

SURFACE ADAPTÉE À FILTRER UNE PLURALITÉ DE BANDES DE FRÉQUENCESDomaine de l'invention

La présente invention concerne une surface sélective en fréquence, c'est-à-dire une surface adaptée à faire écran au passage des ondes électromagnétiques appartenant à certaines
5 bandes de fréquences.

Exposé de l'art antérieur

Les surfaces sélectives en fréquence sont généralement désignées dans la technique par le sigle FSS, de l'anglais "Frequency Selective Surface". Elles comprennent un ensemble de
10 motifs conducteurs élémentaires identiques, reproduits selon un agencement périodique sur une face d'un support diélectrique. La forme et les dimensions du motif élémentaire, la disposition de l'agencement périodique, et les caractéristiques du matériau conducteur du motif et du matériau diélectrique du support, sont
15 les principaux facteurs déterminant les propriétés de filtrage de la surface.

L'une des applications visées concerne le blindage sélectif d'un bâtiment ou d'une pièce d'un bâtiment contre certaines ondes électromagnétiques. Parmi les fréquences que
20 l'on souhaite généralement filtrer, on trouve notamment les fréquences porteuses des systèmes de téléphonie mobile de type GSM (0,9, 1,8 et 2,1 GHz), ainsi que les fréquences porteuses

des systèmes de réseaux informatiques sans fil de type Wi-Fi (2,4 et 5,4 GHz).

Le support diélectrique peut être un substrat à base d'époxy ou de matière plastique sur lequel les motifs conducteurs sont formés par dépôt de couches conductrices, selon des procédés de réalisation similaires aux procédés de réalisation de circuits imprimés. On a également proposé de réaliser des surfaces sélectives en fréquence directement sur des supports de type papier ou carton, par exemple par impression avec une encre conductrice. Ce dernier mode de réalisation présente notamment l'avantage de réduire de façon conséquente le prix de revient de ces surfaces.

La figure 1 est une vue de dessus représentant de façon schématique un motif conducteur élémentaire 1 d'une surface sélective en fréquence. Le motif 1, formé sur une face d'un support diélectrique 10, est un tripôle constitué de trois segments identiques 12a, 12b et 12c de longueur L_S , s'étendant en étoile à partir d'un centre 14. Les segments 12a à 12c forment deux à deux des angles d'approximativement 120° .

La figure 2 est une vue de dessus représentant de façon schématique une portion d'une surface sélective en fréquence formée par reproduction, selon un agencement périodique sur le support diélectrique 10, du motif élémentaire 1 de la figure 1. Le motif 1 est reproduit par translation selon chacune des directions des segments 12a à 12c du tripôle, de façon qu'une même distance D_m , non nulle, sépare chaque extrémité extérieure d'un segment d'un motif, du centre d'un motif voisin. L'opération de translation est réitérée jusqu'à couvrir l'ensemble de la surface visée.

La surface ainsi formée présente une fréquence de résonance dépendant essentiellement des paramètres de longueur L_S des segments du tripôle, et de distance D_m entre des motifs voisins. Une telle surface a la propriété de filtrer les ondes électromagnétiques appartenant à une bande de fréquences centrée sur sa fréquence de résonance. L'efficacité du filtrage dépend

aussi de la largeur W et de l'épaisseur (non visible sur la figure) du tracé du motif, ainsi que de l'épaisseur (non visible sur la figure) du support diélectrique 10.

Un inconvénient de la surface sélective en fréquence
5 décrite en relation avec les figures 1 et 2 est que sa réponse en fréquence dépend de l'angle d'incidence des ondes électromagnétiques par rapport à la surface, ainsi que de la polarisation des ondes électromagnétiques incidentes.

Par ailleurs, cette surface ne permet de filtrer
10 qu'une seule bande de fréquences centrée sur sa fréquence de résonance. Ainsi, pour filtrer des bandes distinctes, par exemple les fréquences GSM (de l'ordre de 0,9, 1,8 et 2,1 GHz) et/ou les fréquences Wi-Fi (de l'ordre de 2,4 et 5,4 GHz), il faudrait superposer des surfaces sélectives en fréquence
15 adaptées à chacune des bandes visées.

Résumé

Ainsi, un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une surface sélective en fréquence palliant au moins en partie certains des inconvénients
20 des solutions existantes.

Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une telle surface dont les propriétés de filtrage soient indépendantes de l'angle d'incidence et de la polarisation des ondes électromagnétiques incidentes.

25 Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une telle surface adaptée à filtrer plusieurs bandes de fréquences distinctes.

Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir une telle surface dont le taux de
30 couverture des motifs conducteurs soit relativement bas.

Ainsi, un mode de réalisation de la présente invention prévoit une surface adaptée à filtrer une pluralité de bandes de fréquences, cette surface comprenant un ensemble de motifs conducteurs élémentaires identiques disjoints, reproduits selon
35 un agencement périodique sur un support diélectrique, le motif

élémentaire comprenant : un tripôle constitué de trois segments identiques s'étendant en étoile à partir d'un centre ; et deux branches s'étendant symétriquement à partir d'un point intermédiaire de chaque segment, ce point intermédiaire étant
5 situé à une même distance du centre pour chacun des segments, les directions générales des deux branches formant un angle d'approximativement 120° et définissant une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur, les branches associées à deux segments distincts n'étant pas sécantes.

10 Selon un mode de réalisation de la présente invention, les segments du tripôle forment deux à deux des angles d'approximativement 120° .

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le motif élémentaire comprend en outre deux premières ailettes
15 identiques s'étendant symétriquement à partir de l'extrémité de chaque segment, les premières ailettes formant un angle d'approximativement 120° et définissant une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur du motif.

Selon un mode de réalisation de la présente invention,
20 le motif élémentaire comprend en outre deux deuxièmes ailettes identiques s'étendant à partir de l'extrémité libre de chaque branche, chaque deuxième ailette formant un angle d'approximativement 60° avec la direction générale de la branche.

Selon un mode de réalisation de la présente invention,
25 les deuxièmes ailettes de chaque branche forment entre elles un angle d'approximativement 120° et définissent une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur du motif.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les deuxièmes ailettes de chaque branche sont alignées selon une
30 même direction, cette direction intersectant la direction du segment duquel est issue la branche.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les branches comportent au moins une extension en créneau selon une direction intersectant la direction générale de la branche.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le motif élémentaire est reproduit par translation selon chacune des directions des segments du tripôle de façon qu'une même distance sépare chaque extrémité d'un segment d'un motif, du
5 centre d'un motif voisin.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la surface est adaptée à filtrer trois bandes de fréquences respectivement centrées sur 0,9, 1,8 et 2,1 GHz.

Selon un mode de réalisation de la présente invention,
10 la surface est adaptée à filtrer deux bandes de fréquences respectivement centrées sur 2,4 et 5,4 GHz.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le support diélectrique est un support de type papier ou carton, et les motifs conducteurs sont réalisés par impression avec une
15 encre conductrice.

Un autre mode de réalisation de la présente invention prévoit l'utilisation de la surface susmentionnée pour filtrer trois bandes de fréquences situées dans la gamme de 0,9 à 5,4 GHz, dans laquelle les dimensions hors tout d'un motif
20 élémentaire sont de l'ordre de 1 à 10 centimètres, les longueurs de chacun des segments, branches, et ailettes étant ajustées pour sélectionner les trois bandes de fréquences visées.

Brève description des dessins

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que
25 d'autres seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1, précédemment décrite, est une vue de dessus représentant de façon schématique un motif conducteur
30 élémentaire d'une surface sélective en fréquence ;

la figure 2, précédemment décrite, est une vue de dessus représentant de façon schématique une portion d'une surface sélective en fréquence formée par répétition du motif élémentaire de la figure 1 ;

la figure 3 est une vue de dessus représentant de façon schématique un mode de réalisation d'un motif conducteur élémentaire d'une surface sélective en fréquence ;

la figure 4 est une vue de dessus représentant de façon schématique une portion d'une surface sélective en fréquence formée par répétition du motif élémentaire de la figure 3 ;

les figures 5 à 9 sont des vues de dessus schématiques représentant diverses variantes de réalisation du motif conducteur élémentaire de la figure 3 ; et

la figure 10 est un diagramme représentant les réponses en fréquence d'une surface formée à partir du motif élémentaire de la figure 5, pour des ondes électromagnétiques d'angles d'incidence distincts.

Description détaillée

Par souci de clarté, de mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références aux différentes figures et, de plus, les diverses figures ne sont pas tracées à l'échelle.

