044] Les substances fluides F_1 et F_2 ne sont pas miscibles.

[0045] Les substances fluides F_1 et F_2 sont en contact au niveau d'une surface de contact S_c . La substance fluide F_2 recouvre la substance fluide F_1 .

[0046] Selon une variante de réalisation représentée à la figure 2, la substance fluide F_1 est rendue conductrice de l'électricité par l'introduction dans cette substance de particules ou de fragments d'un élément conducteur. Ces particules ou fragments peuvent être des nanotubes de carbone ou d'autres filaments conducteurs. Ces particules ou fragments peuvent être en suspension dans la substance fluide F_1 ou adhérer à l'élément S_1 grâce à un moyen de liaison souple et conducteur.

[0047] Selon une autre variante de réalisation non représentée, la substance fluide F_1 est rendue conductrice de l'électricité par l'introduction d'une substance fluide conductrice mélangée à la substance fluide F_1 .

[0048] La figure 3 représente une vue en coupe transversale selon le plan P pour un mode particulier de réalisation de l'antenne dans lequel l'élément S_1 est un disque et les éléments S_2 et S_3 sont des anneaux de même

centre que celui du disque S_1 .

[0049] La figure 4 représente une vue en coupe longitudinale de l'antenne selon un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel les éléments S_1 , S_2 et S_3 sont des anneaux concentriques. Dans ce cas, le port RF est en contact direct avec la substance fluide F_1 .

[0050] On peut cependant envisager d'autres formes pour les éléments S_1 , S_2 et S_3 .

[0051] La figure 5 représente une vue en coupe transversale selon le plan P d'une variante de réalisation de l'antenne pour laquelle l'élément S_2 est composé d'un ensemble de n sous-éléments SE_i avec i variant de 1 à n . Les sous-éléments SE_i sont isolés électriquement les uns des autres.

[0052] La surface formée par les surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 en contact avec les substances fluides F_1 et F_2 peut être plane telle que représentée sur les figures 1, 2 et 4. Elle peut également être concave (par exemple, pour former une sorte de cuvette) ou convexe.

[0053] Lorsque la surface formée par les surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 en contact avec les substances fluides F_1 et F_2 est convexe, le rayon de courbure doit être inférieur à un certain seuil. Si ce seuil est dépassé, les effets de la gravité agissant sur les substances fluides peuvent entraîner une déchirure de "l'enveloppe" extérieure de ces substances fluides. Les substances fluides se transforment en gouttelettes au niveau du contact avec la surface convexe formée des surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 .

[0054] Lorsque la surface formée par les surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 en contact avec les substances fluides F_1 et F_2 est concave, le volume et les dimensions des substances fluides sont augmentés, en particulier la dimension de la surface de contact S_c . De plus, les effets de la gravité sont compensés limitant ainsi l'impact du poids de la substance fluide sur son comportement.

[0055] Dans un mode particulier de réalisation de l'invention l'une au moins des surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 en contact avec les substances fluides F_1 et F_2 est recouverte d'une mince couche d'un matériau isolant.

[0056] Cette mince couche permet d'isoler les substances fluides F_1 et F_2 et d'éviter ainsi des réactions chimiques entre les substances fluides F_1 et F_2 et les surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 .

[0057] Cette solution laisse également une plus grande souplesse pour le choix des matériaux constituant en particulier les éléments S_1 et S_2 .

[0058] L'invention concerne également un procédé de reconfiguration d'une antenne selon l'invention.

[0059] La figure 6 illustre l'application d'un procédé de reconfiguration selon l'invention à une antenne selon l'invention.

[0060] Sur la figure 6, une source de tension T est reliée à l'élément S_2 d'une antenne telle que décrite précédemment.

[0061] En appliquant une tension continue à l'élément S_2 , c'est-à-dire une différence de potentiel continue entre les éléments S_1 et S_2 , on modifie l'énergie entre la subs-

tance fluide F_2 et la surface de contact S_c . Le volume occupé par la substance fluide F_2 est alors déformé et les contours de cette substance fluide F_2 se déplacent.

[0062] Le déplacement des contours de la substance fluide F_2 entraîne le déplacement des contours de la substance fluide F_1 avec laquelle elle est en contact. Le volume occupé par la substance fluide F_1 est alors à son tour déformé. Ce déplacement et cette déformation entraînent une modification des caractéristiques d'un point de vue rayonnement électromagnétique de la substance fluide F_1 .

[0063] Les flèches dessinées sur la figure 6 représentent le sens de déplacement des contours et la déformation des substances fluides F_1 et F_2 .

[0064] On obtient ainsi une antenne reconfigurable par déformation des contours et d'un volume d'une substance fluide conductrice.

[0065] La reconfiguration est possible en fréquence et en diagramme de rayonnement.

[0066] De manière générale, le phénomène de déformation et de déplacement des contours d'une substance fluide en contact avec une surface à laquelle on applique une tension électrique correspond au phénomène désigné par "électromouillage".

