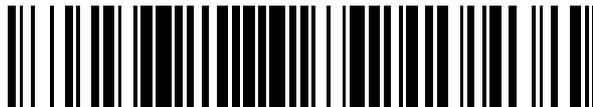


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 393**

51 Int. Cl.:  
**H01Q 15/00** (2006.01)  
**H01Q 19/17** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08787987 .0**
- 96 Fecha de presentación: **13.03.2008**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2130266**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **Antena con resonador equipado de un revestimiento filtrante y sistema que incorpora esta antena**

30 Prioridad:  
**29.03.2007 FR 0702305**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.11.2012**

73 Titular/es:  
**CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE - CNRS (33.3%)  
3, RUE MICHEL-ANGE  
75016 PARIS, FR;  
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
(33.3%) y  
UNIVERSITE DE LIMOGES (33.3%)**

72 Inventor/es:  
**THEVENOT, MARC;  
JECKO, BERNARD;  
MONEDIERE, THIERRY;  
CHANTALAT, RÉGIS;  
MENUDIER, CYRILLE y  
DUMON, PATRICK**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 390 393 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Antena con resonador equipado de un revestimiento filtrante y sistema que incorpora esta antena

La presente invención se relaciona con una antena con resonador equipado de un revestimiento filtrante y un sistema que incorpora esta antena.

5 Las antenas conocidas son concebidas para emitir o recibir ondas electromagnéticas a una frecuencia de trabajo  $f_T$ . Estas antenas pueden comprender un primer resonador formado:

- de un reflector que refleja la totalidad de ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente a este reflector,

10 - de una pared parcialmente reflejante atravesada por las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$ , esta pared que refleja estrictamente menos del 100% y más del 80% de las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente a esta pared,

- de una cavidad delimitada de un lado por una cara superior del reflector y del otro lado por una cara inferior de la pared parcialmente reflejante, y

15 - de al menos una sonda de excitación de la cavidad propia para recibir o para inyectar en esta cavidad, al nivel del reflector, campos electromagnéticos a la frecuencia  $f_T$ .

Se recuerda aquí que el coeficiente de reflexión de una pared o de un reflector depende del ángulo de incidencia, de la frecuencia de la onda electromagnética y de la polarización de esta onda electromagnética. Aquí, los valores de reflectividad de las paredes o reflectores son dados por la siguiente situación:

- la frecuencia de la onda electromagnética es igual a la frecuencia de trabajo  $f_T$ ,

20 - el ángulo de incidencia es nulo, es decir que la onda electromagnética que se propaga perpendicularmente a la pared o al reflector, y

- la polarización tenida en cuenta es la del campo eléctrico radiado o recibido por la sonda de excitación.

Por ejemplo, tales antenas son descritas en el caso particular de antenas de material BIP (Banda Restringida Fotónica) faltante en las solicitudes de patente depositadas bajo el Número FR 9914521 y FR 2801428A.

25 Estas antenas presentan un volumen reducido y una fuerte directividad. El diagrama de radiación de estas antenas presenta por lo tanto un lóbulo principal importante y lóbulos secundarios.

La invención apunta a disminuir la importancia y el tamaño de los lóbulos secundarios.

30 Tiene por lo tanto por objeto una antena en la cual el primer resonador comprende un revestimiento filtrante que recubre la mayoría de la cara superior del reflector situado en el interior de la cavidad, siendo apto este revestimiento para eliminar todas las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan en una dirección paralela a la cara superior del reflector sin por lo tanto eliminar todas las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan en una dirección perpendicular a la cara superior del reflector.

En la antena anterior, el revestimiento impide el establecimiento de un modo guiado en una dirección paralela al reflector. Esto se traduce en una mejora sensible del comportamiento de la antena.

35 Los modos de realización de esta antena pueden comprender una o varias características siguientes:

40 - el revestimiento filtrante forma un material BIP (Banda Restringida Fotónica) que comprende al menos un primer y un segundo materiales que se diferencian por su permitividad y/o su permeabilidad y/o su conductividad dispuestas en alternancia a intervalos regulares solamente a lo largo de una o varias direcciones paralelas a la cara superior del reflector, siendo el intervalo regular función de la longitud de onda  $\lambda_1$  de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el primer material de manera que elimine las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan paralelamente a la cara superior del reflector;

- el primer material que forma el revestimiento filtrante es idéntico al material que reemplaza la cavidad;

- el segundo material que forma el revestimiento es idéntico al material que forma la cara superior del reflector;

45 - el segundo material forma contactos de los cuales el de mayor anchura se extiende en una dirección perpendicular a la cara superior del reflector, estando repartidos estos contactos a intervalos regulares en la cara superior del

reflector en dos direcciones no colineales y paralelas a la de la cara superior, siendo la mayor anchura estrictamente inferior a la  $\lambda_1/2$ , en donde  $\lambda_1$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el primer material;

