República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) **PI 0500544-2 B1**

(22) Data do Depósito: 23/02/2005

(45) Data de Concessão: 28/08/2018

(54) Título: ANTENA PLANAR DE MÚLTIPLAS BANDAS

(51) Int.Cl.: H01Q 13/16

(30) Prioridade Unionista: 01/03/2004 FR 0450400

(73) Titular(es): THOMSON LICENSING S.A.

(72) Inventor(es): FRANCK THUDOR; FRANÇOIS BARON; FRANÇOISE LE BOLZER

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/02/2005

"ANTENA PLANAR DE MÚLTIPLAS BANDAS"

A presente invenção refere-se a uma antena planar de múltiplas bandas, e mais particularmente a uma antena planar de múltiplas bandas adequada a redes sem fio operando com faixas de freqüência distintas.

Dentro da estrutura do desdobramento de redes sem fio, o desenho de antenas é confrontado com um problema particular devido à maneira na qual as várias freqüências são alocadas nestas redes. Assim, no caso de redes sem fio domésticas de acordo com os padrões IEEE 802.11b e IEEE 802.11a, uma banda de freqüência em 2,4 GHz e duas bandas de freqüência separadas em torno de 5 GHz, foram alocadas para o desdobramento de redes sem fio de acordo com estes padrões. Neste caso, o espectro a ser coberto é portanto composto de três sub-bandas separadas. O mesmo fenômeno é encontrado em respeito às antenas que têm que operar nas duas bandas de freqüência separadas tais como antenas de GSM, GPRS, UMTS, etc.

Além do mais, vários padrões existem atualmente para redes sem fio e os produtos atualmente usados nestas redes sem fio seguem um ou outro destes padrões. Portanto, é necessário ter antenas capazes de operar em bandas de freqüência separadas.

Para remediar este tipo de problema, a solução mais óbvia em usar uma antena de banda larga que em um momento e ao mesmo tempo cobre todas as bandas de freqüência exigidas. É evidente no entanto que o uso de uma antena de banda larga não é desejável para tal cobertura. Especifica-

mente, neste caso, a banda coberta é muito grande com relação à banda necessária, apresentando vários inconvenientes. Assim, o uso de uma antena de banda larga pode encorajar a degradação do desempenho do receptor por conta da presença de perturbadores que operam na banda coberta pela antena e, em particular, a banda não alocada em aplicação do mesmo. Além do mais, exige restrições de filtragem mais severas no nível de transmissões a fim de agir de acordo com as máscaras de energia de transmissão fora de banda. Isto em geral acarreta um alto custo com respeito ao desenho da antena e do equipamento que a faz operar.

Outra solução consiste em usar uma antena operando em uma banda de baixa freqüência mas capaz de agilidade de freqüência de modo a comutar sobre uma ou outra das bandas. Neste caso, é necessário usar um ou mais elementos ativos para modificar a freqüência de operação da antena ressonante. No entanto, tal estrutura é mais complexa e portanto mais dispendiosa. Além do mais, antenas deste tipo não tornam possível cobrir bandas de freqüência separadas por grandes distâncias.

A presente invenção propõe uma solução passiva tornando possível assegurar a cobertura de múltiplos padrões enquanto evita o uso de uma antena de banda larga.

A presente invenção refere-se a uma antena planar de múltiplas bandas consistindo em pelo menos um ressonador formado de um elemento tendo um formato fechado feito em um substrato e dimensionado de modo a operar em seu modo fundamental na freqüência ressonante da banda mais baixa, o res-

sonador sendo alimentado por uma linha de alimentação de maneira a operar em todos os modos maiores. O ressonador compreende, de acordo com a presente invenção, elementos que modificam as freqüências ressonantes dos vários modos de maneira a cobrir as bandas escolhidas.

De acordo com uma modalidade preferida, os elementos que modificam as freqüências ressonantes dos vários modos consistem de projeções posicionadas em zonas de curto circuito do ressonador no modo de operação escolhido. Neste caso, a modificação da freqüência ressonante do modo escolhido é obtida ajustando a área de superfície das projeções.

De preferência, a relação entre a freqüência ressonante de um modo e a área de superfície das projeções é do tipo:

$f_i = a_i^k * S^k + b_i^k$ onde i representa o modo, k representa a projeção na qual a alteração é feita, S^k representa a área de superfície da projeção associada e (a_i^k, b_i^k) representam os coeficientes da curva obtida para cada modo e para cada configuração.

De preferência, as projeções são de formato poligonal ou cilíndrico e são fornecidas no perfil interno do ressonador, no perfil externo do ressonador ou em ambos os lados.

Além do mais, o ressonador consistem em uma fenda de formato fechado gravada em um substrato impresso, tal como uma fenda anular ou uma fenda de formato poligonal.

De acordo com outra modalidade, o ressonador consiste em uma coroa anular de tecnologia de microtiras feita em um substrato.

De acordo com outra característica da presente invenção, a linha de alimentação é feita em tecnologia de microtiras ou em tecnologia coplanar, a linha terminando em um curto circuito depois da transição de linha de alimentação/ressonador.

De preferência, o curto-circuito é fornecido a uma distância λm/16 da transição com λm sendo o comprimento de onda guiado na linha de alimentação.

De acordo com, ainda outra característica da invenção, a linha de alimentação de um cabo coaxial o núcleo central do qual é conectado com o interior do ressonador e a terra do qual é conectado ao exterior do ressonador.

Outras características e vantagens da presente invenção se tornarão evidentes na leitura da descrição dada aqui abaixo de várias modalidades, esta descrição sendo dada com referência aos desenhos anexos, em que:

A Figura 1 é uma vista diagramática de uma antena do tipo fenda anular alimentada por uma linha de microtira na qual a presente invenção pode ser aplicada,

A Figura 2 representa uma curva de correspondência como uma função de freqüência para a antena da Figura 1,

A Figura 3 é uma vista diagramática representando a distribuição dos campos na antena da Figura 1 para o modo fundamental, o primeiro modo maior e o segundo modo maior,

A Figura 4 é uma vista plana diagramática a partir de cima de uma fenda anular com duas projeções de acordo com a presente invenção,

A Figura 5 representa uma curva dando uma freqüência ressonante do modo fundamental como uma função da área de superfície das projeções no caso de uma configuração de acordo com a Figura 4,

A Figura 6 representa de modo diagramático uma fenda anular com quatro projeções de acordo com a presente invenção,

A Figura 7 representa uma curva dando a freqüência ressonante como uma função da área de superfície das projeções no caso da configuração de acordo com a Figura 6,

A Figura 8 representa diagramaticamente uma fenda anular com seis projeções de acordo com a presente invenção,

A Figura 9 representa uma curva dando a freqüência ressonante como uma função da área de superfície das projeções no caso da configuração de acordo com a Figura 8,

