

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

3 008 238

②1 N° d'enregistrement national : 13 56567

⑤1 Int Cl⁸ : H 01 P 1/20 (2013.01)

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.07.13.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.01.15 Bulletin 15/02.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : THOMSON LICENSING Société par
actions simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ROBERT JEAN-LUC, LO HINE TONG
DOMINIQUE et LE NAOUR JEAN-YVÈS.

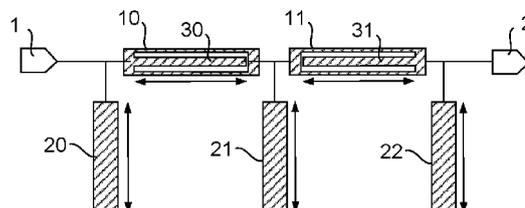
⑦3 Titulaire(s) : THOMSON LICENSING Société par
actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : TECHNICOLOR Société anonyme.

⑤4 FILTRE REJECTEUR DE BANDE.

⑤7 La présente invention concerne un filtre réjecteur de bande comportant, sur un substrat muni d'un plan de masse, trois tronçons de ligne imprimés (20,21,22) ou "tronçons de lignes" en circuit ouvert à l'une de leurs extrémités, dites premières extrémités, et des premières et deuxième lignes de transmission imprimées (10,11) montées en série entre une borne d'entrée (1) et une borne de sortie (2) et reliant entre elles les autres extrémités, dites deuxième extrémités, desdits tronçons de lignes, chacune des desdites première et deuxième lignes de transmission étant insérée entre les deuxième extrémités de deux tronçons de lignes, lesdits tronçons de lignes étant dimensionnés pour rejeter une première bande de fréquence.

Selon l'invention, un stub (30,31) en circuit ouvert est inséré dans au moins une desdites première et deuxième lignes de transmission imprimées (10, 11) pour rejeter une deuxième bande de fréquence.



FR 3 008 238 - A1



FILTRE REJECTEUR DE BANDE

Domaine technique

La présente invention se rapporte au domaine des terminaux multistandard ou multi-radio, notamment aux
5 terminaux comportant une pluralité de circuits radiofréquence réalisés sur une même carte de circuit imprimé.

L'invention concerne plus particulièrement un filtre réjecteur de bande pouvant être employés dans de tels
10 terminaux pour permettre la coexistence de circuits radiofréquence travaillant à des fréquences différentes sur une même carte de circuit imprimé.

Etat de la technique

Lorsque plusieurs circuits radiofréquence sont
15 implémentés sur une même carte électronique, la carte doit être conçue pour que les différents circuits radiofréquence puissent coexister et que chacun des circuits puisse fonctionner sans polluer les autres. Cette contrainte est d'autant plus forte que les
20 circuits radio sont très proches sur la carte électronique en raison du haut niveau d'intégration recherché.

La Fig.1 illustre de manière schématique le contexte multi-radio dans une carte électronique d'un terminal
25 décodeur (ou Set Top Box en langue anglaise).

Ce terminal comporte un émetteur/récepteur WiFi fonctionnant à la fréquence de 2,4 GHz, un émetteur/récepteur DECT fonctionnant à la fréquence de 1,9 GHz et un récepteur GPS. Les flèches montrent que, lorsque l'émetteur WiFi émet des signaux, ces signaux sont captés par les antennes des récepteurs DECT et GPS.

Une analyse radiofréquence de ce terminal montre qu'une isolation d'environ 45 dB est nécessaire pour protéger le récepteur DECT du plancher de bruit à 2,4 GHz. A l'inverse, quand le circuit DECT transmet, le signal à 1,9 GHz est perçu comme un brouilleur de haut niveau pour le récepteur WiFi. Il est également important de protéger le récepteur GPS du plancher de bruit engendré les autres émetteurs, sachant que la sensibilité du récepteur GPS est généralement très faible de l'ordre de -135dBm. Cela signifie que le moindre bruit engendré par l'émetteur WiFi ou l'émetteur DECT peut perturber la réception GPS.