[0067] La figure 7a illustre un exemple d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention. Une déformation, représentée par les flèches, des contours et volumes des deux substances fluides F_1 et F_2 est obtenue par l'application d'une tension T_1 . Dans cet exemple, la déformation produite conduit à l'obtention d'une longueur rayonnante importante donc à une fréquence de fonctionnement relativement basse.

[0068] La figure 7b illustre un autre exemple d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention. Une déformation, représentée par les flèches, des contours et volumes des deux substances fluides F_1 et F_2 est obtenue par l'application d'une tension T_2 différente de T_1 . Dans ce nouvel exemple, la déformation produite conduit à l'obtention d'une longueur rayonnante plus faible que dans l'exemple précédent et donc à une fréquence de fonctionnement plus élevée.

[0069] Ces deux exemples illustrent la capacité de reconfiguration en fréquence de l'antenne selon l'invention.

[0070] Lorsque l'élément S_2 est composé d'un ensemble de n sous-éléments SE_i avec i variant de 1 à n (mode de réalisation représenté à la figure 5), il est alors possible d'appliquer des différences de potentiel différentes entre l'élément S_1 et chacun des sous-éléments de l'élément S_2 . On peut ainsi obtenir une déformation non uniforme ou encore asymétrique du volume de la substance fluide F_1 . Ce type de déformation permet d'obtenir une reconfiguration de l'antenne en polarisation, en plus des reconfigurations toujours possibles en fréquence et en diagramme de rayonnement.

[0071] La figure 8a illustre un autre exemple d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention. Dans cet exemple, on obtient une déformation asymétrique des contours et volumes des deux substances fluides

F_1 et F_2 par application de tensions T_1 et T_1 différentes pour respectivement deux sous-éléments SE_i et SE_j de l'élément S_2 .

[0072] La figure 8b illustre, selon une vue en coupe transversale selon le plan P, l'exemple précédent d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention tel que illustré à la figure 8a.

[0073] Les figures 9a et 9b illustrent d'autres exemples d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention.

[0074] Les figures 9a et 9b illustrent des exemples d'application du procédé de reconfiguration selon l'invention similaires à ceux représentés respectivement aux figures 7a et 7b mais pour lesquels la surface formée par les surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 en contact avec les substances fluides F_1 et F_2 est concave.

[0075] Lorsque la surface formée par les surfaces des éléments S_1 , S_2 et S_3 en contact avec les substances fluides F_1 et F_2 est concave (par exemple, pour former une sorte de cuvette), une partie de cette surface (celle qui constitue les bords de la cuvette et qui correspond notamment à la surface de l'élément S_2) permet de contrôler mécaniquement la déformation du volume de la substance fluide F_2 et de compenser les effets de la gravité augmentant ainsi la qualité de l'antenne obtenue.

[0076] La possibilité de faire varier de façon continue la différence (ou les) différence(s) de potentiel entre les éléments S_1 et S_2 (ou les sous-éléments de l'élément S_2) permet d'obtenir une déformation réversible des contours et du volume de la substance fluide F_1 et une variation continue des caractéristiques de l'antenne (fréquence, polarisation, directivité du rayonnement).

[0077] La figure 10 représente une antenne selon l'invention munie d'un capot de protection.

[0078] Le capot de protection permet d'enfermer les différents éléments constitutifs de l'antenne tels que les éléments S_1 , S_2 et S_3 et les substances fluides F_1 et F_2 .

[0079] Le capot de protection est constitué de parois solides.

[0080] Ces parois sont perméables au rayonnement des ondes électromagnétiques par l'antenne avec un minimum de pertes.

[0081] Dans un mode particulier de réalisation, tel que celui représenté à la figure 10, les parois sont constituées des surfaces S_1 , S_2 et S_3 et d'une surface S_F de fermeture de l'ensemble du dispositif.

[0082] Dans un mode particulier de réalisation, le capot de protection peut également enfermer une troisième substance fluide F_3 , non miscible avec les substances fluides F_1 et F_2 . Cette troisième substance fluide F_3 permet de combler les espaces vides entre les parois du capot de protection et les éléments qu'il renferme.

[0083] L'invention concerne également un terminal de radiocommunication ou tout objet communicant apte à recevoir une antenne selon l'invention.

Revendications

1. Antenne électromagnétique reconfigurable par électromouillage comprenant:

un premier élément (S_1) conducteur de l'électricité entouré d'un élément isolant (S_3);
 un deuxième élément (S_2) conducteur de l'électricité et entourant l'élément isolant (S_3) qui le sépare du premier élément conducteur (S_1);
 un port radiofréquence relié au premier élément conducteur (S_1) et permettant l'émission et la réception de signaux; et
 un élément rayonnant composé d'une première substance fluide (F_1), conductrice de l'électricité, reposant sur ledit premier élément conducteur (S_1) et d'une deuxième substance fluide (F_2) reposant sur ledit deuxième élément conducteur (S_2) et recouvrant la substance fluide (F_1), la première substance fluide (F_1) étant en contact avec la deuxième substance fluide (F_2) au niveau d'une surface de contact (Sc), lesquelles substances fluides étant non miscibles; les contours et le volume de la première substance fluide (F_1) étant déformable de façon réversible par application d'une différence de potentiel entre le premier (S_1) et le deuxième (S_2) élément conducteur pour modifier au moins une caractéristique de rayonnement électromagnétique de la première substance fluide (F_1).