A Figura 10 representa uma vista plana diagramática a partir de cima de uma fenda anular com projeções de acordo com a presente invenção permitindo a operação em três bandas de freqüência,

A Figura 11 é uma curva mantendo a correspondência, a saber o coeficiente S11 como uma função da freqüência para a estrutura representada na Figura 10,

A Figura 12 representa curvas fornecendo uma percentagem de eficiência como uma função de freqüência para a antena representada na Figura 10,

A Figura 13 representa os padrões de radiação da antena de acordo com a Figura 10, respectivamente em 2,6 GHz, 5,2 GHz, 5,2 GHz e 5,9 GHz,

As Figuras 14a, 14b e 14c representam diagramaticamente vários formatos para as projeções,

As Figuras 15a, 15b representam as várias posições para as projeções de acordo com a presente invenção,

A Figura 16 é uma vista plana diagramática a partir de cima de outra modalidade da presente invenção,

A Figura 17 é uma vista em perspectiva diagramática de outra modalidade da presente invenção.

A presente invenção será descrita enquanto se refere a uma antena do tipo fenda anular tornando possível assegurar cobertura dos padrões em 2,4 GHz e em 5 GHz, a saber,para cobrir as bandas de freqüência alocadas pelos padrões Hyperlan2 e IEEE802,11a. É óbvio para a pessoa versada na técnica que a presente invenção pode ser aplicada a outros tipos de padrão e usar uma antena feita em uma tecnologia diferente da tecnologia de fenda tal como tecnologia de microtira.

A estrutura e a maneira de operação de uma antena planar de múltiplas bandas consistindo em uma fenda anular alimentada por uma linha de alimentação em tecnologia de microtira, de acordo com uma transição de linha/fenda, primeiramente serão descritas com referência às Figuras 1 a 3.

Como representado diagramaticamente na Figura 1, a antena consiste em uma fenda 1 feita gravando um substrato metalizado em suas duas faces. Na modalidade representada, a

fenda 1 forma um círculo de raio médio R_{moy} e de largura W_s. Na face de substrato oposta à face que recebe a gravação é fornecida uma linha de alimentação 2 que consiste em uma linha de microtira. Esta linha alimenta a fenda 1 com energia por acoplamento eletromagnético. A linha de alimentação se estende além da transição de linha/fenda sobre o comprimento Lm'. Lm' é escolhido de preferência tal que $Lm' = \lambda m/16$, onde λm é o comprimento de onda sob a linha de microtira. Além do mais, o fim da linha 2 termina em uma via formando um curto circuito.

Em uma maneira conhecida, o perímetro da fenda 1 é escolhido tal que $P = k\ \lambda s$ onde λs é o comprimento de onda guiado na fenda e k um inteiro positivo. No caso de uma estrutura deste tipo, a antena ressona não somente em seu modo fundamental mas também em todos os modos maiores, como mostrado na curva da Figura 2 que representa a S11 de correspondência como uma função de freqüência. Esta curva é o resultado de uma simulação realizada em uma antena de fenda anular exibindo as características seguintes: R_{moy} = 15 mm, W_s = 0,4 mm, W_m = 0,47 mm (largura da linha de alimentação), L_m = 8,5 mm (comprimento da linha de alimentação), L_m' = 2 mm (distância entre a transição e a via). O substrato usado para fazer a antena do tipo fenda anular é Rogers 4003 que exibe uma permissividade relativa ε_r = 3,38, um fator de dissipação $\tan\delta$ = 0,0022 e uma espessura h = 0,81 mm.

Neste caso, a operação a uma freqüência f_0 = 2,8 GHz, f_1 = 5,2 GHz ≈ $2f_0$ e f_2 = 7,4 GHz ≈ $3f_0$ é obtida.

São representados na Figura 3 as distribuições de campos na fenda da Figura 1 para as freqüências f_0 (modo fundamental), f_1 (primeiro modo maior) e f_2 (segundo modo maior).

Quando as Figuras 3a, 3b e 3c, são examinadas, é apreciado que para o modo fundamental, duas zonas de curto circuito (SC) e duas zonas de circuito aberto (OC) são observadas. Para o primeiro modo maior, quatro zonas de curto circuito e quatro zonas de circuito aberto são observadas e para o segundo modo maior, seis zonas de curto circuito e respectivamente seis zonas de circuito aberto são observadas.

A presente invenção portanto consiste em modificar a freqüência ressonante de cada um dos modos, independentemente de outros, adicionando as projeções em zonas de curto circuito da fenda anular correspondendo ao modo escolhido. Desta maneira, é possível ajustar, para cada um dos modos, a freqüência ressonante de modo que se encontra substancialmente na freqüência ressonante do padrão escolhido com a provisão que as várias faixas de freqüência se encontram aproximadamente em múltiplos da freqüência ressonante do padrão mais baixo.

A maneira na qual as freqüências ressonantes para os primeiros três modos de operação de uma fenda anular mudam quando as projeções são adicionadas na fenda será agora descrita com referência às Figuras 4 a 9.

Representado na Figura 4, está uma fenda anular 10 alimentado por uma linha de alimentação 11 em tecnologia de

microtira, esta antena do tipo de fenda anular sendo do mesmo tipo que aquele da Figura 1, em particular quanto a alimentação. Na modalidade da Figura 4, duas projeções 12a, 12b foram posicionadas em uma zona de curto circuito para o modo fundamental f_0. Cada projeção é, no caso presente, constituída por um retângulo de dimensão W_nXL_n e exibe uma área de superfície S_0, a projeção sendo feita gravando o substrato impresso, no perfil interno da fenda.

Representado na Figura 5 é a maneira em que a freqüência ressonante do modo fundamental f_0, do primeiro modo maior f_1 e o segundo modo maior f_2, muda como uma função das variações da área de superfície da projeção S_0, no caso da configuração com duas projeções da Figura 4. Os valores foram obtidos no caso de uma antena que consiste em uma fenda anular exibindo um raio médio R_{moy} = 15 mm, uma largura W_s = 0,4 mm, esta fenda sendo alimentada por uma linha de alimentação 11 tendo uma largura W_m = 0,47 mm, um comprimento L_m = 8,5 mm e um comprimento L_m' = 2 mm.

As curvas representadas na Figura 5 são de um tipo de linha reta afim satisfazendo a equação $f_i = a_i^k * S^k + b_i^k$ onde i ϵ para (0; 1; 2) e representa o modo, k ϵ para (0; 1; 2) e representa a projeção na qual uma alternação é feita com S^k, a área de superfície da projeção associada e o par (a_i^k, b_i^k) representa os coeficientes da curva.