- 5 - la cara superior del reflector y la cara inferior de la pared parcialmente reflejante están separadas la una de la otra por una altura  $h_1$  constante y estrictamente inferior a  $\lambda_2/2$  o igual a  $\lambda_2/2$  en donde  $\lambda_2$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad;
- la pared parcialmente reflectiva es una rejilla formada de varias barras metálicas paralelas, siendo la más pequeña distancia entre dos barras paralelas estrictamente inferior a  $\lambda_3/2$ , en donde  $\lambda_3$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el aire;
- 10 - la pared parcialmente reflectiva es un material BIP que presenta al menos dos materiales que se diferencian por su permitividad y/o su permeabilidad y/o su conductividad dispuestas en alternancia al menos a lo largo de una dirección perpendicular a la cara superior del reflector, siendo uno de esos dos materiales el mismo que el que rellena la cavidad;
- la antena comprende un segundo resonador formado:
- 15 - de una pared radiante atravesada por las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que presentan una cara radiante exterior, esta pared radiante que refleja estrictamente menos del 100% y más del 80% de las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  se propagan perpendicularmente a la de la pared radiante, siendo la reflectividad de la pared radiante estrictamente inferior a la de la pared parcialmente reflejante,
- 20 - de una cavidad resonante con fuga delimitada de un lado por una cara inferior de la pared radiante y del otro lado por una cara superior de la pared parcialmente reflejante del primer resonador, estando separadas la pared radiante y la pared parcialmente reflejante la una de la otra por una altura  $h_2$  constante inferior o igual a  $\lambda_4/2 + \lambda_4/20$ , en donde  $\lambda_4$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad resonante con fuga;
- 25 - la antena que comprende varias sondas de excitación en el primer resonador implican cada una la formación de una mancha de excitación en la cara superior de la pared parcialmente reflejante, creando cada mancha de excitación en su giro una mancha radiante en la cara radiante de la pared radiante, siendo definidas mancha de excitación y mancha radiante como la zona de la cara superior de la pared parcialmente reflejante, respectivamente de la pared radiante, situada alrededor de un punto de esta cara en donde la intensidad del campo electromagnético emitido por esta sonda es máximo e incluye todos los puntos de esta cara en donde la intensidad del campo electromagnético emitido por esta sonda es superior o igual a la estructura de esta intensidad máxima, y en la cual la distancia que separa las dos sondas de excitación contiguas se escoge suficientemente pequeña para que las manchas radiante creadas por estas sondas se traslapan parcialmente;
- 30 - cada sonda de excitación presenta una superficie de inyección y/o de recepción de ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  de las cuales la de mayor anchura es superior o igual a  $\lambda_2$ , la repartición de la potencia de las ondas electromagnéticas en la superficie de inyección y o de recepción que tienen un punto en donde la potencia es máxima, estando alejado este punto desde la periferia de esta superficie, y la potencia decrece continuamente a lo largo de una recta que va de este punto hasta la periferia y esta cualquiera que sea la dirección de la recta considerada en el plano de esta superficie, siendo  $\lambda_2$  la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de  $f_T$  en el material que rellena la cavidad del primer resonador;
- 35 - la altura  $h_2$  está dada por la siguiente relación:
- 40

$$h_2 = (2n\pi + \varphi_1 + \varphi_2) \frac{\lambda_4}{4\pi}$$

en donde:

- $n$  es el número entero positivo o negativo que permite obtener la más pequeña altura  $h_2$  positiva,
- 45 -  $\varphi_1$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente a la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en la cara superior de la pared parcialmente reflejante del primer resonador,
- $\varphi_2$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente a la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en la cara inferior de la pared radiante,

## ES 2 390 393 T3

- $\lambda_4$  es la longitud de onda de la onda electromagnética de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad resonante con fuga;
  - la cara superior del reflector y la cara inferior de la pared parcialmente reflejante están separadas la una de la otra por una altura  $h_1$  constante estrictamente inferior a  $\lambda_2/2$  en donde  $\lambda_2$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad del primer resonador;
- 5
- la cavidad del primer resonador forma una guía de onda que tiene una frecuencia de corte  $f_C$  del modo de propagación  $TE_1$  o  $TM_1$  y un valor asintótico  $C$  encima de la cual no puede establecerse ningún modo de propagación TEM, y en el cual la frecuencia  $f_T$  es inferior o igual a la frecuencia  $f_C$  y superior o igual al valor asintótico  $C$ .
- 10
- Los modos de realización de la antena presentan además las siguientes ventajas:
- utilizar un material BIP para formar el revestimiento filtrante que permite acrecentar la directividad de la antena,
  - escoger uno de los materiales del material BIP que forman el revestimiento filtrante siendo idéntico al que rellena la cavidad evita las reflexiones en la interfaz entre la cavidad y el revestimiento filtrante,
  - escoger uno de los materiales del revestimiento filtrante idéntico al que forman la cara superior del reflector que permite eliminar eficazmente las ondas de superficie de frecuencia de  $f_T$  que se propagan en la superficie del reflector,
- 15
- escoger la altura  $h_1$  inferior o igual a  $\lambda_2/2$  se traduce por el hecho de que la frecuencia  $f_T$  es inferior a la frecuencia de corte de los modos fundamentales  $TE_1$  y  $TM_1$  de propagación, lo que impide la aparición de estos modos de propagación guiados y se traduce al fin de cuentas por un aumento de la directividad de la antena sin causar pérdida de direccionamiento de la antena ,
- 20
- la utilización de una rejilla para formar la pared parcialmente reflejante limita el volumen de la antena y simplifica su concepción,
  - utilizar un material BIP para formar la pared parcialmente reflejante aumenta la directividad de la antena,
  - utilizar el primer resonador en tanto que la fuente de excitación del segundo resonador permite excitar este segundo resonador sin modificar la reflectividad de las paredes de la cavidad resonante en fuga por la presencia de aberturas o de partes metálicas que sirven para introducir un campo magnético en esta cavidad.
  - traslapar las manchas radiantes permite realizar una antena multihaz en las cuales los diferentes manojos están entrelazados,
- 25
- utilizar sondas de excitación de las cuales la de mayor anchura es superior o igual a la longitud de onda de las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que permite aumentar la directividad y la ganancia de la antena o de cada haz de la antena. Además, cuando estas sondas de excitación son utilizadas en una antena que comprende el primer y el segundo resonador, ésta permite obtener las ventajas precitadas conservando la reflectividad de la cara superior de la pared parcialmente reflejante sin cambiar,
  - escoger la altura  $h_2$  como se define en la fórmula anterior que permite aumentar la directividad de la antena,
- 30
- escoger la altura  $h_1$  estrictamente inferior a  $\lambda_2/2$  que permite evitar el traslape de las manchas de excitación, y
  - escoger la frecuencia de trabajo  $f_T$  inferior o igual a la frecuencia de corte  $f_C$  y superior o igual al valor  $C$  que permite aumentar muy sensiblemente la directividad de la antena.
- 35
- La invención tiene igualmente por objeto un sistema de emisión o de recepción de ondas electromagnéticas que comprenden:
- un dispositivo de focalización apto para focalizar las ondas electromagnéticas emitidas o recibidas por el sistema en un punto focal, y
  - la antena anteriormente colocada en este punto focal.
- 40
- En el sistema anterior, la utilización de la antena reivindicada permite aumentar el rendimiento de este sistema iluminando la superficie más grande posible del dispositivo de focalización disminuyendo las pérdidas por desbordamiento más allá del contorno de este dispositivo de focalización.
- 45