Des filtres spécifiques doivent donc être rajoutés dans le circuit WiFi, à la fois dans la partie émission et la partie réception, pour résoudre ces problèmes de coexistence. Une possibilité serait d'utiliser une antenne avec filtre intégré. Cependant, les antennes actuelles à 2,4 GHz avec filtre intégré ne fournissent qu'une isolation de 10 dB par rapport à la bande DECT. Une isolation supplémentaire de 10 dB pourrait être obtenue en augmentant la distance entre l'antenne DECT et l'antenne WiFi, mais cela resterait insuffisant.

Une autre possibilité consiste à insérer un filtre microruban réjecteur de bande en émission et en réception entre l'antenne WiFi et le reste du circuit. On connaît par exemple les filtres réjecteurs de bande
5 comprenant des tronçons de ligne ou stubs (en anglais) en circuit ouvert connectés entre eux par des lignes de transmission.

Un tel filtre réjecteur est représenté à la Fig.2. Ce filtre est réalisé sur un substrat avec plan de masse.
10 Il comprend trois tronçons de ligne 20, 21 et 22 ayant une première extrémité en circuit ouvert et deux lignes de transmission imprimées ou lignes microruban (ou microstrip en langue anglaise) 10 et 11 montées en série entre une entrée 1 et une sortie 2. Les lignes
15 microruban 10 et 11 relient entre elles les autres extrémités, dites deuxièmes extrémités, des tronçons de ligne, la ligne microruban 10 étant insérée entre les deuxièmes extrémités des tronçons de ligne 20 et 21 et la ligne microruban 11 étant insérée entre les
20 deuxièmes extrémités des tronçons de ligne 21 et 22.

Les tronçons de ligne sont dimensionnés pour rejeter ou filtrer une bande de fréquences donnée, par exemple la bande de fréquences des signaux DECT ou celle des signaux GPS. Cette réjection est réalisée en utilisant
25 des tronçons de ligne et des lignes de transmission de longueur $\lambda/4$, où λ est la longueur d'onde correspondant à la fréquence centrale de la bande de fréquences à filtrer.

Une analyse de ce filtre a montré que la réjection est principalement liée à la longueur des tronçons de ligne ($\lambda/4$). La longueur des lignes de transmission 10 et 11 est moins critique et peut varier autour de $\lambda/4$ sans dégradation notable de la réjection.

Cette topologie de filtre avec lignes microruban simples et tronçons de ligne ne permet pas toutefois d'obtenir des niveaux de réjection élevés tels que ceux requis pour couper la bande DECT et/ou GPS dans l'application décrite précédemment.

Par ailleurs, ce filtre ne permet de rejeter qu'une seule bande de fréquences, laquelle est fixée par la longueur des tronçons de ligne.

Résumé de l'invention

Un objet de l'invention est de proposer un filtre réjecteur de bande en lignes microruban ayant un niveau de réjection élevé.

Un autre objet de l'invention est de proposer un filtre réjecteur de bande qui soit simple de conception et qui soit apte à rejeter plusieurs bandes de fréquences.

A cet effet, l'invention propose un filtre réjecteur de bande comportant, sur un substrat muni d'un plan de masse, trois tronçons de ligne imprimés ou "tronçons de ligne" en circuit ouvert à l'une de leurs extrémités, dites premières extrémités, et des premières et deuxième lignes de transmission imprimées montées en

série entre une borne d'entrée et une borne de sortie et reliant entre elles les autres extrémités, dites deuxièmes extrémités, desdits tronçons de ligne, chacune des desdites première et deuxième lignes de transmission étant insérée entre les deuxièmes extrémités de deux tronçons de ligne, lesdits tronçons de ligne étant dimensionnés pour rejeter une première bande fréquence. Selon l'invention, un tronçon de ligne en circuit ouvert est inséré dans au moins une desdites première et deuxième lignes de transmission imprimées pour rejeter une deuxième bande de fréquence.

Selon un mode de réalisation particulier, les première et deuxième bandes de fréquence sont sensiblement identiques. Ainsi, les tronçons de ligne en circuit ouvert et celui inséré dans au moins une des lignes de transmission imprimées contribuent à rejeter la même bande de fréquences et à atteindre un niveau de réjection élevé de cette bande.

En variante, lesdites et premières bandes de fréquences sont différentes. Le filtre permet de rejeter deux bandes de fréquences.