Como representado nas Figuras 6 e 7, o mesmo estudo foi realizado no caso de uma fenda anular 10 alimentada por uma linha de microtira 11 em uma maneira idêntica aquela que foi descrita em conjunto com a Figura 1, esta fenda sen-

do fornecida com quatro projeções 13a, 13b, 13c, 13d feitas no perfil interno da fenda e posicionado em uma zona de curto circuito para o primeiro modo maior f_1, cada projeção tendo uma área de superfície S1. Neste caso, a freqüência ressonante dos vários modos fundamentais, o modo fundamental f_0, primeiro modo maior f_1 e segundo modo maior f_2 como uma função da área de superfície da projeção S1, é dada na Figura 7.

Em uma maneira idêntica, como representado nas Figuras 8 e 9, um estudo foi realizado quando a uma fenda anular 10 alimentado por uma linha de alimentação em tecnologia de microtira 11 e fornecido neste caso com seis projeções 14a, 14b, 14c, 14d, 14e, 14f feitos no perfil interno da fenda e posicionadas nas zonas de curto circuito correspondendo ao segundo modo maior f_2.

Neste caso, a Figura 9 representa a freqüência ressonante dos vários modos, modo fundamental f_0, primeiro modo maior f_1 e segundo modo maior f_2, como uma função da área de superfície da perturbação S2 correspondendo a uma configuração com seis projeções.

Os coeficientes (a_i^k, b_i^k) das curvas para cada um dos modos e para cada configuração são dados na Tabela 1 abaixo:

TABELA 1

2 entalhes	a	b
f_0	-0,0190	2,5703
f_1	0,0073	5,1094

f_2	-0,0558	7,2160
4 entalhes	a	b
f_0	-0,0290	2,8867
f_1	-0,1254	5,5138
f_2	-0,1094	8,2171
6 entalhes	a	b
f_0	-0,0369	2,8810
f_1	-0,1054	5,5905
f_2	-0,2609	8,02760

Baseado nos elementos acima, se as freqüências de operação são assumidas por serem conhecidos nos três modos, por exemplo f_0 = 2,4 GHz, f_1 = 5,25 GHz e f_2 = 5,8 GHz para operação nas bandas IEEE 802.11b em 2,4 GHZ e IEEE 802.11a na banda de 5-6 GHz, é possível agrupar todos os coeficientes acima juntos para obter um sistema linear de três equações em três incógnitas, em que as incógnitas são as projeções S^0, S^1 e S^2.

Primeiramente, a igualdade seguinte pode ser escrita para cada modo (i = 0, 1 e 2):

$$f_i = a_i^0 * S^0 + b_i^0 = a_i^1 * S^1 + b_i^1 = a_i^2 * S^2 + b_i^2$$

Adicionando a mesma expressão 3 vezes, a expressão seguinte é obtida para cada modo (i = 0, 1 e 2)

$$3 * f_i - (b_i^0 + b_i^1 + b_i^2) = a_i^0 * S^0 + a_i^1 * S^1 + a_i^2 * S^2$$

que pode ser facilmente manipulado na forma matriz:

F = A*S

$$\text{com } F = \begin{pmatrix} 3*f_0 - (b_0^0 + b_0^1 + b_0^2) \\ 3*f_1 - (b_1^0 + b_1^1 + b_1^2) \\ 3*f_2 - (b_2^0 + b_2^1 + b_2^2) \end{pmatrix}, \quad A = \begin{pmatrix} a_0^0 a_0^1 a_{02} \\ a_1^0 a_1^1 a_1^2 \\ a_2^0 a_2^1 a_2^2 \end{pmatrix} \quad \text{e} \quad S = \begin{pmatrix} S^0 \\ S^1 \\ S^2 \end{pmatrix}$$

A teoria de álgebra mostra que este tipo de sistema tem uma solução única se e somente se o número de equações é igual ao número de incógnitas (este sendo o caso: existem três equações em três incógnitas) e se e somente se a determinante da matriz A não é zero, este igualmente sendo o caso com os valores apresentados na Tabela 1.

Como explicado aqui acima, é portanto possível ajustar as freqüências ressonantes combinando as várias configurações das Figuras 4, 6 e 8 para obter as freqüências ressonantes desejadas.

Uma modalidade particular de uma antena do tipo fenda anular de acordo com a presente invenção, permitindo a operação eficaz para padrões IEEE 802.11a e IEEE 802.11b, será agora descrito com referência às Figuras 10, 11, 12 e 13.

A Figura 10 portanto representa uma fenda anular 20 alimentada por uma linha de alimentação 21 de estrutura similar àquela representada na Figura 1. Esta fenda anular foi obtida gravando um substrato Rogers 4003 de permissividade relativa ε_r = 3,38, um fator de dissipação tanδ = 0,0022 e uma espessura h = 0,81 mm. A fenda gravada 20 exibe um raio médio R_{moy} = 15 mm, uma largura W_s = 0,4 mm. Na superfície do substrato oposta à superfície que recebe a fenda é feita uma linha de alimentação 21 em tecnologia de microtira exibindo uma largura W_m = 0,47 mm e dimensões L_m = 8,5

mm e L_m' entre a transição de linha/fenda e a via 24 = $\lambda_m/16$ 2 mm.

Como representada na Figura 10, a fenda 20 é fornecida em seu perfil interno com duas projeções 22a, 22b nas zonas de curto circuito do modo fundamental f_0, estas projeções 22a e 22b sendo de formato retangular e exibindo um comprimento L_n0 = 6,5 mm e uma largura W_n0 = 3 mm. Além disso, quatro projeções são feitas em zonas de curto circuito para o segundo modo maior f_2. Estas projeções 23a, 23b, 23c e 23d são de formato retangular e exibem um comprimento L_n2 = 3,4 mm e uma largura W_n2 = 1,6 mm.

Esta antena do tipo fenda anular foi simulada usando o software de simulação IE3D de Zeland. As simulações forneceram uma curva de correspondência S11 em dB como uma função de freqüência, representada na Figura 11. Esta curva de correspondência mostra a existência de três picos de correspondência nas freqüências 2,4 GHz, 5,2 GHz e 5,8 GHz que estão muito perto das freqüências ressonantes dos padrões relevantes.

A curva de correspondência representada na Figura 11 é corroborada pela curva de eficiência da estrutura representada na Figura 12.

A Figura 12 fornece duas curvas de eficiência, a saber a eficiência da antena e a eficiência da radiação, estas duas curvas exibindo três picos nas freqüências dos três picos de coincidência.

Além do mais, nas Figuras 13a, 13b e 13c, são representadas os vários padrões de radiação da estrutura da

Figura 10 em 2,6 GHz para a Figura 13a, 5,2 GHz para a Figura 13b e 5,9 GHz para a Figura 13c. A diferença no formato dos padrões se origina na diferença dos modos excitados, a saber o modo fundamental, o primeiro modo maior e o segundo modo maior. No entanto, o formato da radiação permanece quase omnidirecional.