2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la première substance fluide (F_1) comprend des particules ou des fragments d'un élément conducteur ou une substance conductrice.
3. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le deuxième élément (S_2) est composé d'un ensemble de sous-éléments isolés électriquement les uns des autres.
4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les surfaces de contact du premier (S_1) et du deuxième (S_2) élément avec respectivement la première (F_1) et la deuxième (F_2) substance fluide sont planes ou concaves ou convexes.
5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** l'une au moins des surfaces de contact du premier (S_1) et du deuxième (S_2) élément avec respectivement la première (F_1) et la deuxième (F_2) substance fluide est recouverte d'une couche d'un matériau isolant.
6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisée en ce que** les contours et le volume de la première substance fluide (F_1) sont dé-

formés par application d'une pluralité de différences de potentiel entre le premier élément (S_1) et chacun des sous-éléments du deuxième élément (S_2).

7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un capot de protection enfermant le premier (S_1) élément, le deuxième (S_2) élément, la première substance fluide (F_1) et la deuxième substance fluide (F_2).
8. Terminal de radiocommunication comportant une antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.
9. Procédé de reconfiguration d'une antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, ledit procédé comportant une opération de déformation des contours et du volume de la première substance fluide (F_1) par application d'au moins une différence de potentiel entre le premier (S_1) et le deuxième élément (S_2).

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Antenne, die durch Elektrobenetzung umkonfiguriert werden kann und Folgendes umfasst:
 ein erstes Elektrizität leitendes Element (S_1), das von einem isolierenden Element (S_3) umgeben ist;
 ein zweites Elektrizität leitendes Element (S_2), das das isolierende Element (S_3) umgibt, welches es von dem ersten Leiterelement (S_1) trennt;
 einen Hochfrequenzanschluss, der mit dem ersten Leiterelement (S_1) verbunden ist und das Senden und Empfangen von Signalen ermöglicht; und
 ein Strahlerelement, das aus einer ersten elektrisch leitenden Fluidsubstanz (F_1), die auf dem ersten Leiterelement (S_1) liegt, und aus einer zweiten Fluidsubstanz (F_2), die auf dem zweiten Leiterelement (S_2) liegt und die Fluidsubstanz (F_1) bedeckt, gebildet ist, wobei die erste Fluidsubstanz (F_1) mit der zweiten Fluidsubstanz (F_2) auf Höhe einer Kontakttoberfläche (Sc) in Kontakt ist, wobei die Fluidsubstanzen nicht mischbar sind;
 wobei die Umriss und das Volumen der ersten Fluidsubstanz (F_1) durch Anlegen einer Potentialdifferenz zwischen dem ersten Leiterelement (S_1) und dem zweiten Leiterelement (S_2) reversibel verformbar sind, um wenigstens eine Eigenschaft der elektromagnetischen Strahlung der ersten Fluidsubstanz (F_1) zu modifizieren.

2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Fluidsubstanz (F_1) Partikel oder Fragmente eines Leiterelements oder eine leitende Substanz enthält. 5
3. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Element (S_2) aus einer Gesamtheit von Unterelementen gebildet ist, die voneinander elektrisch isoliert sind. 10
4. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktoberflächen des ersten Leiterelements (S_1) und des zweiten Leiterelements (S_2) mit der ersten Fluidsubstanz (F_1) bzw. der zweiten Fluidsubstanz (F_2) eben oder konkav oder konvex sind. 15
5. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Kontaktoberflächen des ersten Elements (S_1) und des zweiten Elements (S_2) mit der ersten Fluidsubstanz (F_1) bzw. mit der zweiten Fluidsubstanz (F_2) mit einer Schicht aus einem Isoliermaterial bedeckt ist. 20
6. Antenne nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umrisse und das Volumen der ersten Fluidsubstanz (F_1) durch Anlegen mehrerer Potentialdifferenzen zwischen dem ersten Element (S_1) und jedem der Unterelemente des zweiten Elements (S_2) verformt werden. 25
7. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Schutzabdeckung aufweist, die das erste Element (S_1), das zweite Element (S_2), die erste Fluidsubstanz (F_1) und die zweite Fluidsubstanz (F_2) umschließt. 30
8. Funkkommunikationsendgerät, das eine Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7 enthält. 35
9. Verfahren zum Umkonfigurieren einer Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Verfahren einen Schritt des Verformens der Umrisse und des Volumens der ersten Fluidsubstanz (F_1) durch Anlegen wenigstens einer Potentialdifferenz zwischen dem ersten Element (S_1) und dem zweiten Element (S_2) umfasst. 40

Claims

1. Electromagnetic antenna reconfigurable by electrowetting comprising: 45
 - a first electrically-conductive element (S_1) surrounded by an insulating element (S_3);
 - a second electrically-conductive element (S_2)

surrounding the insulating element (S_3) which separates it from the first conductive element (S_1);
 a radiofrequency port linked to the first conductive element (S_1) and allowing the transmission and reception of signals; and
 a radiating element composed of a first electrically-conductive fluid substance (F_1), resting on said first conductive element (S_1) and a second fluid substance (F_2) resting on said second conductive element (S_2) and covering the fluid substance (F_1), the first fluid substance (F_1) being in contact with the second fluid substance (F_2) at a contact surface (S_c), said fluid substances being non-miscible;
 the outlines and the volume of the first fluid substance (F_1) being reversibly deformable by application of a potential difference between the first (S_1) and the second (S_2) conductive elements to modify at least one electromagnetic radiation characteristic of the first fluid substance (F_1).