La figure 3 est une vue de dessus représentant de façon schématique un mode de réalisation d'un motif conducteur élémentaire 31 d'une surface sélective en fréquence.

A titre d'exemple, le matériau conducteur peut être de l'aluminium, de l'or, du cuivre, de l'argent, du carbone, du fer, du platine, du graphite, ou un alliage conducteur de plusieurs de ces matériaux. De façon générale, plus la conductivité électrique du matériau sera élevée, plus le filtrage réalisé par la surface sera performant.

Le motif 31, formé sur une face d'un support diélectrique 10, comprend un tripôle de base, constitué de trois segments approximativement identiques 12a, 12b et 12c de longueur L_g , s'étendant en étoile à partir d'un centre 14. Les segments 12a à 12c forment deux à deux des angles d'approximativement 120° , par exemple compris entre 110° et 130° .

Le motif 31 comprend en outre, pour chaque segment 12a, 12b, 12c, deux branches, respectivement 32a1 et 32a2, 32b1

et 32b2, et 32c1 et 32c2, sensiblement identiques, s'étendant à partir d'un point intermédiaire du segment, sensiblement symétriquement par rapport à la direction du segment. Dans cet exemple, les branches 32 ont la forme de barreaux de longueur L_b . Sur chaque segment 12, le point intermédiaire est situé approximativement à une même distance D_b du centre 14. Les directions générales des deux branches 32 forment un angle d'approximativement 120° , par exemple compris entre 110° et 130° , et définissent une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur du motif. En outre, les branches 32 associées à deux segments 12 distincts ne sont pas sécantes.

La figure 4 est une vue de dessus représentant de façon schématique une portion d'un mode de réalisation d'une surface sélective en fréquence formée par reproduction, selon un agencement périodique sur le support diélectrique 10, du motif élémentaire 31 de la figure 3. Le motif 31 est reproduit par translation selon chacune des directions des segments 12a à 12c du tripôle de base, de façon qu'une même distance D_m , non nulle, sépare chaque extrémité extérieure d'un segment d'un motif 31, du centre 14 d'un motif 31 voisin. L'opération de translation est réitérée jusqu'à couvrir l'ensemble de la surface visée. On notera que les dimensions du motif élémentaire et la distance D_m sont choisies telles que les motifs élémentaires soient disjoints.

La réponse en fréquence de la surface ainsi formée dépend essentiellement de la longueur L_s des segments 12, de la longueur L_b des branches 32, de la distance D_b entre le point intermédiaire de départ des branches 32 d'un segment 12 et le centre 14 du motif, et de la distance D_m entre des motifs voisins.

Les inventeurs ont observé qu'une telle surface présente trois fréquences de résonance principales. La première fréquence de résonance dépend essentiellement de la longueur L_s des segments 12 et de la distance D_m entre des motifs voisins. La deuxième fréquence de résonance dépend essentiellement de la

longueur L_b des branches 32 et de la distance D_b entre le centre 14 du motif et le point intermédiaire du segment 12 d'où sont issues les branches. La troisième fréquence de résonance dépend de l'ensemble des paramètres susmentionnés.

5 Une telle surface a la propriété de filtrer les ondes électromagnétiques appartenant à trois bandes de fréquences distinctes centrées sur ses trois fréquences de résonance principales. Dans la pratique, on utilise des logiciels de simulation pour tester différentes combinaisons de paramètres en
10 effectuant des ajustements progressifs jusqu'à obtenir un jeu de paramètres adapté aux bandes de fréquences visées.

Dans le mode de réalisation de la figure 4, le réglage des première et deuxième fréquences de résonance est relativement aisé, mais il est difficile d'ajuster la troisième
15 fréquence de résonance sans modifier les deux premières fréquences.

En outre, les trois fréquences de résonance de la surface de la figure 4 restent légèrement dépendantes de l'angle d'incidence et de la polarisation des ondes électromagnétiques.

20 La figure 5 est une vue de dessus représentant de façon schématique un autre mode de réalisation d'un motif conducteur élémentaire 51 d'une surface sélective en fréquence. Le motif 51 reprend tous les éléments du motif 31 de la figure 3. Il comprend en outre deux ailettes sensiblement identiques de
25 longueur L_{as} , respectivement 52a1 et 52a2, 52b1 et 52b2, et 52c1 et 52c2, s'étendant à partir de l'extrémité extérieure de chaque segment 12, sensiblement symétriquement par rapport à la direction du segment. Les ailettes 52 de chaque segment 12 forment entre elles un angle d'approximativement 120° , par
30 exemple compris entre 110° et 130° , et définissent une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur du motif.