Representados nas Figuras 14a, 14b e 14c, estão vários formatos para as projeções. As Figuras 14a, 14b e 14c correspondem aos casos de duas projeções que são retangulares para a Figura 14a, semi-cilíndricas para a Figura 14b e triangulares para a Figura 14c. No caso da presente invenção, a área de superfície da projeção em vez de seu formato tem importância para o ajuste da freqüência.

Representadas nas Figuras 15a e 15b, estão várias possibilidades para o posicionamento das projeções com respeito ao perfil da fenda anular. A Figura 15a representa duas projeções 30a, 30b colocadas no perfil externo de uma fenda anular 31 enquanto a Figura 15b representa duas projeções 40a, 40b de formato retangular mas posicionado em ambos os lados da fenda anular 41.

Representada na Figura 16 está outra modalidade de uma antena de acordo com a presente invenção. Neste caso, a antena compreende uma primeira fenda anular 50 fornecida com duas projeções 51a, 51b no perfil interno da fenda anular nas zonas de curto circuito correspondendo a seu modo fundamental. Além do mais, uma segunda fenda anular 60 concêntrica com a primeira fenda anular 50 é fornecida com quatro projeções 61a, 61b, 61c, 61d fornecidas no perfil externo da

fenda 60 em zonas de curto circuito que correspondem ao segundo modo maior. Na modalidade da Figura 16, as projeções 61a, 61b, 61c, 61d são de formato semicircular ou semicilíndrico.

Como nas outras modalidades, as duas fendas anulares 50 e 60 são alimentadas por meio de uma linha de alimentação 70 feita neste caso por tecnologia de microtira. Fazendo desta maneira é possível alargar as bandas de operação.

Representada na Figura 17, está ainda outra modalidade da presente invenção. Nesta representação em perspectiva esquemática, a fenda anular 80 é alimentada por um cabo coaxial 90 cujo núcleo interno 91 é conectado ao substrato dentro da fenda anular enquanto a terra 92 do cabo coaxial é conectada na metalização externa da fenda anular 80.

É óbvio para a pessoa versada na técnica que as modalidades descritas aqui acima são dadas meramente por meio de exemplo e que outras modalidades poderiam ser usadas dentro da estrutura da presente invenção. Em particular, é possível conceber as estruturas de antena do tipo de fenda anular onde qualquer número N de modos seria usado bem como estruturas que permitem a cobertura de qualquer número M de sub-bandas.

Além do mais, dentro da estrutura da presente invenção, o ressonador usado poderia ser um ressonador do tipo coroa anular de microtira em vez de uma fenda anular gravada em um substrato metalizado.

REIVINDICAÇÕES

1. Antena planar de múltiplas bandas consistindo em pelo menos um ressonador (10, 20, 31, 41, 50, 60, 80) formado de um elemento tendo um formato fechado feito em um substrato e apresentando um perímetro P = kλs onde λs é o comprimento de onda guiado no elemento e k é um inteiro positivo, o ressonador operando em seu modo fundamental na freqüência ressonante da banda mais baixa no dentre as múltiplas bandas, o ressonador sendo alimentado por uma linha de alimentação (11, 21, 70, 90) posicionada para também operar em modos maiores do que o modo fundamental, a posição da linha de alimentação determinando ao longo do perímetro do ressonador zonas de curto circuito dependendo dos modos de operação,

a antena sendo **CARACTERIZADA** pelo fato de que o ressonador compreende projeções (12a, 12b; 13a, 13b, 13c, 13d; 14a, 14b, 14c, 14d, 14e; 22a, 22b, 23a, 23b, 23c, 23d; 30a, 30b; 40a, 40b; 61a, 61b, 61c, 61d; 51a, 51b) posicionadas nas ditas zonas de curto circuito do ressonador dependendo dos vários modos de maneira a cobrir as bandas escolhidas.

2. Antena, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a modificação da freqüência ressonante do modo escolhido é obtida ajustando a área de superfície das projeções.

3. Antena, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a relação entre a freqüência

ressonante de um modo de operação e a área de superfície das projeções é do tipo:

$f_i = a_i^k * S^k + b_i^k$ onde i representa o modo, k representa a projeção na qual a alteração é feita, S^k representa a área de superfície da projeção associada e (a_i^k, b_i^k) representam os coeficientes da curva obtida para cada modo de operação e para cada configuração.

4. Antena, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as projeções são de formato poligonal ou cilíndrico e são fornecidas no perfil interno do ressonador, no perfil externo do ressonador ou em ambos os lados.

5. Antena, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o ressonador consiste em uma fenda de formato fechado gravada em um substrato impresso, tal como uma fenda anular ou uma fenda de formato poligonal.

6. Antena, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o ressonador consiste em uma coroa anular de tecnologia de microtira feita em um substrato.

7. Antena, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a linha de alimentação é feita em tecnologia de microtira ou em tecnologia coplanar, a linha terminando em um curto circuito depois da transição de linha de alimentação/ressonador.

8. Antena, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o curto-circuito é fornecido

a uma distância λm/16 da transição, com λm sendo o comprimento de onda guiado na linha de alimentação.

9. Antena, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a linha de alimentação consiste de um cabo coaxial (90), o núcleo central (91) do qual é conectado com o interior do ressonador e a terra (92) do qual é conectado ao exterior do ressonador.