De préférence, des tronçons de ligne en circuit ouvert sont insérés dans les deux lignes de transmission imprimées pour augmenter le niveau de réjection de la deuxième bande de fréquences.

Selon un mode de réalisation particulier, le filtre comporte en outre au moins une troisième ligne de transmission imprimée dans laquelle est inséré un

tronçon de ligne en circuit ouvert, ladite troisième ligne de transmission étant montée en série avec lesdites première et deuxième lignes de transmission imprimées et insérée entre la borne d'entrée et la première ligne de transmission ou entre la deuxième ligne de transmission et la borne de sortie, ledit tronçon e ligne étant dimensionné pour rejeter une troisième bande de fréquences.

Selon un mode de réalisation particulier, ladite troisième bande de fréquences est identique à l'une desdites première et deuxième bande de fréquences. Ce tronçon e ligne supplémentaire permet d'augmenter le niveau de réjection de l'une desdites première et deuxième bandes de fréquences.

Selon un autre mode de réalisation particulier, la troisième bande de fréquences est différente desdites première et deuxième bande de fréquences. Si les trois de bandes de fréquences sont différentes, le filtre permet alors de couper trois bandes de fréquences.

Selon un mode de réalisation particulier, le substrat est un substrat bas cout, tel que le substrat connu sous la dénomination FR4. Des analyses ont montrées que le filtre de l'invention est peu sensible aux dérives éventuelles des propriétés électriques du substrat employé.

D'autres avantages pourront encore apparaître à l'homme du métier à la lecture des exemples ci-dessous,

illustrés par les figures annexées, donnés à titre illustratif.

Brève description des figures

- La figure 1 représente un schéma d'un terminal comportant une pluralité de systèmes radio réalisés sur une même carte de circuit imprimé et fonctionnant à des fréquences différentes;
5
- La figure 2 représente le schéma d'un filtre réjecteur de bande de l'art antérieur;
- La figure 3 représente le schéma d'un filtre réjecteur de bande selon un premier mode de réalisation de l'invention;
10
- La figure 4 représente le schéma d'un filtre réjecteur de bande selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;
- La figure 5 représente le schéma d'un filtre réjecteur de bande selon un troisième mode de réalisation de l'invention; et
15
- La figure 6 représente une courbe illustrant les performances de réjection d'un filtre conforme à l'invention.

20 Description de l'invention

Selon l'invention, on propose un filtre réjecteur de bande dans lequel des tronçons de lignes en circuit ouvert sont insérés dans les lignes de transmission

reliant les 3 tronçons de lignes classiquement utilisés.

Un premier mode de réalisation du filtre de l'invention est représenté de manière schématique à la figure 3.
5 Les éléments déjà présents dans la Fig.2 portent les mêmes références.

En référence à la Fig.3, le filtre comprend, sur un substrat avec plan de masse, deux lignes microruban 10 et 11 montées en série entre une entrée 1 et une sortie
10 2. Il comporte également 3 tronçons de lignes ou tronçons de lignes 20, 21 et 22 en circuit ouvert à l'une de leurs extrémités, dites premières extrémités. Les lignes microruban 10 et 11 sont insérées entre les deuxièmes extrémités des tronçons de lignes. Plus
15 particulièrement, la ligne microruban 10 est connectée entre la deuxième extrémité du stub 20 et la deuxième extrémité du stub 21 et la ligne microruban 11 est connectée entre la deuxième extrémité du stub 21 et la deuxième extrémité du stub 22.

20 Selon l'invention, des tronçons de lignes en circuit ouvert 30 et 31 sont insérés respectivement dans les lignes microruban 10 et 11.

Dans ce mode de réalisation, les tronçons de lignes 20, 21, 22, 30 et 31 ont des longueurs sensiblement égales,
25 de l'ordre de $\lambda_1/4$, λ_1 étant la longueur d'onde associée à la fréquence centrale f_1 de la bande de fréquences à couper ou rejeter.

Ce type de ligne microruban avec stub en circuit ouvert inséré à l'intérieur, formant résonateur, est décrit dans une thèse d'aout 2008 intitulée "Advanced Ultra Wideband (UWB) microwave filters for modern wireless communication" effectuée par Hussein Nasser Hamad Shaman à l'Heriot-Watt University.