La invención será mejor comprendida con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo y hecha refiriéndose a las figuras en los cuales:

- la figura 1 es una ilustración esquemática de una guía de onda plana,
- la figura 2 es un diagrama de dispersión de los modos de propagación guiado por la guía de onda de la figura 1,
- 5 - la figura 3 es una ilustración esquemática y en perspectiva de un primer modo de realización de una antena equipada de un revestimiento filtrante realizado a partir de un material BIP,
- la figura 4 es un diagrama de dispersión de los modos de propagación guiados de la antena de la figura 3,
- la figura 5 es una ilustración esquemática y en perspectiva de un segundo modo de realización de una antena equipada de un revestimiento filtrante,
- 10 - las figuras 6, 7 y 8 son ilustraciones esquemáticas, respectivamente, de un tercer, un cuarto y un quinto modos de realización de una antena equipada de un revestimiento filtrante,
- la figura 9 es una gráfica que ilustra la evolución de la directividad de las antenas de las figuras 5 y 6 en función de la frecuencia de trabajo  $f_T$ ,
- las figuras 10 y 11 son diagramas de radiación de una antena desprovista de revestimiento filtrante,
- 15 - las figuras 12 y 13 son diagramas de radiación de la antena de la figura 5,
- las figuras 14 y 15 son diagramas de radiación de la antena de la figura 6,
- la figura 16 es una ilustración esquemática y en perspectiva de una antena multihaces entrelazadas,
- la figura 17 es una ilustración esquemática de un diagrama de dispersión de los modos de propagación guiados de la antena de la figura 16,
- 20 - la figura 18 es una ilustración esquemática de un sistema de emisión de haces entrelazados hacia la superficie terrestre, y
- la figura 19 es una ilustración esquemática, en perspectiva y en corte de una antena cilíndrica equipada de un revestimiento filtrante.

En estas figuras, las mismas referencias son utilizadas para designar los mismos elementos.

- 25 Siguiendo esta descripción, las características y funciones bien conocidas del experto en la técnica no son descritas en detalle. A continuación de esta descripción, las características y funciones bien conocidas del experto en la técnica no están descritas en detalle. En particular, para más información sobre los materiales BIP, el experto en la técnica puede referirse al texto de la solicitud de patente publicada bajo el Número EP 1145379.

- 30 La figura 1 representa una guía 2 de onda plana y la figura 2 representa el diagrama de dispersión de esa guía 2. Las figuras 1 y 2 son conocidas y no se introduce aquí más que para recordar la definición de algunos términos técnicos.

La guía 2 está formada de un plano reflector 4 que se extiende paralelamente a un plano XY horizontal, definido por dos direcciones ortogonales X y Y. El plano 4 refleja 100% de las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente en su superficie. Por ejemplo, el plano 4 se realiza en metal.

- 35 Se denomina Z a la dirección perpendicular a las direcciones X y Y.

En el plano 4 se dispone una pared horizontal 6 parcialmente reflejante. Aquí, por parcialmente reflejante, se designa una pared que refleja estrictamente menos del 100% y más del 80% de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente a una de las caras horizontales de esta pared 6. La pared 6 está separada del reflector 4 por un espacio 8 de altura constante h. Este espacio está, por ejemplo, relleno de aire. La altura h se mide según la dirección Z.

- 40 Una flecha ondulada 10 representa una onda electromagnética guiada que se propaga en el espacio 8. Aquí, la dirección de propagación de las ondas es paralela a la dirección Y.

Las flechas 11 punteadas representan las ondas electromagnéticas que se fugan al espacio 8 por intermedio de la pared 6 que no es más que parcialmente reflejante.

Las dimensiones transversales, es decir perpendiculares a la dirección de propagación, son supuestas infinitas en el caso de una guía de onda plana.