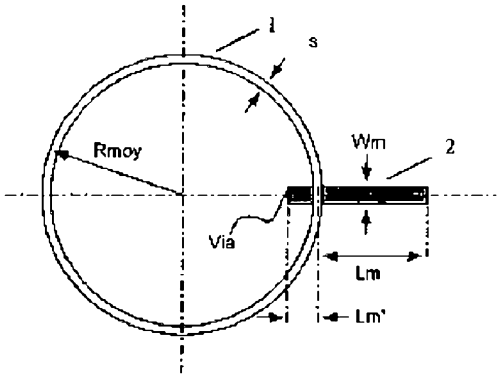

FIG. 1

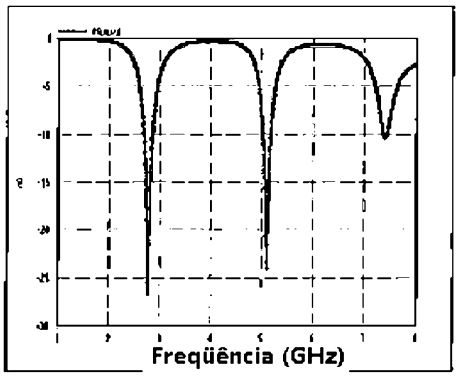

FIG. 2

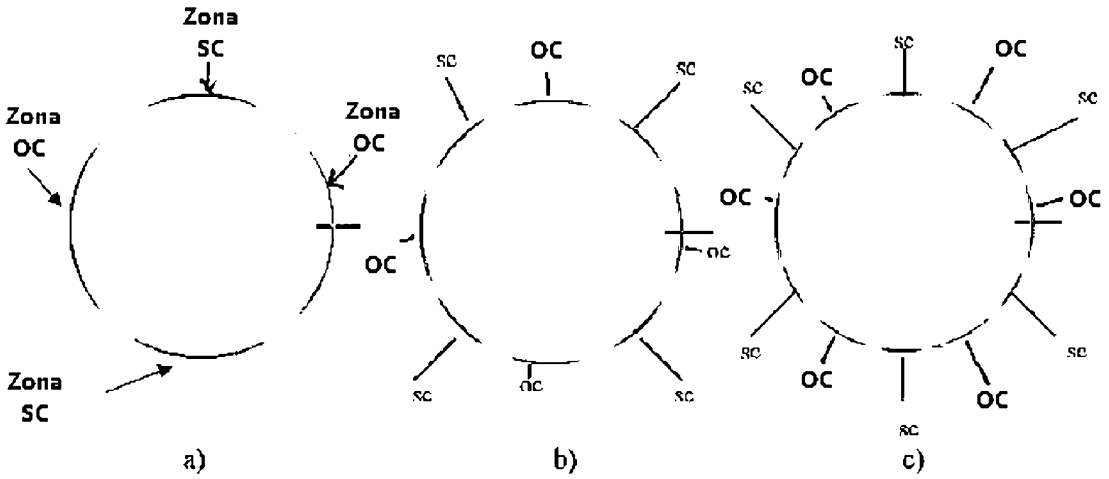

FIG. 3

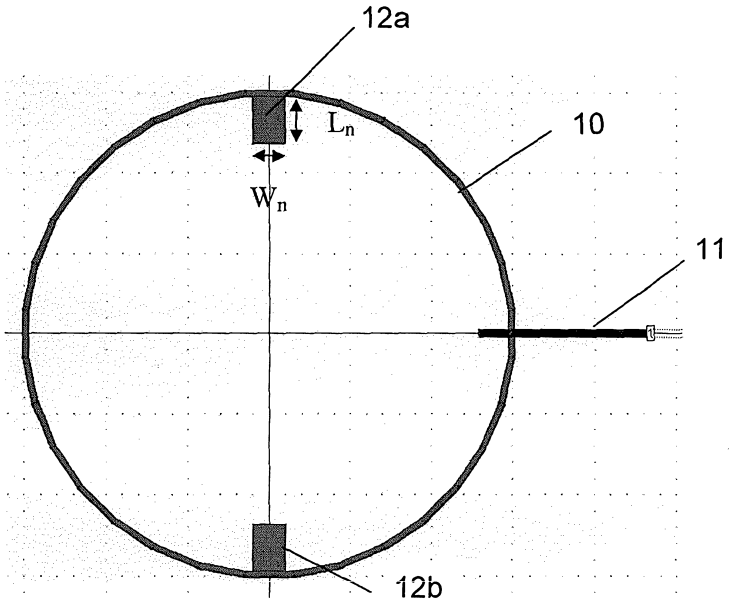
12a
L_n
10
W_n
11
12b

FIG. 4

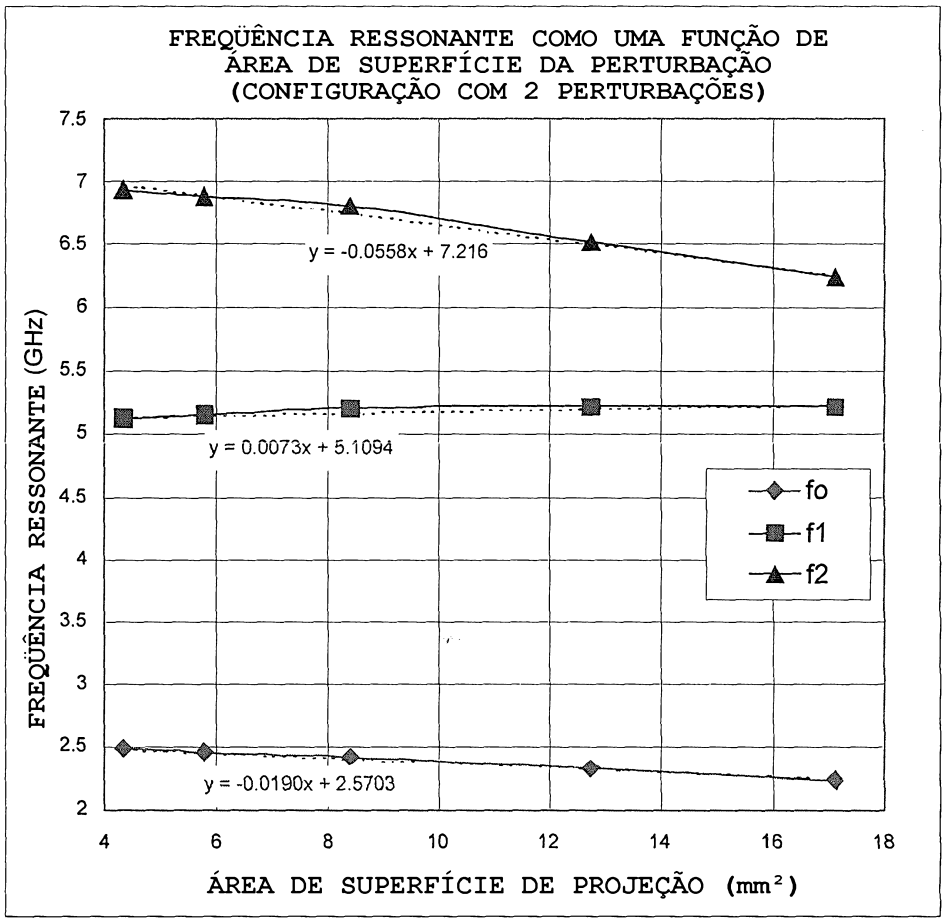
FREQÜÊNCIA RESSONANTE COMO UMA FUNÇÃO DE ÁREA DE SUPERFÍCIE DA PERTURBAÇÃO (CONFIGURAÇÃO COM 2 PERTURBAÇÕES)
FREQÜÊNCIA RESSONANTE (GHz)
ÁREA DE SUPERFÍCIE DE PROJEÇÃO (mm²)
y = -0.0558x + 7.216
y = 0.0073x + 5.1094
y = -0.0190x + 2.5703
fo
f1
f2
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
4
6
8
10
12
14
16
18