Ce résonateur est réalisé en gravant en U la ligne de transmission de manière à former un tronçon de ligne ou stub présentant une longueur $\lambda_1/4$ et une largeur W_s inférieure à la largeur W de la ligne de transmission. Les lignes de transmission 10 et 11 présentent une longueur L légèrement supérieure à $\lambda_1/4$ pour rendre possible la réalisation des tronçons de lignes 30 et 31. Comme indiqué précédemment, cette modification de la longueur des lignes 10 et 11 a peu d'effet sur les performances du filtre.

Le résonateur formé de la ligne de transmission 10 et du stub en circuit ouvert 30 et le résonateur formé de la ligne de transmission 11 et du stub en circuit ouvert 31 sont connectés dans le même sens (circuit ouvert au même endroit dans la ligne) ou tête-bêche (sens opposé). Dans l'exemple de la figure 3, les deux résonateurs sont connectés tête-bêche.

Il a été montré que, selon la configuration retenue (tête-bêche ou pas), on peut obtenir un filtre ayant une fonction de transfert asymétrique présentant une pente plus plus raide à droite ou à gauche.

Dans le cas d'un filtre destiné à laisser passer la bande WiFi et filtrer la bande DECT, il importe de favoriser la raideur de la pente droite de la fonction de transfert du filtre pour dégrader le moins possible la bande WiFi. La configuration retenue (tête-bêche ou pas des tronçons de lignes 30 et 31) varie donc selon l'application.

Dans ce premier mode de réalisation, les cinq tronçons de lignes 20, 21, 22, 30 et 31 contribuent à rejeter une bande de fréquences autour de la fréquence centrale f_1 , ce qui permet d'atteindre un niveau de réjection élevé de cette bande.

Ce mode de réalisation est utilisé pour rejeter une seule bande de fréquences, par exemple la bande associée au DECT ou à celle associée au GPS.

Selon un autre mode réalisation illustré par la Fig.4, les lignes microruban 10 et 11 comportent respectivement des tronçons de lignes en circuit ouvert 30' et 31' ayant une longueur $\lambda_2/4$ différente de la longueur $\lambda_1/4$ des tronçons de lignes 20, 21 et 22, λ_2 étant la longueur d'onde associée à la fréquence centrale f_2 d'une deuxième bande de fréquences à couper ou rejeter.

Ce filtre permet alors de rejeter deux bandes de fréquences, par exemple la bande de fréquences associée au DECT et celle associée au GPS.

On peut aussi rajouter d'autres résonateurs pour rejeter d'autres bandes de fréquences ou augmenter le niveau de réjection requis sur une bande de fréquences donnée. Par exemple, dans le mode de réalisation 5 illustré par la Fig.5, le filtre comprend également deux autres résonateurs montés en série avec les lignes microruban 10 et 11 entre l'entrée 1 et la sortie 2 du filtre.

Un premier résonateur formé d'une ligne microruban 12 et d'un stub 32 inséré à l'intérieur de celle-ci est 10 connecté entre l'entrée 1 et la ligne microruban 10. Un second résonateur formé d'une ligne microruban 13 et d'un stub 33 inséré à l'intérieur de celle-ci est connecté entre la ligne microruban 11 et la sortie 2.

15 La longueur des tronçons de lignes 32 et 33 est par exemple égale à $\lambda_3/4$, λ_3 étant la longueur d'onde associée à la fréquence centrale f_3 d'une troisième bande de fréquences à couper ou rejeter. Bien entendu, on peut aussi utiliser des tronçons de lignes 32 et 33 20 ayant la même longueur que les tronçons de lignes 30 et 31 ou les tronçons de lignes 20, 21 et 22 pour augmenter le niveau de réjection de l'une des bandes de fréquences associées à ces tronçons de lignes. La longueur des lignes microruban est prise légèrement 25 supérieure à celle du stub qu'elles comprennent.

Bien entendu, suivant le niveau de réjection requis sur une bande de fréquences donnée, il peut être nécessaire de rajouter des résonateurs dans le filtre. La topologie de filtre présentée ici permet de rajouter

très facilement des résonateurs entre l'entrée et la sortie du filtre.