La figura 2 representa el diagrama de dispersión de guía 2 de onda. La constante  $\beta$  representa la constante de propagación de un modo que se propaga paralelamente al reflector 4.

5 El eje de ordenadas representa la frecuencia de la onda electromagnética que se propagan en el espacio 8.

En una guía de onda plana, solo algunos modos de propagación pueden establecerse en función de la frecuencia de la onda que se va propagar. Estos modos de propagación son clásicamente conocidos bajo la terminología de modo TEM, (Transversa Eléctrica Magnética) de modo  $TE_n$  (Transversa Eléctrica de orden n) y  $TM_n$  (Transversa Magnética de orden n), en donde  $n$  es un entero superior o igual a cero. Para más información en los modos de propagación susceptibles de establecer en una guía de onda plana, es posible referirse a diferentes libros que tratan el asunto.

10 En la figura 2, una recta 12 que pasa por el origen representa el valor de las constante  $\beta$  para cada frecuencia de la onda guiada en el caso en donde el modo de propagación es el modo TEM.

Una curva 14 representa el valor de la constante  $\beta$  para cada frecuencia posible de la onda guiada en el caso en donde el modo de propagación es el modo  $TE_1$  o  $TM_1$ .

15 La curva 14 corta el eje de las frecuencias para una frecuencia  $f_c$  conocido bajo el término de "frecuencia de corte".

La frecuencia de corte para los modos  $TE_1$  o  $TM_1$  se define por la siguiente relación:

$$f_c = \frac{2n\pi + \varphi_1 + \varphi_2}{4\pi h} c \quad (1)$$

en donde:

- n es el número entero positivo o negativo tal como  $f_c$  toma su más pequeño valor positivo no nulo.

20 -  $\varphi_1$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente a la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en el reflector 4,

-  $\varphi_2$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente con la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en la pared 6,

- c es la celeridad o la velocidad de fase de la onda en el espacio 8.

25 En virtud del diagrama de dispersión, si la frecuencia  $f_T$  es estrictamente inferior a la frecuencia  $f_c$ , entonces la onda guiada puede propagarse en el interior del espacio 8 únicamente según el modo TEM.

Si la frecuencia  $f_T$  es superior o igual a la frecuencia  $f_c$  entonces la onda guiada en el espacio 8 puede propagarse según el modo TEM,  $TE_1$  o  $TM_1$ .

30 Estos modos que permiten la propagación de una onda electromagnética a la frecuencia  $f_T$  según una dirección de propagación son llamadas aquí modos guiados. A la inversa, los modos de excitación del espacio 8 que no permiten la propagación de ondas electromagnéticas son llamadas modos evanescentes. Un modo evanescente se caracteriza por el hecho de que la amplitud de la onda guiada decrece muy rápidamente en la dirección de propagación de manera que esta onda no puede propagarse en una distancia superior a  $2\lambda$  en donde  $\lambda$  es la longitud de onda de la onda electromagnética de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena el espacio 8.

35 Los modos evanescentes de la guía 2 correspondiente a los modos de funcionamiento para los cuales un máximo de energía electromagnético se disipa bajo la forma de radiación en el espacio después de haber atravesado la pared 6.

La figura 3 representa una antena 20 concebida para emitir o recibir ondas electromagnéticas a la frecuencia de trabajo  $f_T$ . Esta antena 20 comprende un resonador formado:

40 - de un reflector 22 en forma de plano que se extiende paralelamente a un plano horizontal XY definido por las direcciones X y Y ortogonales,

- de una pared 24 parcialmente reflejante dispuesta en el plano reflector 22 en una dirección Z perpendicular a las direcciones X y Y y que se extiende paralelamente al plano XY.

El plano reflector 22 se escoge para reflejar 100% de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente en este plano. Por ejemplo, el plano reflector 22 se realiza en metal que puede ser conectado a un potencial de referencia tal como la masa.

5 La pared 24 es concebida aquí para reflejar estrictamente menos del 100% y más del 80% de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan en una dirección perpendicular a esta pared. Para este efecto, en este ejemplo, la pared 24 es un material BIP. Los materiales BIP presentan una banda larga no concurrida B. Cuando una onda electromagnética cuya frecuencia está comprendida en la banda no concurrida B choca con éste material BIP, éste es casi reflejado en totalidad. Aquí, el material que forma la pared 24 es por lo tanto escogido para que la frecuencia de trabajo  $f_T$  esté comprendida en la banda no concurrida de éste material BIP.

10 Además, para poder reflejar parcialmente las ondas electromagnéticas que se propagan en la dirección Z, el material BIP que forma la pared 24 presenta al menos una alternancia periódica de dos materiales en la dirección Z. Para este efecto, aquí, la pared 24 está formada por la superposición en la dirección Z de tres capas planas 26, 28 y 30. Aquí, las capas 26 y 30 difieren de la capa 28 para su permitividad. Por ejemplo, las capas 26 y 30 se realizan en aluminio mientras que la capa 26 es una capa de aire. Las dimensiones de estas capas en las direcciones X y Y se escogen varias veces superiores a la longitud de onda  $\lambda_a$ , en donde  $\lambda_a$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el aire. Por ejemplo, las dimensiones laterales de las capas 26, 28 y 30 se escogen superiores a cuatro veces  $\lambda_a$ .

La pared 24 presenta por lo tanto una cara inferior 32 en frente del plano reflector 22 y una cara superior 34 opuesta a la cara inferior 32.