FIG. 5

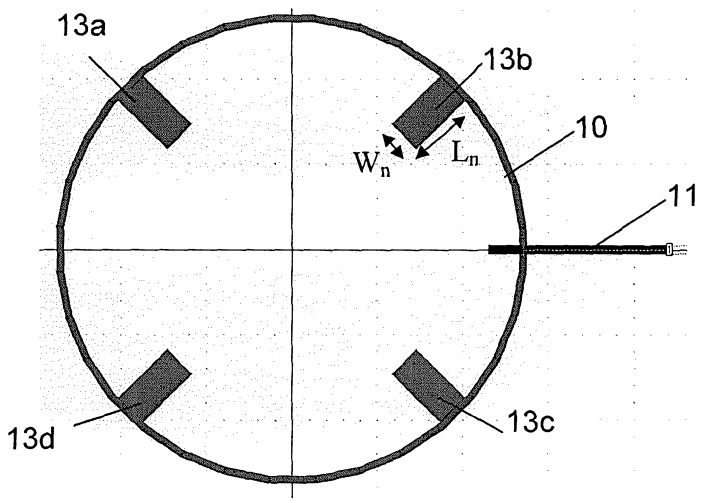
13a
13b
10
W_n
L_n
11
13d
13c

FIG. 6

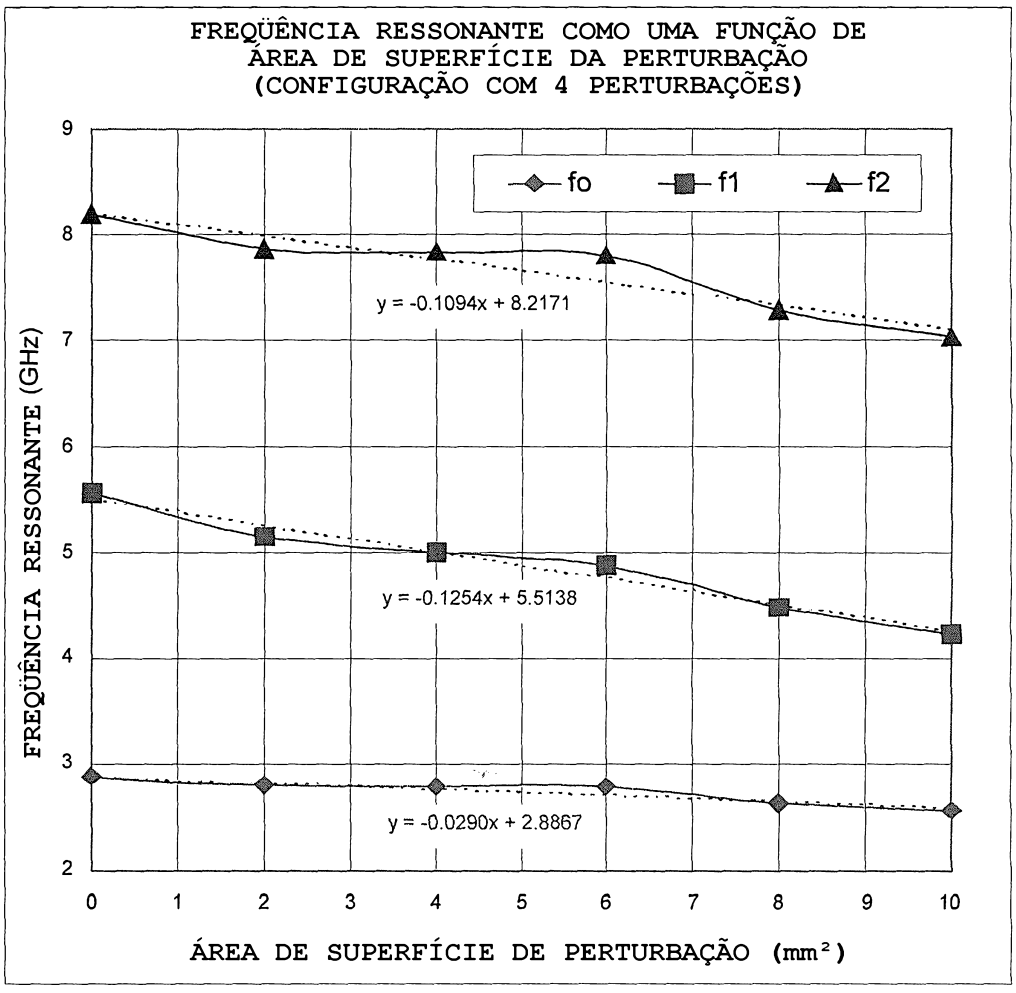
FREQÜÊNCIA RESSONANTE COMO UMA FUNÇÃO DE ÁREA DE SUPERFÍCIE DA PERTURBAÇÃO (CONFIGURAÇÃO COM 4 PERTURBAÇÕES)
fo
f1
f2
y = -0.1094x + 8.2171
y = -0.1254x + 5.5138
y = -0.0290x + 2.8867
FREQÜÊNCIA RESSONANTE (GHz)
ÁREA DE SUPERFÍCIE DE PERTURBAÇÃO (mm²)
9
8
7
6
5
4
3
2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