Pour augmenter la compacité du filtre, il est possible de réaliser des méandres dans les lignes microruban 10 à 13 sans perte de performances.

La figure 6 illustre les performances d'un filtre conforme au filtre de la figure 5 dans lequel les longueurs d'onde λ_1 et λ_3 sont égales ($\lambda_1=\lambda_3$) et associées à la fréquence centrale de la bande de fréquences du DECT et la longueur d'onde λ_2 est associée à la fréquence centrale de la bande de fréquences du GPS.

Comme on peut le voir sur la figure 6, ce filtre permet d'atteindre des taux de réjections de -60 dB dans la bande GPS et la bande DECT sans atténuer la bande WiFi à 2,4 GHz.

Cette topologie de filtre a également pour avantage d'être peu sensible aux dérives liées aux paramètres du substrat et aux tolérances de fabrication des tronçons de lignes ou des lignes microruban. Les performances de réjection du filtre sont essentiellement liées à la longueur des tronçons de lignes ($\lambda/4$). Une dérive de l'impédance des tronçons de lignes ou de la constante diélectrique du substrat influence uniquement la largeur de la bande passante rejetée.

Ce type de filtre est donc particulièrement adapté pour être utilisé dans des terminaux standards pour

permettre la coexistence sur une même carte de circuit imprimé entre systèmes radio fonctionnant à des bandes de fréquences différentes comme dans le cas illustré schématiquement par la figure 1.

- 5 Les modes de réalisation décrits ci-dessus ont été donnés à titre d'exemple. Il est évident pour l'homme de l'art qu'ils peuvent être modifiés, notamment quant au nombre de résonateurs, les matériaux utilisés pour le substrat ou les lignes de transmission, les bandes
- 10 de fréquences de fonctionnement, etc.

REVENDEICATIONS

1. Filtre réjecteur de bande comportant, sur un substrat muni d'un plan de masse, trois tronçons de ligne imprimés (20,21,22) ou "tronçons de lignes" en circuit ouvert à l'une de leurs extrémités, dites premières extrémités, et des premières et deuxième lignes de transmission imprimées (10,11) montées en série entre une borne d'entrée (1) et une borne de sortie (2) et reliant entre elles les autres extrémités, dites deuxièmes extrémités, desdits tronçons de lignes, chacune des desdites première et deuxième lignes de transmission étant insérée entre les deuxièmes extrémités de deux tronçons de lignes, lesdits tronçons de lignes étant dimensionnés pour rejeter une première bande fréquence, caractérisé en ce qu'un stub (30,31; 30',31') en circuit ouvert est inséré dans au moins une desdites première et deuxième lignes de transmission imprimées (10, 11) pour rejeter une deuxième bande de fréquence.

20

2. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que les première et deuxième bandes de fréquence sont sensiblement identiques.

25

3. Filtre selon la revendication 1, caractérisé en ce que les première et deuxième bandes de fréquence sont différentes.

30

4. Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un stub (30,31; 30',31') en circuit ouvert est inséré dans

chacune desdites deux première et deuxième lignes de transmission imprimées (10,11) pour rejeter ladite deuxième bande de fréquence.

5 5. Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins une troisième ligne de transmission imprimée (12,13) dans laquelle est inséré un stub (32,33) en circuit ouvert, ladite troisième
10 ligne de transmission étant montée en série avec lesdites première et deuxième lignes de transmission imprimées (10,11) et insérée entre la borne d'entrée et la première ligne de transmission ou entre la deuxième ligne de transmission et la borne de sortie, ledit stub
15 étant dimensionné pour rejeter une troisième bande de fréquences.

6. Filtre selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite troisième bande de fréquences est
20 identique à l'une desdites première et deuxième bande de fréquences.

7. Filtre selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite troisième bande de fréquences est
25 différente desdites première et deuxième bande de fréquences.

8. Filtre selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le
30 substrat est un substrat bas cout, tel que le substrat connu sous la dénomination FR4.