Dans un mode de réalisation, le motif 51 comprend en outre deux ailettes sensiblement identiques de longueur L_{ab} , respectivement 54a11 et 54a12, 54a21 et 54a22, 54b11 et 54b12,
35 54b21 et 54b22, 54c11 et 54c12, et 54c21 et 54c22, s'étendant à

partir de l'extrémité extérieure de chaque branche 32 (du côté de la branche opposée au segment duquel elle est issue), sensiblement symétriquement par rapport à la direction générale de la branche. Les ailettes 54 de chaque branche 32 forment
5 entre elles un angle d'approximativement 120° , par exemple compris entre 110° et 130° , et définissent une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur. Les dimensions du motif sont choisies de façon que des ailettes associées à des segments ou à des branches distinctes ne soient pas sécantes et n'intersectent pas
10 les autres segments et branches du motif.

On a représenté sur la figure 5, en traits pointillés, une partie d'un motif 51' correspondant à une translation du motif 51 selon la direction du segment 12a du motif 51. Dans cet exemple, les ailettes 52 du segment du motif 51' le plus proche
15 du centre 14 du motif 51, sont comprises dans l'espace délimité par les segments 12b et 12c et par les branches 32b2 et 32c1 du motif 51. Une distance non nulle D_m sépare le centre 14 du motif 51, de l'extrémité du segment 12 le plus proche. On comprendra que d'autres motifs (non représentés) d'une surface sélective en
20 fréquence sont formés de façon similaire, par translation selon les directions des autres segments 12, selon un agencement périodique du type décrit en relation avec la figure 4.

La surface ainsi formée présente trois fréquences de résonance principales distinctes. Ces trois fréquences de
25 résonance sont indépendantes de l'angle d'incidence et de la polarisation des ondes électromagnétiques. De plus, l'introduction des paramètres supplémentaires L_{as} et L_{ab} de longueur des ailettes 52 et 54, augmente les possibilités de réglage des fréquences de résonance.

30 On considère que la forte imbrication des motifs élémentaires contribue à garantir un comportement de la surface indépendant de l'angle d'incidence et de la polarisation des ondes électromagnétiques. Ainsi, on veillera à maintenir le paramètre D_m de distance entre des motifs voisins relativement
35 faible.

La figure 6 est une vue de dessus représentant de façon schématique une variante de réalisation du motif conducteur élémentaire de la figure 5. Le motif 61 de la figure 6 diffère du motif de la figure 5 par l'orientation des ailettes associées aux branches 32. Dans le motif 61, deux ailettes identiques 64 (respectivement 64a11 et 64a12, 64a21 et 64a22, 64b11 et 64b12, 64b21 et 64b22, 64c11 et 64c12, et 64c21 et 64c22) associées à une branche 32 forment chacune un angle d'approximativement 60° , par exemple compris entre 55° et 65° , avec la direction générale de la branche, et sont alignées sensiblement selon une même direction, cette direction intersectant la direction du segment 12 duquel est issue la branche 32.

Comme le motif 51 de la figure 5, le motif 61 permet d'obtenir des surfaces à trois fréquences de résonance. Il permet notamment d'obtenir des fréquences de résonance différentes de celles obtenues à partir du motif 51, et présente les mêmes possibilités de réglage et la même insensibilité à l'orientation et à la polarisation des ondes électromagnétiques que le motif 51.

La figure 7 est une vue de dessus représentant de façon schématique une variante de réalisation du motif conducteur élémentaire de la figure 6. Le motif 71 de la figure 7 diffère du motif de la figure 6 par la forme des branches issues des segments 12. Le motif 71 comporte deux branches 72 (respectivement 72a1 et 72a2, 72b1 et 72b2, et 72c1 et 72c2) s'étendant à partir d'un point intermédiaire de chaque segment 12 selon la même direction générale que les branches 32 du motif de la figure 6. Toutefois, à la différence des branches 32 du motif de la figure 6, les branches 72 comportent une extension en créneau de hauteur H_C , s'étendant selon une direction approximativement orthogonale à la direction générale de la branche, vers l'extérieur du motif.