FIG. 7

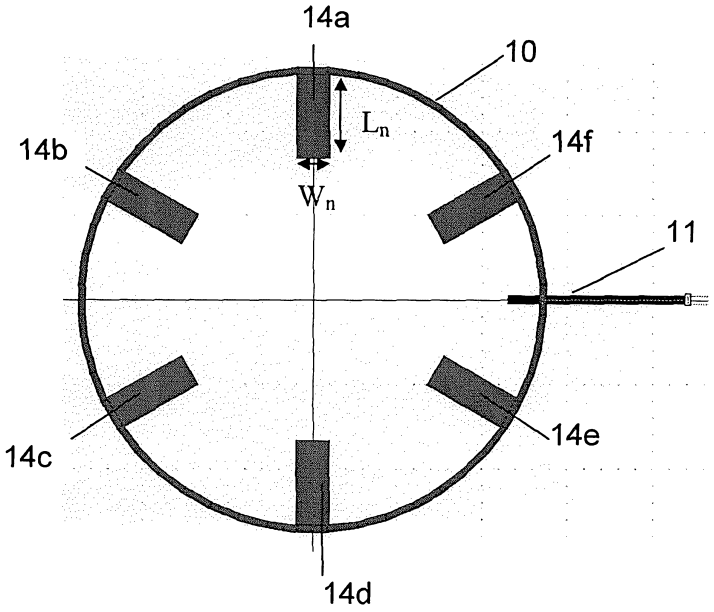
14a
10
L_n
14b
14f
W_n
11
14c
14e
14d

FIG. 8

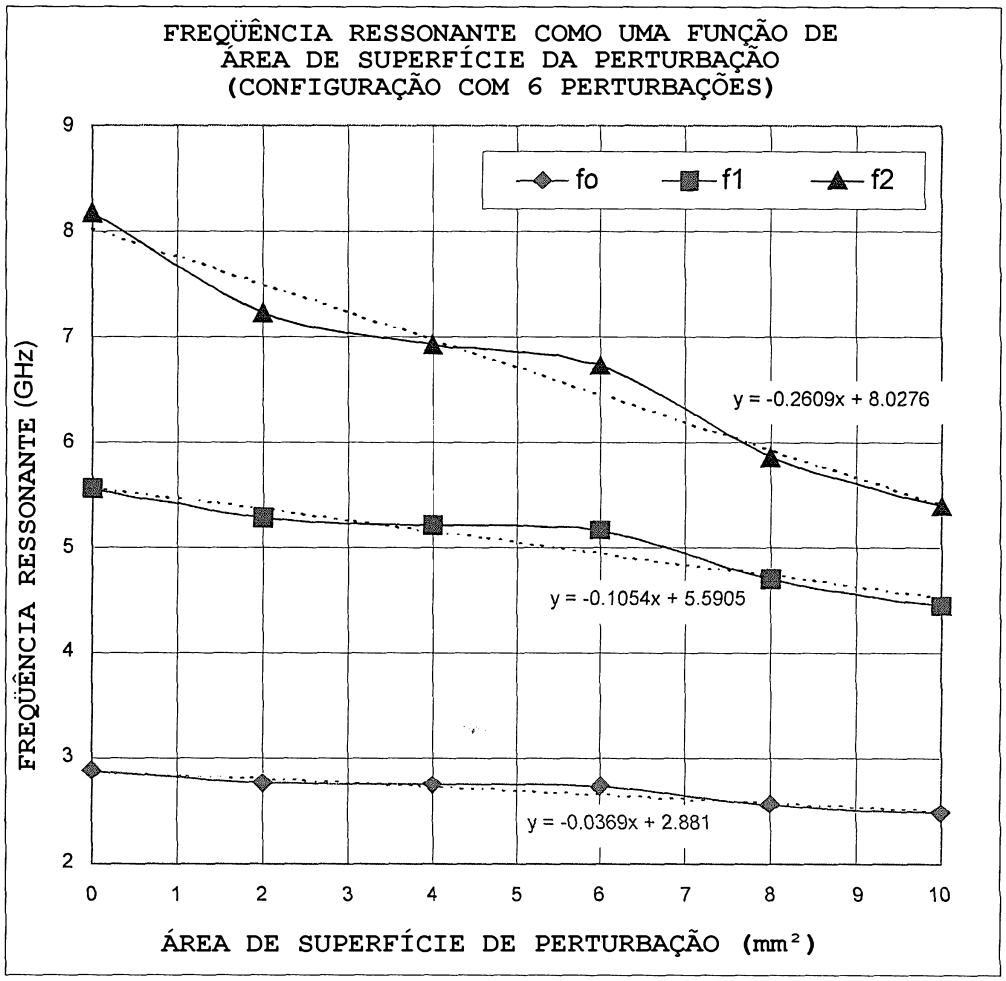
FREQÜÊNCIA RESSONANTE COMO UMA FUNÇÃO DE ÁREA DE SUPERFÍCIE DA PERTURBAÇÃO (CONFIGURAÇÃO COM 6 PERTURBAÇÕES)
fo
f1
f2
y = -0.2609x + 8.0276
y = -0.1054x + 5.5905
y = -0.0369x + 2.881
FREQÜÊNCIA RESSONANTE (GHz)
ÁREA DE SUPERFÍCIE DE PERTURBAÇÃO (mm²)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
2
3
4
5
6
7
8
9