20 La cara inferior 32 es espaciada del reflector 22 por una altura constante  $h_1$ . Los espacios así dispuestos entre la cara inferior 32 y la cara superior del reflector 22 forma una cavidad 36.

En la figura 3, solo una parte de la pared 24 se ha representado de manera que hace evidente una gran parte del interior de la cavidad 36.

25 Una sonda de excitación 38 se dispone en el interior de la cavidad 36 en el reflector 22 o en el plano del reflector 22. En el plano XY, la sonda 38 se dispone sensiblemente en el medio de la cavidad 36. Esta sonda es apta para recibir o inyectar en la cavidad 36, al nivel del reflector 22, de los campos electromagnéticos a la frecuencia  $f_T$ . Finalmente, la antena 20 comprende un revestimiento filtrante 40 que recubre la totalidad de la cara superior del reflector 22 que está situado en el interior de la cavidad 36. El revestimiento 40 rodea por lo tanto la sonda 38 sin recubrirla.

30 Este revestimiento 40 se realiza en un material apropiado para impedir la propagación de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en una dirección paralela al plano XY permitiendo la propagación de estas mismas ondas en la dirección Z. Para este efecto, por ejemplo, el revestimiento 40 se realiza en un material BIP que presenta una periodicidad en dos direcciones no colineales del plano XY. La periodicidad de un material BIP según una dirección es, por ejemplo, definida en la solicitud de patente dispuesta bajo el Número FR 9914521.

Aquí, el revestimiento 40 presenta una periodicidad en la dirección X y una periodicidad en la dirección Y.

35 En este modo de realización, el revestimiento 40 está formado de contactos verticales 42 dispuestos a intervalos regulares  $p$  en las direcciones X y Y. Estos contactos 42 se realizan en el mismo material que el utilizado por el reflector 22, es decir aquí en metal. Otro material que forma el revestimiento 40 rellena la totalidad de los intervalos entre los contactos 42. Este otro material es aquí el aire, es decir un material idéntico al que rellena la cavidad 36.

40 La longitud del intervalo  $p$  se escoge en función de la longitud de onda  $\lambda_a$  de manera que filtra las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan en las direcciones X y Y. Para este efecto, típicamente, la longitud del intervalo  $p$  es inferior a  $\lambda_a/2$  y preferiblemente comprendido entre  $\lambda_a/4$  y  $\lambda_a/2$ .

La altura  $h_p$  de los contactos 42 en la dirección Z debe ser estrictamente inferior a la altura  $h_1$ . Por ejemplo, aquí, la altura  $h_p$  se escoge estrictamente inferior a  $\lambda_a/2$  y preferiblemente igual a  $\lambda_a/4$  más o menos 15%.

45 Aquí, los contactos 42 tienen una sección transversal, es decir una sección paralela al plano XY, cuadrado. La anchura más grande de esta sección transversal se escoge inferior a  $\lambda_a/8$ .

Finalmente la altura  $h_1$  se escoge con la ayuda de la relación (1) para que la frecuencia de corte  $f_C$  sea igual o ligeramente superior a la frecuencia  $f_T$ . Típicamente, se dispone aquí para que la relación de la frecuencia  $f_T$  en la frecuencia  $f_C$  esté comprendida entre 0,85 y 1.

La figura 4 representa el diagrama de dispersión de la antena 20.

50 Como en la figura 2, las curvas 50 y 52 representan la frecuencia de la onda guiada, respectivamente, según el modo TEM y los modos  $TE_1$  o  $TM_1$  en función de la constante  $\beta$  de propagación.

A causa de la presencia del revestimiento 40, la curva 50 tiende hacia un valor asintótico C representado con una línea horizontal 54 en punteado a medida que la constante  $\beta$  aumenta. Este valor asintótico C es independiente de la altura  $h_1$ .

5 Aquí, la altura  $h_1$  de la cavidad 36 se escoge de manera que la frecuencia  $f_T$  esté comprendida entre la frecuencia  $f_C$  y el valor C. En estas condiciones, se comprende que ningún modo guiado puede establecerse en el interior de la cavidad 36 cuando ésta es excitada por un campo magnético de frecuencia  $f_T$ . Así, solo aparecen modos evanescentes y la energía del campo electromagnética introducida por la sonda 38 en la cavidad 36 se disipa casi exclusivamente bajo la forma de radiación después de haber atravesado la pared 24. Esto se traduce en un aumento de la directividad de la antena 20 con respecto a una antena idéntica pero desprovista de revestimiento filtrante tal como el revestimiento 40.

10 La figura 5 representa una antena 60 idéntica a la antena 20 con la excepción de que la pared 24 es remplazada por una pared parcialmente reflejante 62.

15 La pared 62 no se realiza aquí sin la ayuda de un material BIP sino con la ayuda de una rejilla 62 formada de barras metálicas que se extienden paralelamente las unas a las otras en un plano paralelo al plano XY. Más precisamente, aquí, la rejilla 62 comprende de una parte barras 66 dispuestas a intervalos regulares  $\underline{m}$  y que se extiende paralelamente en la dirección X y de otra parte de barras 68 dispuestas paralelamente las unas a las otras en la dirección Y a intervalos regulares  $\underline{m}$ . La longitud del intervalo  $\underline{m}$  se escoge estrictamente inferior a  $\lambda_a/2$  de manera que esta rejilla 62 refleje parcialmente las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan en la dirección Z. Preferiblemente,  $\underline{m}$  es inferior a  $\lambda_a/4$ .