2. Antenna according to Claim 1, **characterized in that** the first fluid substance (F_1) comprises particles or fragments of a conductive element or a conductive substance.
3. Antenna according to Claim 1, **characterized in that** the second element (S_2) is composed of a set of sub-elements electrically insulated from one another.
4. Antenna according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the contact surfaces of the first (S_1) and second (S_2) elements with, respectively, the first (F_1) and the second (F_2) fluid substance are planar or concave or convex.
5. Antenna according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** at least one of the contact surfaces of the first (S_1) and of the second (S_2) elements with, respectively, the first (F_1) and the second (F_2) fluid substances is covered by a layer of an insulating material.
6. Antenna according to any one of Claims 3 to 5, **characterized in that** the outlines and the volume of the first fluid substance (F_1) are deformed by application of a plurality of potential differences between the first element (S_1) and each of the sub-elements of the second element (S_2). 50

7. Antenna according to any one of Claims 1 to 6, **characterized in that** it comprises a protective cap enclosing the first (S_1) element, the second (S_2) element, the first fluid substance (F_1) and the second fluid substance (F_2). 55

8. Radiocommunication terminal comprising an antenna according to any one of Claims 1 to 7.
9. Method for reconfiguring an antenna according to any one of Claims 1 to 7, said method comprising an operation of deformation of the outlines and of the volume of the first fluid substance (F_1) by application of at least one potential difference between the first (S_1) and the second (S_2) elements.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