FIG. 9

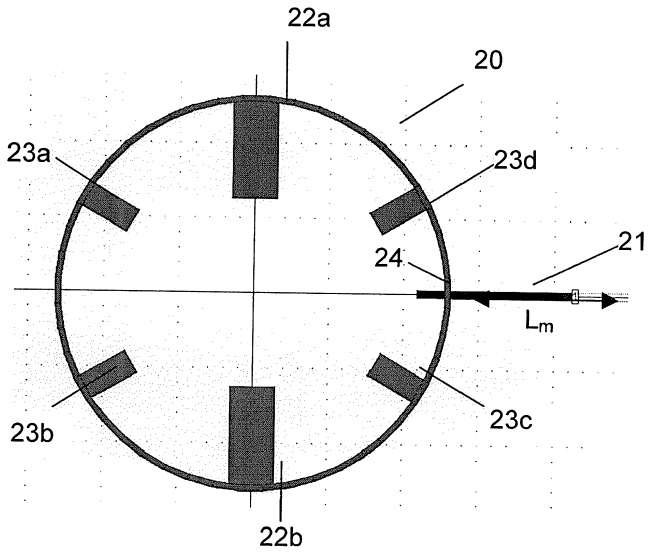

FIG. 10

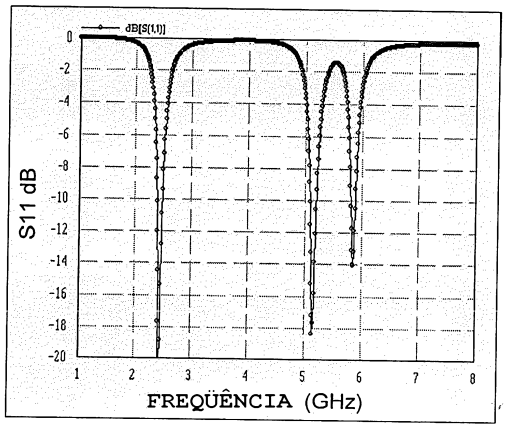

FIG. 11

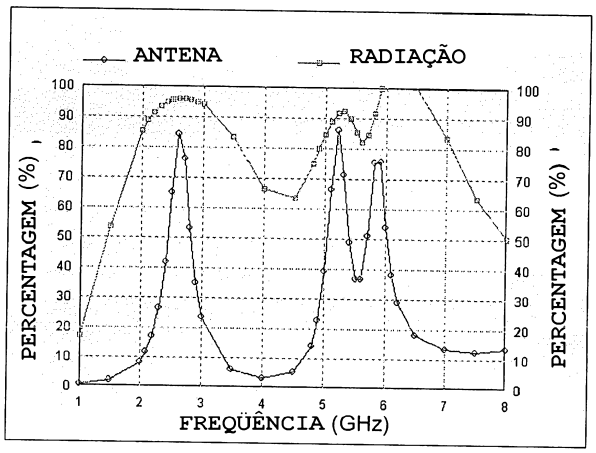

FIG. 12

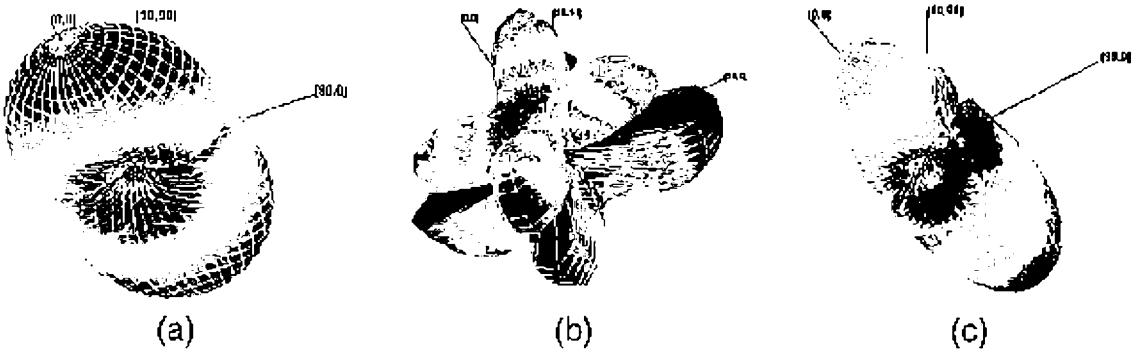

FIG. 13

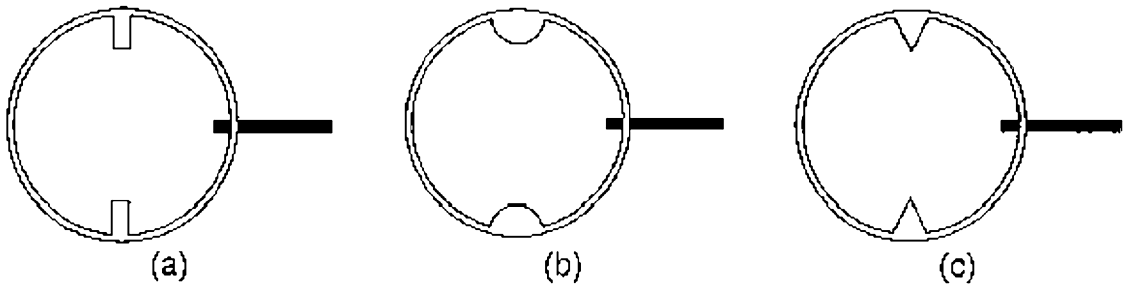

FIG. 14

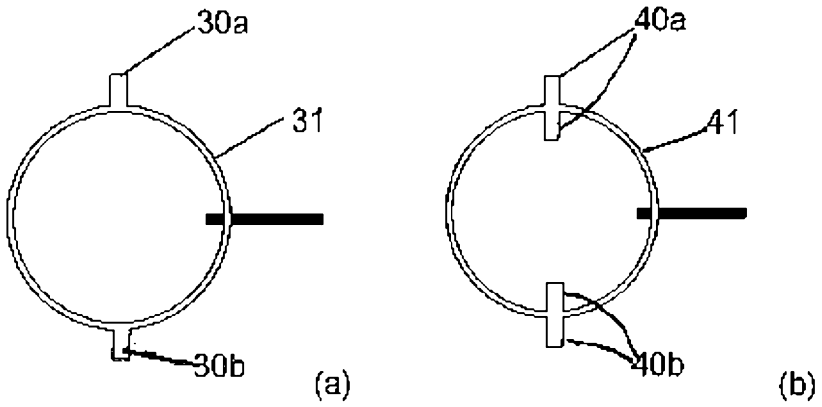

FIG. 15

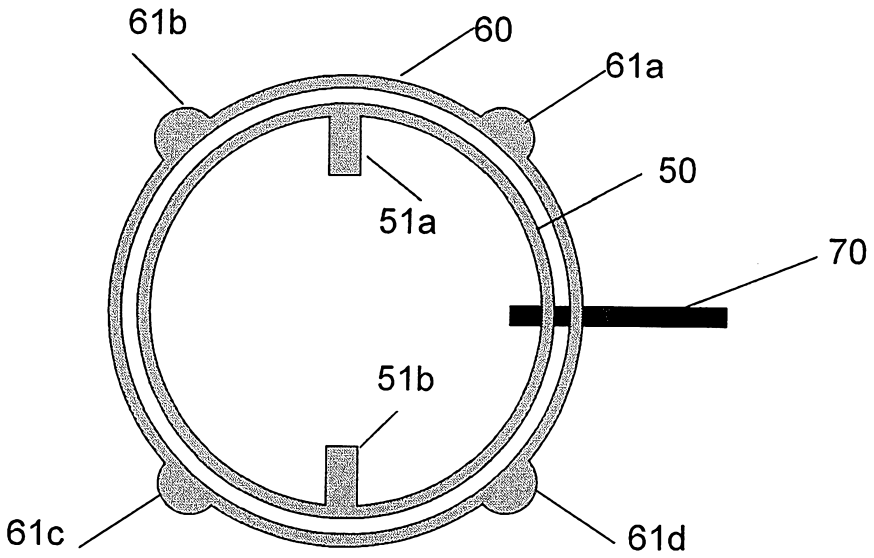
61b
60
61a
50
51a
70
51b
61c
61d

FIG. 16

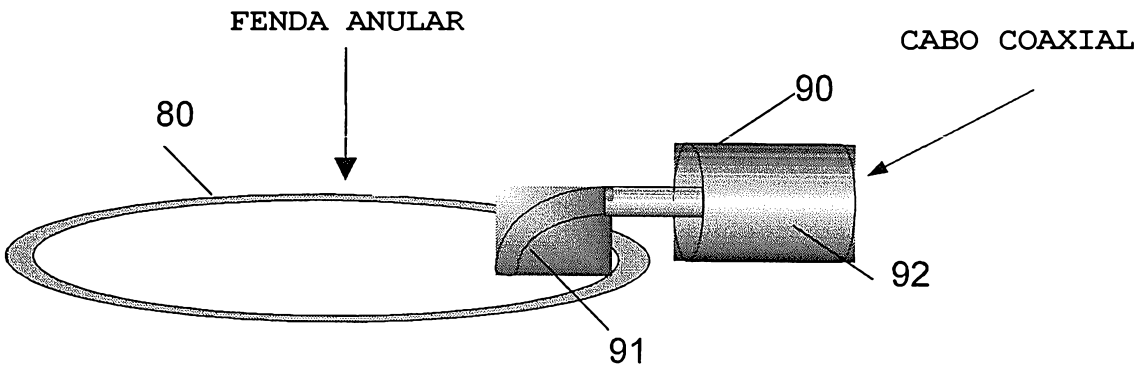
FENDA ANULAR
CABO COAXIAL
80
90
92
91

FIG. 17