Comme le motif 61 de la figure 6, le motif 71 permet d'obtenir des surfaces à trois fréquences de résonance. La

prévision d'une extension en créneau sur les branches 72 permet de faire varier d'avantage la longueur des branches, ce qui augmente les possibilités de réglage des fréquences de résonance. En outre, comme pour les motifs 51 et 61 des figures 5 et 6, les fréquences de résonance des surfaces obtenues à partir du motif 71 sont insensibles à l'orientation et à la polarisation des ondes électromagnétiques.

A titre d'exemple, en reproduisant le motif 71 selon un agencement périodique du type décrit en relation avec la figure 4, les inventeurs ont obtenu une surface adaptée à faire écran aux fréquences de l'ordre de 0,9 et 1,8 GHz, en utilisant les paramètres suivants :

Paramètre	L_S	D_b	D_m	L_b	W	L_{as}	L_{ab}	H_C
Valeur (mm)	25	9,1	0,75	7,5	0,5	4	5,75	5,9

Les inventeurs ont en outre obtenu une surface adaptée à faire écran aux fréquences de l'ordre de 2,4 et 5,4 GHz en utilisant les paramètres suivants :

Paramètre	L_S	D_b	D_m	L_b	W	L_{as}	L_{ab}	H_C
Valeur (mm)	9,6	3,6	0,5	2,9	0,25	2	1,6	1,8

Dans le cadre des deux exemples ci-dessus, on ne s'intéresse pas à la troisième fréquence de résonance qui existe néanmoins.

La figure 8 est une vue de dessus représentant de façon schématique une variante de réalisation du motif conducteur élémentaire de la figure 7. Dans le motif 81 de la figure 8, chaque branche issue d'un segment du tripôle de base comprend trois extensions en créneaux de hauteur H_C , s'étendant selon des directions approximativement orthogonales à la direction générale de la branche, vers l'extérieur du motif.

A titre d'exemple, en reproduisant le motif 81 selon un agencement périodique du type décrit en relation avec la

figure 4, les inventeurs ont obtenu une surface adaptée à faire écran aux fréquences de l'ordre de 0,9, 1,8 GHz, et 2,1 GHz en utilisant les paramètres suivants :

Paramètre	L_s	D_b	D_m	L_b	W	L_{as}	L_{ab}	H_C
Valeur (mm)	28,8	9,8	0,5	8,8	0,5	6,3	0,05	5

5

La figure 9 est une vue de dessus représentant de façon schématique une variante de réalisation du motif conducteur élémentaire de la figure 8. Dans le motif 91 de la figure 9, chaque branche issue d'un segment du tripôle de base comprend des extensions en créneaux de hauteurs différentes, s'étendant selon des directions approximativement orthogonales à la direction générale de la branche, alternativement vers l'extérieur et vers l'intérieur du motif. En outre, dans le motif 91, les ailettes associées aux branches sont disposées en flèche, comme dans le motif 51 de la figure 5.

La figure 10 est un diagramme représentant l'évolution, en fonction de la fréquence, du facteur de transmission (en décibels) d'une surface formée par reproduction du motif élémentaire 51 de la figure 5, pour des ondes électromagnétiques d'angles d'incidence distincts. Les courbes 101, 102 et 103 représentent les réponses en fréquence de la surface pour des ondes électromagnétiques orientées selon des directions formant respectivement des angles de 0, 30 et 60° avec la normale au plan de la surface. Le choix des paramètres est tel que la surface présente trois fréquences de résonance distinctes, respectivement de l'ordre de 0,9, 1,8 et 2,1 GHz. Il ressort du diagramme de la figure 10 que les fréquences de résonance de la surface, correspondant à des pics négatifs dans les courbes 101, 102, 103, sont indépendantes de l'angle d'incidence des ondes. On notera en outre que les fréquences de résonance sont aussi indépendantes de la polarisation des ondes.

30

Selon un mode de réalisation préféré, les surfaces sélectives en fréquence décrites ci-dessus sont réalisées sur

des supports de type papier ou carton, par exemple sur des papiers peints, sur du papier ou carton revêtant des plaques de plâtre revêtues de carton, ou sur tout autre support adapté à revêtir les murs d'une pièce d'un bâtiment. Les motifs conducteurs sont par exemple réalisés par impression avec des encres conductrices.