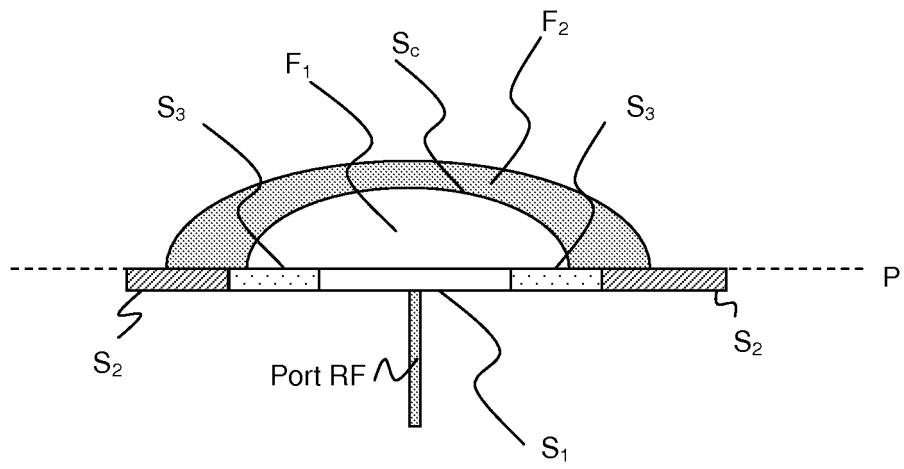


Fig. 1

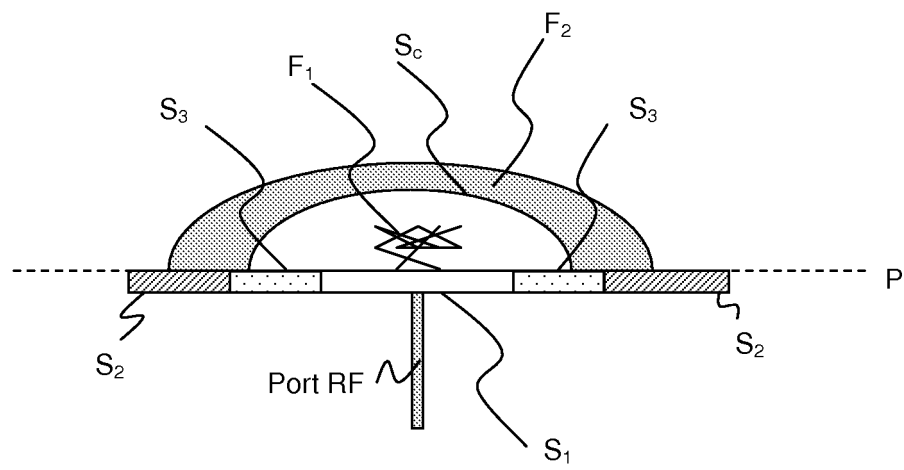


Fig. 2

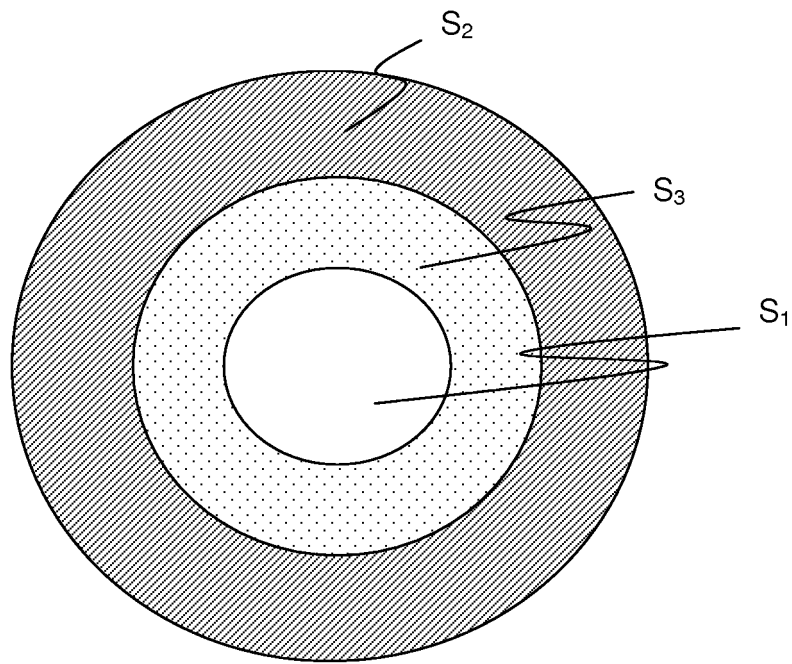


Fig. 3

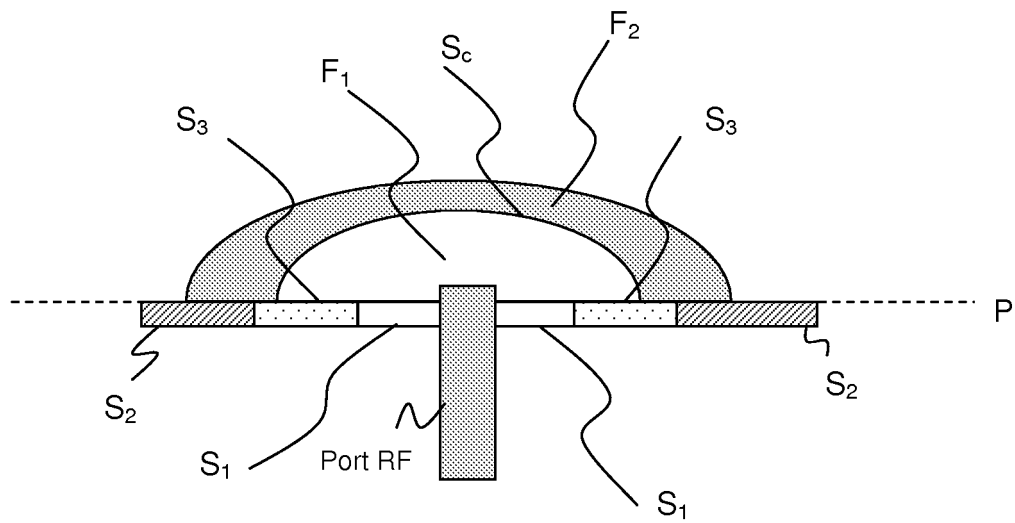


Fig. 4

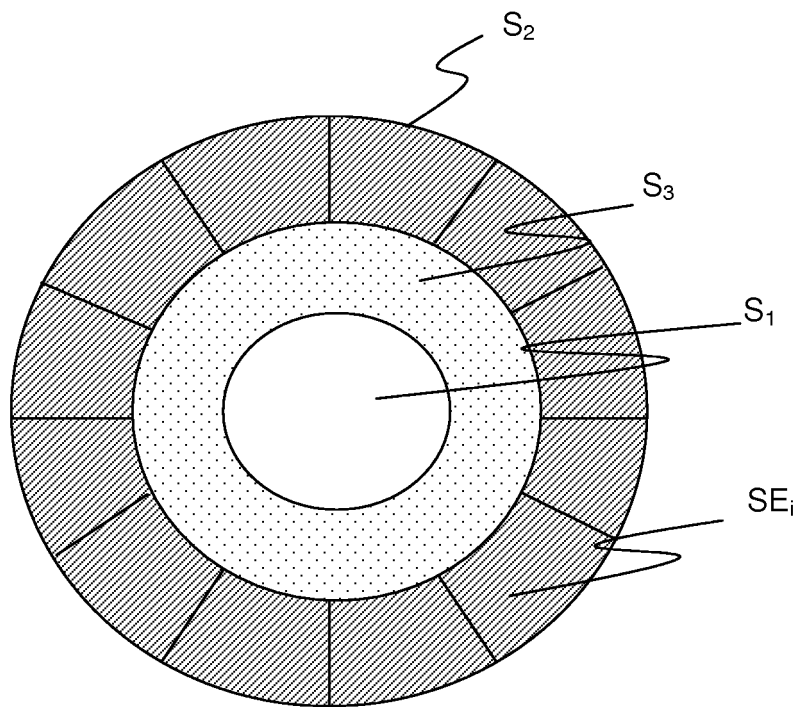