20 Como para la antena 20, la altura  $h_1$  de la cavidad 36 se escoge de manera que la frecuencia de corte  $f_C$  sea ligeramente superior a la frecuencia  $f_T$ . En estas condiciones, el funcionamiento de la antena 60 es similar al de la antena 20.

25 La figura 6 representa una antena 70 idéntica a la antena 60 con la excepción del hecho de que la cavidad 36 está aislada del exterior de la antena por paredes laterales 72. En la figura 6, solo una parte de la figura 72 que rodea enteramente la cavidad 36 se ha representado de manera que deja visible el interior de la cavidad 36.

La pared 72 se extiende según la dirección Z a partir del reflector 22 hasta la cara inferior de la rejilla 62. La pared 72 es, por ejemplo, realizada aquí, en un material metálico que refleja la totalidad de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$ .

30 La figura 7 representa una antena 80 idéntica a la antena 70 con la excepción del hecho de que la rejilla 62 es remplazada por una rejilla 82. La rejilla 82 es idéntica a la rejilla 62 con la excepción de que las barras 68 han sido omitidas. Una tal rejilla 82 constituye una pared parcialmente reflejante únicamente para ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que tienen una polarización dada. Para ondas electromagnéticas que tienen una polarización diferente de ésta. La rejilla 82 constituye una pared transparente que no refleja o refleja muy poco las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  de polarización diferente. Así, la rejilla 82 permite ejercer una filtración de polarización en las ondas emitidas o recibidas.

35 La figura 8 representa una antena 90 idéntica a la antena 70 con la excepción de que las paredes 72 son remplazadas por paredes 92. Más precisamente, las paredes 92 son idénticas a las paredes 72 con la excepción que comprenden corrugaciones 94 que permiten mejorar los comportamientos de la antena. Estas corrugaciones 94 son concebidas de la misma manera que las que se pueden encontrar en algunos tipos de guía de onda. Por ejemplo, se describe la concepción de estas corrugaciones en el siguiente documento:

40 Antenna theory, Analysis and design - Constantine A. Balanis - John Wiley.

La figura 9 representa dos curvas 100 y 102 que corresponden con la evolución de la directividad, respectivamente, las antenas 60 y 70 en función de la frecuencia  $f_T$ . La figura 9 representa igualmente una curva 104 que indica la evolución de la directividad de una antena idéntica con la antena 60 pero desprovista del revestimiento filtrante 40.

45 En la gráfica de la figura 9, el eje de las abscisas representa la relación de la frecuencia  $f_T$  en la frecuencia de corte  $f_C$ . El eje de las ordenadas representa la directividad máxima expresada en decibeles (dB). Las curvas 100, 102 y 104 han sido obtenidas con la ayuda de una sonda idéntica, es decir aquí, una ranura dispuesta en el plano del reflector 22 y por la cual se introduce el campo electromagnético de la frecuencia  $f_T$  en la cavidad 36.

50 Como se puede constatar en la gráfica, la directividad de las antenas 60 y 70 es sistemáticamente mejorada cuando la frecuencia  $f_T$  es inferior a la frecuencia  $f_C$ .

Las figuras 10 y 11 representan los diagramas de radiación, respectivamente, en los planos E y H de una antena idéntica a la antena 60 pero desprovista del revestimiento filtrante 40.

Las figuras 12 y 13 representan los diagramas de radiación, respectivamente, en los planos E y H de la antena 60 en el caso particular en donde la relación de la frecuencia  $f_T$  en la frecuencia  $f_C$  es igual a 0,997.

Finalmente las figuras 14 y 15 representan los diagramas de radiación, respectivamente, en los planos E y H de la antena 70 en el caso particular en donde la relación de la frecuencia  $f_T$  en la frecuencia  $f_C$  es igual a 1,007.

- 5 En estas diferentes gráficas de las figuras 10 a 15, el eje de las abscisas se gradúa en grados mientras que el eje de las ordenadas se gradúa en decibeles (dB).

Como se muestra la comparación de las gráficas de las figuras 12 y 13 con relación a las gráficas de las figuras 10 y 11, la presencia del revestimiento filtrante permite atenuar considerablemente los lóbulos secundarios de la antena.

- 10 Además, como lo muestra la comparación de las gráficas de las figuras 14 y 15 con las de las figuras 10 y 11, esta atenuación de los lóbulos secundarios se produce incluso si la frecuencia  $f_T$  es superior a la frecuencia  $f_C$ .

En los modos de realización precedentes, la antena se ha formado de un solo resonador. Sin embargo, puede ser particularmente interesante superponer dos resonadores de manera que cree una antena multihaces en la cual las manchas radiantes se superponen parcialmente. Una tal antena 120 está representada en la figura 16.

La antena 120 se forma de un primer resonador 122 sobre la cual se superpone un segundo resonador 123.

- 15 El resonador 122 es, por ejemplo, idéntico a uno cualquiera de los resonadores de las antenas 20, 60, 70, 80 o 90 con la excepción por el hecho de que comprende varias sondas de excitación. Aquí, se supondrá que el resonador 122 es por lo tanto idéntico al de la antena 20 en la cual la sonda 38 se reemplaza por 5 sondas de excitación 124 a 128.