PL 1/3

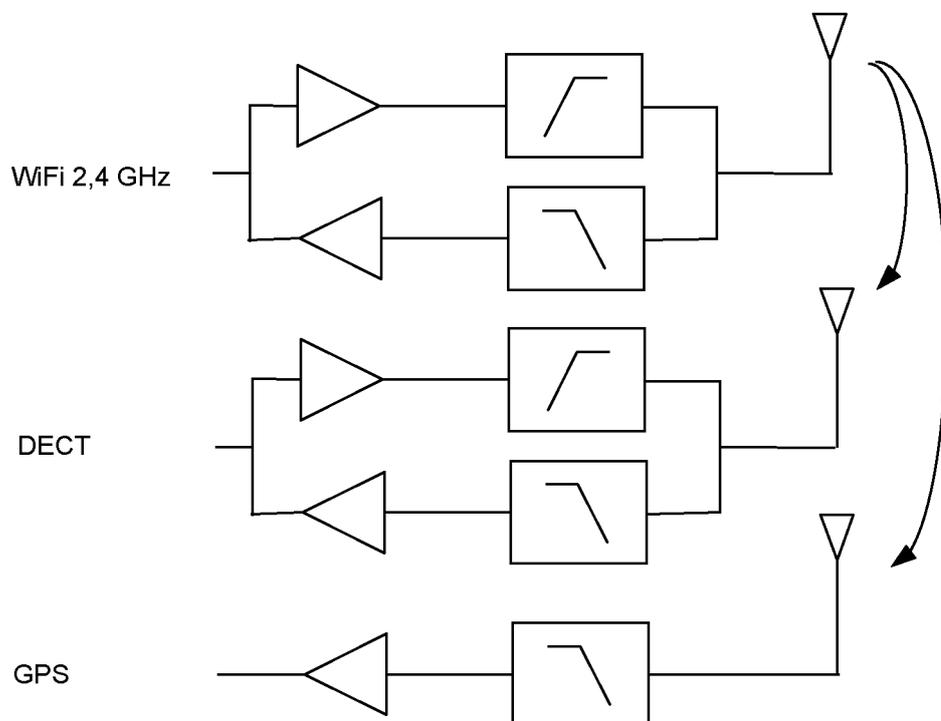


Fig.1

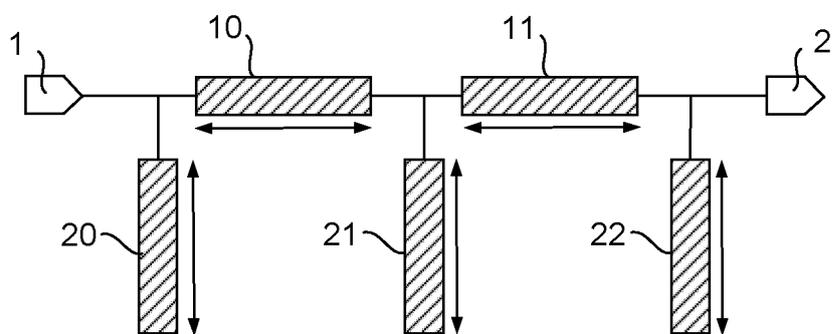


Fig.2 (Art antérieur)