Fig. 5

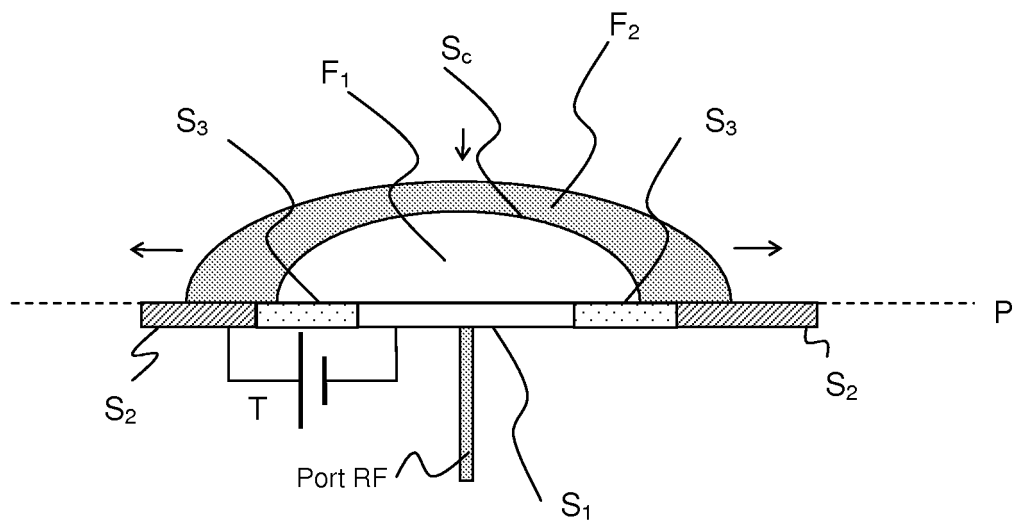


Fig. 6

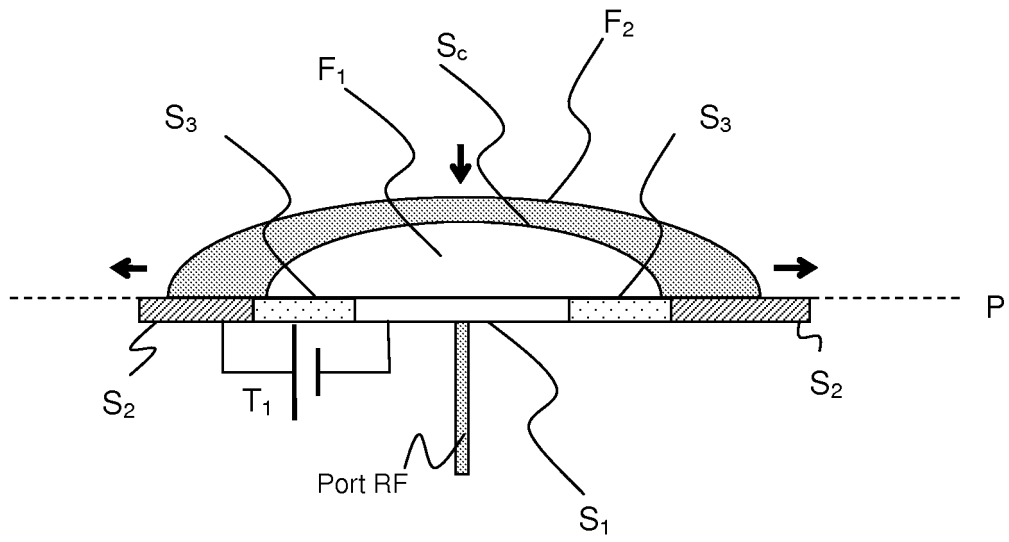


Fig. 7a

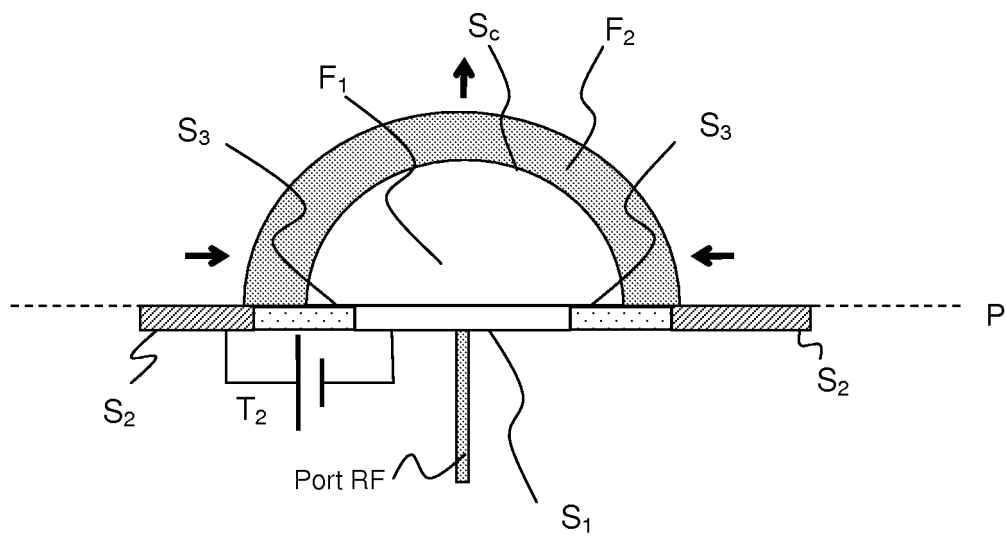


Fig. 7b

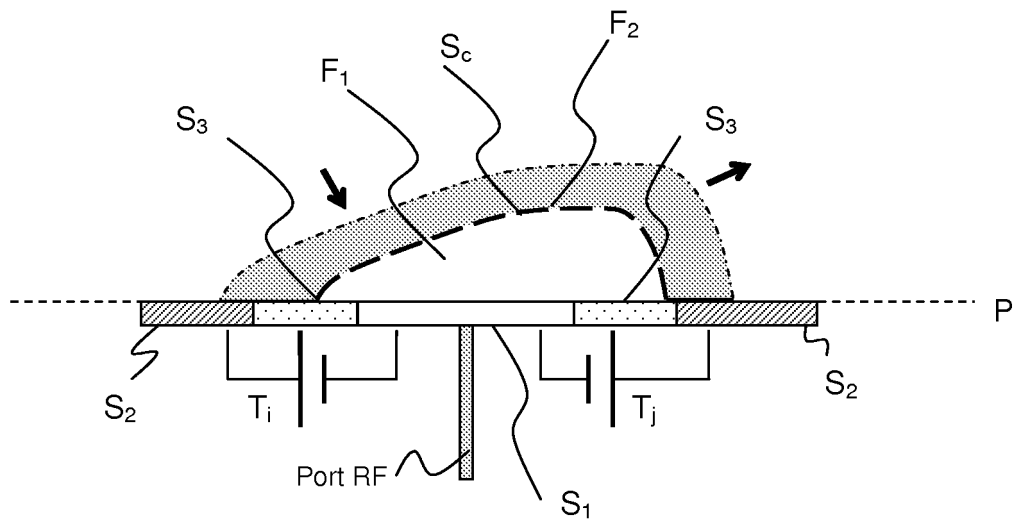


Fig. 8a