- 20 Las sondas 124 a 128 son escogidas aquí de manera que formen una superficie de inyección o de recepción de campos electromagnéticos en el interior de la cavidad 36. La anchura mayor de cada una de las superficies de inyección o de recepción es superior o igual a  $\lambda_a$ . Más precisamente, en la repartición de la potencia del campo electromagnético en la superficie de inyección o de recepción presenta un punto en donde la potencia es máxima, estando alejado este punto de la periferia de esta superficie de inyección. La potencia del campo electromagnético de esta superficie de inyección se reparte de tal manera que la potencia decrece continuamente a lo largo de una recta cualquiera que va desde el punto en donde la potencia es máxima hasta la periferia de esta superficie. Una sonda que presenta una tal superficie de inyección permite aumentar la directividad de la antena y su ganancia. Para este efecto, las sondas 124 a 128 son, por ejemplo, guías de onda ensanchada cuyo extremo desemboca en un orificio dispuesto en el plano del reflector 22. Tales guías de ondas ensanchadas son, por ejemplo, las descritas en la solicitud de patente depositada el 25 de septiembre de 2006 bajo el Número de depósito 0608381 a nombre de C.N.R.S.
- 30

- Aquí, cada una de las sondas 124 a 128 trabaja en una frecuencia  $f_{Ti}$  respectiva diferente de las de otras de manera que estas sondas puedan trabajar simultáneamente sin interferir las unas con las otras. Cada una de estas frecuencias  $f_{Ti}$  se escoge suficientemente próxima de la frecuencia  $f_T$  de manera que el revestimiento 40 concebido para filtrar las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  sea igualmente eficaz para filtrar las ondas de frecuencia  $f_{Ti}$ . Para este efecto, la relación de la frecuencia  $f_{Ti}$  en la frecuencia  $f_T$  está comprendida entre 0,95 y 1,05.
- 35

Para simplificar la figura 16, el revestimiento filtrante 40 no ha sido representado.

El resonador 123 se dispone encima del resonador 122 en la dirección Z: Este resonador 123 se forma por una pared radiante superior 132 y por la pared 24. La pared 24 forma por lo tanto a la vez la pared superior del resonador 122 y la pared inferior del resonador 123.

- 40 La pared 132 refleja exactamente menos del 100% y más del 80% de las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente a esta pared. Preferiblemente, la reflectividad de la pared 132 es estrictamente superior a la de la pared 124.

- La pared 132 se extiende paralelamente al plano XY. La pared 132 se separa de la cara superior de la pared 24 por una altura constante  $h_2$ . Así, una cavidad 136 se dispone entre la pared 24 y la pared 132. En este modo de realización, la cavidad 136 está, por ejemplo, rellena de aire.
- 45

El material que forma la pared 132 puede ser un material BIP como se describe en frente de la figura 3, o un enrejado como se describe en frente de las figuras 5 a 7.

La altura  $h_2$  se escoge de manera que la cavidad 132 sea una cavidad resonante con fuga. Para este efecto, la altura  $h_2$  es inferior a  $\lambda_a/2$  más  $\lambda_a/20$ . Preferiblemente, la altura  $h_2$  se determina con la ayuda de la siguiente relación:

$$h_2 = (2n\pi + \varphi_1 + \varphi_2) \frac{\lambda_a}{4\pi} \quad (2)$$

en donde:

- n es número entero positivo o negativo que permite obtener la más pequeña altura  $h_2$  positiva,

5 -  $\varphi_1$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente en la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en la cara superior de la pared parcialmente reflejante del primer resonador,

-  $\varphi_2$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente en la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en la cara inferior de la pared radiante,

-  $\lambda_a$  es la longitud de onda de la onda electromagnética de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad resonante con fuga.

10 Cuando la altura  $h_2$  se define por la relación (2), la frecuencia de corte  $f_{C2}$  de los modos de propagación  $TE_1$  y  $TM_1$  del resonador 123 es igual a la frecuencia  $f_T$ . En estas condiciones, la ganancia al resonador 123 es máxima.

Se recuerda que, por el contrario, la altura  $h_1$  del resonador 122 se escoge de manera que la frecuencia de corte, denominada aquí  $f_{C1}$ , de los modos de propagación  $TE_1$  o  $TM_1$  es estrictamente superior a la frecuencia  $f_T$ .

15 Finalmente contrariamente al resonador 122, la cavidad 136 está desprovista del revestimiento que filtra las ondas electromagnéticas que se propagan en una dirección cualquiera paralela al plano XY. En efecto como se comprenderá con la lectura de las explicaciones a continuación, un tal revestimiento filtrante no es necesario en el resonador 123.

20 La figura 17 representa el diagrama de dispersión de los resonadores 122 y 123. En esta figura 17, las curvas 150 y 152 corresponden, respectivamente, a las curvas 50 y 52 de la figura 4 para el resonador 122. Las curvas 154 y 156 representan la evolución de la frecuencia de la onda guiada, respectivamente según los modos TEM o  $TE_1$  o  $TM_1$ , en función de la constante de programación  $\beta$ . Las curvas 154 y 156 tienen sensiblemente el mismo paso que las curvas 12 y 14 o las de una guía de onda plana.