PL 2/3

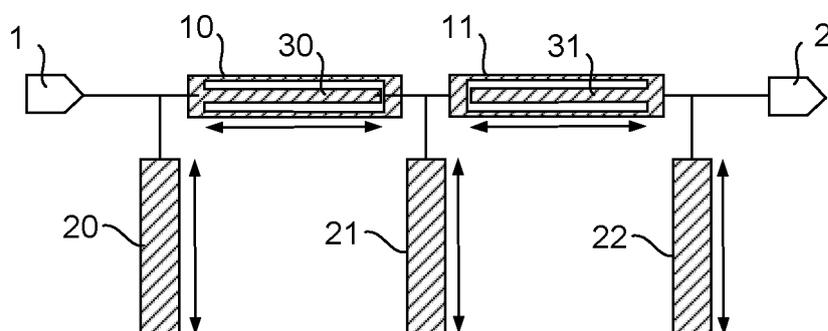


Fig.3

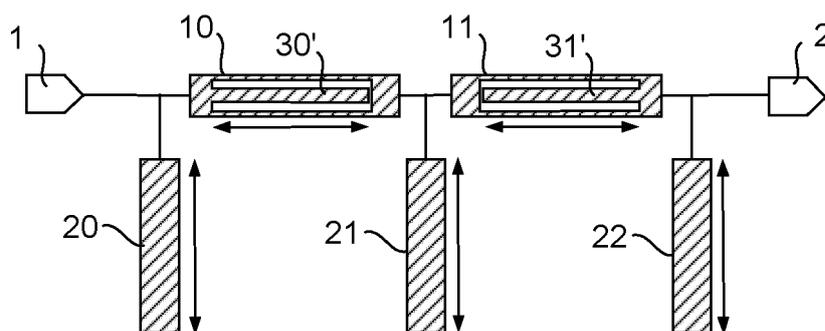


Fig.4

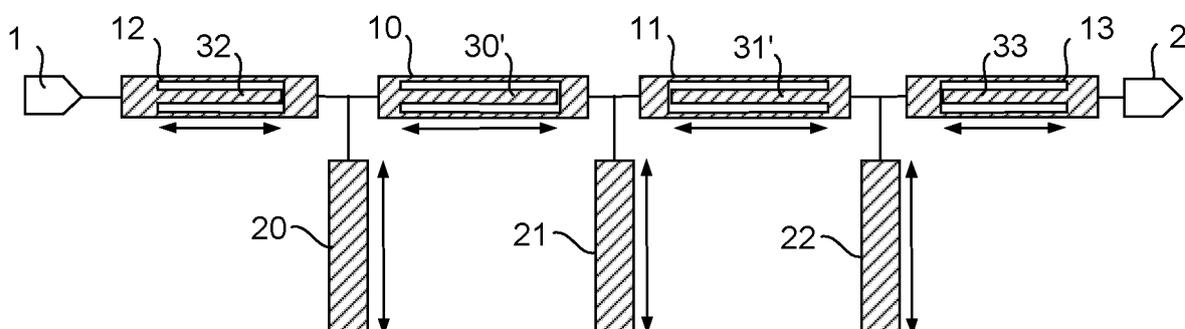


Fig.5

 $\lambda_2/4$

PL 3/3

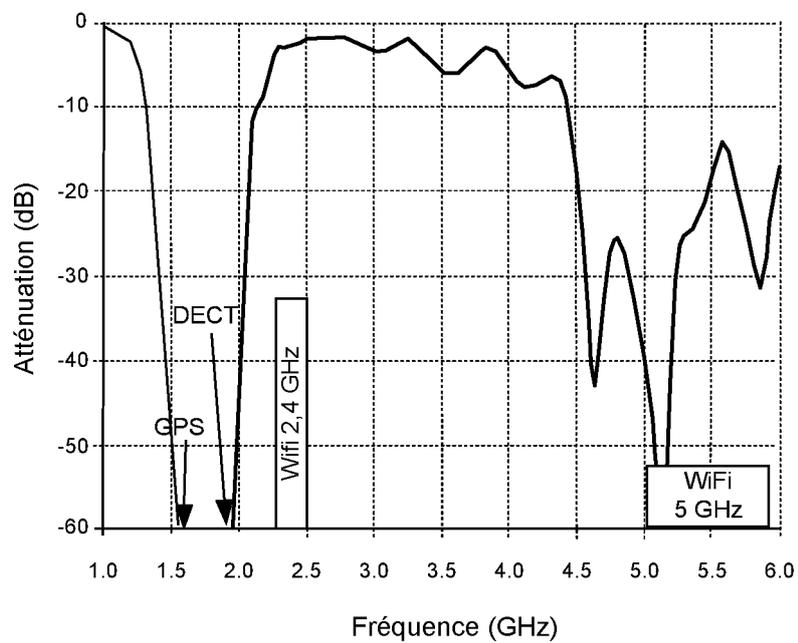


Fig.6

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1356567 FA 788534**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-05-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2000101303	A	07-04-2000	AUCUN	

EP 2541674	A1	02-01-2013	CN 102856613 A	02-01-2013
			EP 2541674 A1	02-01-2013
			FR 2977382 A1	04-01-2013
			JP 2013021688 A	31-01-2013
			KR 20130002967 A	08-01-2013
			US 2013002373 A1	03-01-2013