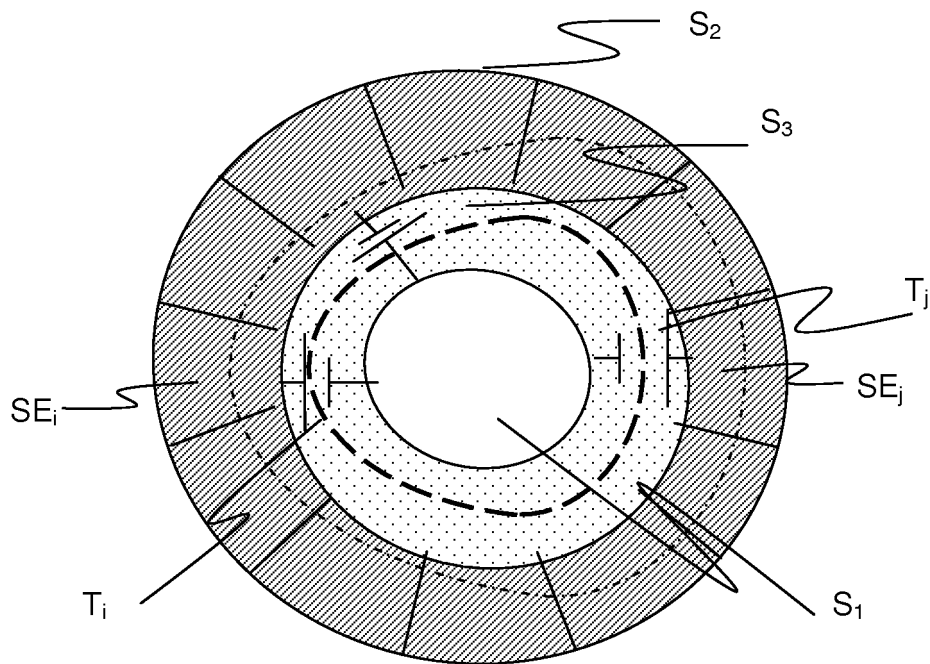


Fig. 8b

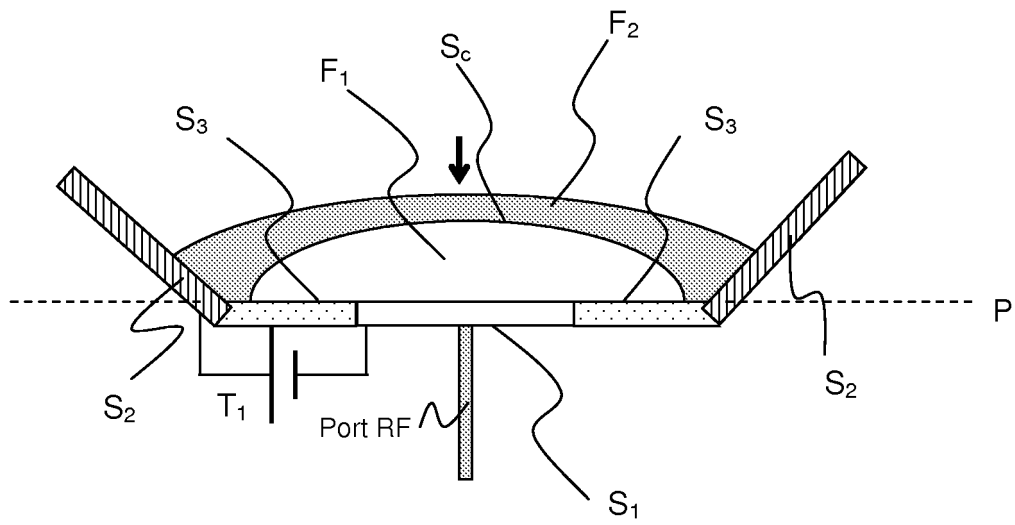


Fig. 9a

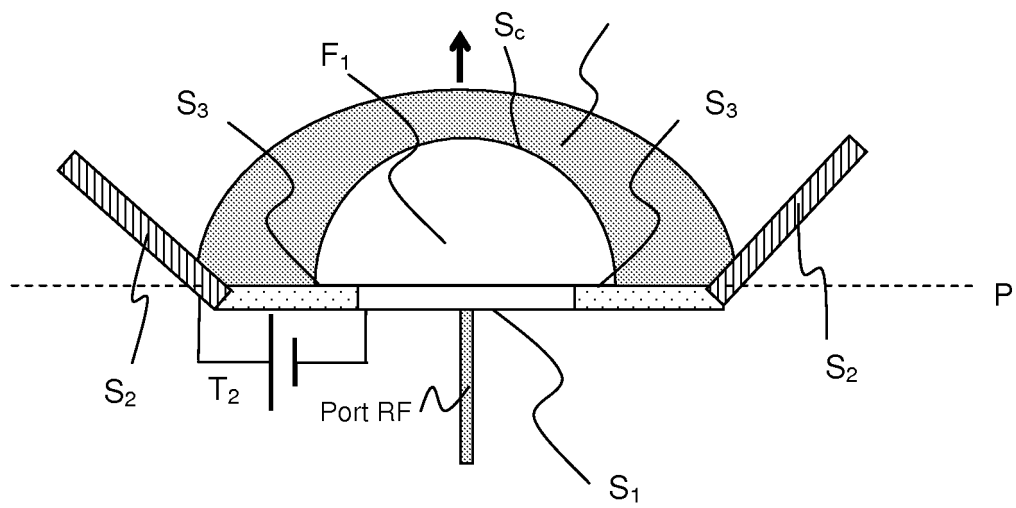


Fig. 9b

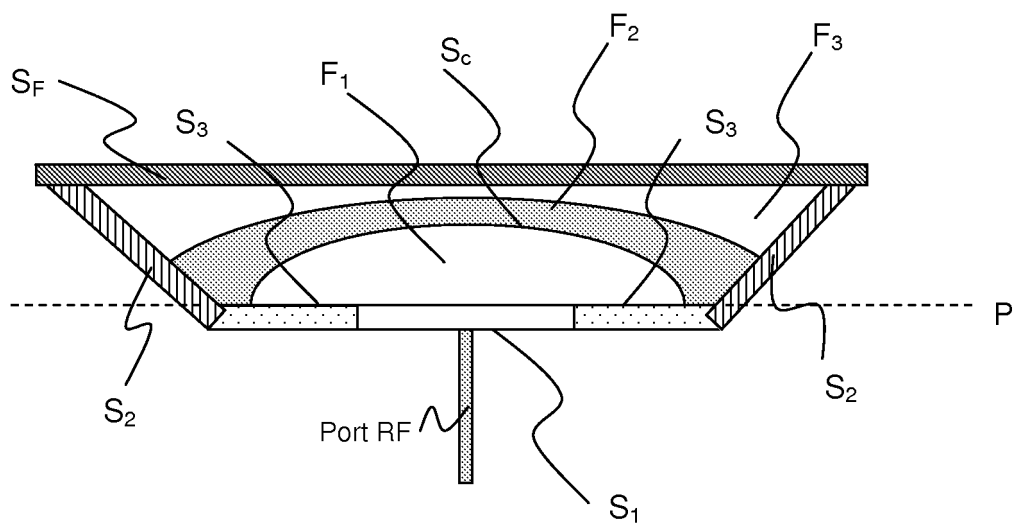


Fig. 10

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- GB 2436168 A [0013]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **AVDEYEV S. M et al.** a lens with controlled refractive index for millimeter wavelength antennas. *Télécommunications and radio engineering*, 01 Juin 1987 [0014]