Selon un avantage des surfaces sélectives en fréquence décrites ci-dessus, le taux de couverture des motifs conducteurs est relativement bas, par exemple inférieur à 15%. Ceci permet de maintenir un coût de fabrication de ces surfaces relativement bas.

Des modes de réalisation particuliers de la présente invention ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art.

En particulier, les motifs élémentaires conducteurs décrits en relation avec les figures 7 à 9 pourront donner lieu à plusieurs variantes. Notamment, pour chacun de ces motifs, on pourra choisir de disposer les ailettes associées aux branches du motif soit en flèche, comme cela est décrit en relation avec la figure 5, soit alignées selon une même direction, tel que décrit en relation avec la figure 6. De plus, l'homme de l'art saura mettre en oeuvre le fonctionnement recherché en faisant varier le nombre, le sens, et la direction des extensions en créneaux formées sur les branches du motif.

Par ailleurs, dans les motifs élémentaires décrits en relation avec les figures 3 à 9, pour augmenter les possibilités de réglage des fréquences de résonance, on pourra prévoir une seconde génération de branches symétriques issues des branches principales (32, 72).

REVENDICATIONS

1. Surface adaptée à filtrer une pluralité de bandes de fréquences, cette surface comprenant un ensemble de motifs conducteurs élémentaires (31 ; 51 ; 61 ; 71 ; 81 ; 91) identiques disjoints, reproduits selon un agencement périodique
5 sur un support diélectrique (10), le motif élémentaire comprenant :

un tripôle constitué de trois segments (12) identiques s'étendant en étoile à partir d'un centre (14) ; et

deux branches (32 ; 72) s'étendant symétriquement à
10 partir d'un point intermédiaire de chaque segment, ce point intermédiaire étant situé à une même distance (D_p) du centre (14) pour chacun des segments (12), les directions générales des deux branches formant un angle d'approximativement 120° et définissant une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur, les
15 branches (32 ; 72) associées à deux segments (12) distincts n'étant pas sécantes.

2. Surface selon la revendication 1, dans laquelle les segments (12) du tripôle forment deux à deux des angles d'approximativement 120° .

3. Surface selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle le motif élémentaire (51 ; 61 ; 71 ; 81 ; 91) comprend en outre deux premières ailettes (52) identiques s'étendant symétriquement à partir de l'extrémité de chaque segment (12), les premières ailettes (52) formant un angle d'approximativement
25 120° et définissant une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur du motif.

4. Surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle le motif élémentaire (51 ; 61 ; 71 ; 81 ; 91) comprend en outre deux deuxièmes ailettes (54 ; 64) identiques
30 s'étendant à partir de l'extrémité libre de chaque branche (32 ; 72), chaque deuxième ailette formant un angle d'approximativement 60° avec la direction générale de la branche.

5. Surface selon la revendication 4, dans laquelle les deuxièmes ailettes (54) de chaque branche forment entre elles un

angle d'approximativement 120° et définissent une pointe de flèche dirigée vers l'extérieur du motif.

6. Surface selon la revendication 4, dans laquelle les deuxièmes ailettes (64) de chaque branche (32 ; 72) sont alignées selon une même direction, cette direction intersectant la direction du segment (12) duquel est issue la branche.

7. Surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle les branches (72) comportent au moins une extension en créneau selon une direction intersectant la direction générale de la branche.

8. Surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le motif élémentaire est reproduit par translation selon chacune des directions des segments (12) du tripôle de façon qu'une même distance (D_m) sépare chaque extrémité d'un segment d'un motif, du centre d'un motif voisin.

9. Surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, adaptée à filtrer trois bandes de fréquences respectivement centrées sur 0,9, 1,8 et 2,1 GHz.

10. Surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, adaptée à filtrer deux bandes de fréquences respectivement centrées sur 2,4 et 5,4 GHz.

11. Surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle le support diélectrique est un support de type papier ou carton, et dans lequel les motifs conducteurs sont réalisés par impression avec une encre conductrice.

12. Utilisation d'une surface selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 pour filtrer trois bandes de fréquences situées dans la gamme de 0,9 à 5,4 GHz, dans laquelle les dimensions hors tout d'un motif élémentaire sont de l'ordre de 1 à 10 centimètres, les longueurs de chacun des segments, branches, et ailettes étant ajustées pour sélectionner les trois bandes de fréquences visées.