25 En esta figura, las frecuencias de corte de los modos  $TE_1$  o  $TM_1$  de los resonadores 122 y 123 son respectivamente denominados  $f_{C1}$  y  $f_{C2}$ . El valor asintótico hacia la cual tiende la curva 150 cuando la constante  $\beta$  aumenta es denominado aquí  $C_1$ . Se recuerda que esta curva 150 tiende hacia un valor  $C_1$  inferior a la frecuencia  $f_T$  a causa de la presencia del revestimiento filtrante 40 en el interior de la cavidad 36. A la inversa, la curva 154 no tiende hacia un valor asintótico cuando la constante  $\beta$  aumenta puesto que la cavidad 136 está desprovista del revestimiento filtrante.

30 Las frecuencias  $f_{Ti}$  son próximas a la frecuencia  $f_T$  que por sí misma aquí es sensiblemente igual a la frecuencia  $f_{C2}$ . En estas condiciones, se comprende a partir del diagrama de la figura 17 que los campos electromagnéticos de frecuencias  $f_{Ti}$  no pueden excitar más que un modo evanescente de propagación en el primer resonador 122 puesto que estas frecuencias  $f_{Ti}$  son cada una superior al valor C y estrictamente inferiores a la frecuencia  $f_{C1}$ . Así, casi que la totalidad de la energía de los campos electromagnéticos introducidos en la cavidad 36 es radiada por la cara superior de la pared 24. Esta radiación se traduce por la aparición, en la vertical de cada una de las sondas 124 a 128 de una mancha de excitación. Las manchas de excitación corresponden a las sondas 124 a 128 son representadas en la figura 16 y portan respectivamente la referencia 160 a 164. Una mancha de excitación se define como formada por el conjunto de los puntos de la superficie superior 34 de la pared 24 situada alrededor de un punto de esta cara en donde la intensidad del campo electromagnético emitido es máxima e incluye todos los puntos de esta cara en donde la intensidad del campo electromagnético emitido por esta sonda es superior o igual a la mitad de esta intensidad máxima.

45 Estas manchas 160 a 164 inyectan por lo tanto campos magnéticos a las frecuencias  $f_{Ti}$  en la cavidad 136 y rellenan por lo tanto cada una la función de una sonda de excitación. Sin embargo, la disposición descrita enfrente de la figura 16 permite inyectar los campos electromagnéticos a diferentes frecuencias en la cavidad 136 sin por lo tanto modificar la reflectividad de la cara superior de la pared 24. En efecto, ninguna abertura está dispuesta en la cara superior de la pared 24 y ningún elemento radiante saliente es introducido en la cavidad 136. En estas condiciones, puesto que no existe ningún elemento o aspereza susceptible de difractar los campos electromagnéticos inyectados en la cavidad 136, el modo TEM del resonador 123 no puede ser excitado. Además, siendo casi iguales las frecuencias  $f_{Ti}$  a la frecuencia  $f_{C2}$ , los modos guiados  $TE_1$  o  $TM_1$  no pueden tampoco aparecer en la cavidad 136. En estas condiciones, la energía electromagnética introducida en la cavidad 136 es radiada por la cara superior de la pared 132. Esto se traduce por la aparición en esta cara superior de manchas radiantes a la vertical de cada una de las manchas de excitación. En la figura 16, están representadas las manchas radiantes 166 a 170 que corresponden respectivamente a las manchas de excitación 160 a 164. Estas manchas radiantes son definidas como las manchas

de excitación, es decir que reagrupan el conjunto de los puntos de la superficie superior de la pared 132 al nivel de las cuales la intensidad del campo electromagnético emitido es superior o igual a la mitad de la intensidad máxima emitida.

5 Aquí, de manera que se cree una antena multihaces cuyos haces están entrelazados, se escoge la posición de las sondas 124 a 128 unas frente a otras de manera que cada mancha radiante traslape parcialmente al menos otra mancha radiante producida por otra sonda. La distancia entre dos sondas es por lo tanto estrictamente inferior a la suma de los radios de su mancha radiante respectiva. Preferiblemente, la distancia entre las sondas medida en un plano paralelo al plano XY se escoge de manera que las manchas de excitación 160 164 no se traslapen si no que, por el contrario, las manchas radiantes 166 a 170 se traslapen parcialmente.

10 La antena 120 está particularmente destinada para ser instalada, por ejemplo, en un satélite de radiotelecomunicación.

15 La figura 18 representa un sistema 180 de emisión de ondas electromagnéticas embarcada en un satélite geoestacionario. Este sistema 180 comprende un dispositivo de focalización de haces en la superficie de la tierra 182. Por ejemplo, el dispositivo de focalización es una parábola 184. El sistema 180 comprende igualmente la antena 120 colocada al foco de esta parábola 184.

20 En estas condiciones, el hecho de entrelazar las manchas radiantes de la superficie superior de la pared 132 se traduce en la aparición de zonas de cobertura 186 a 190 entrelazadas en la superficie terrestre. Las zonas de cobertura se traslapan por lo tanto parcialmente, lo que evita la aparición de zonas muertas entre dos zonas de cobertura en las cuales sería imposible el establecimiento de un radio de telecomunicación por intermedio del satélite geoestacionario, por ejemplo.

La figura 19 representa una antena cilíndrica 200 similar a la antena 20 con la excepción del hecho de que los diferentes planos que constituyen la antena 20 han sido recurvados hasta encerrarse sobre ellos mismos para formar caras cilíndricas de sección circular en lugar de caras planas.

25 La antena 200 presenta aquí una simetría de revolución alrededor de un eje 201 de revolución que se extiende en la dirección Z.

La antena 200 comprende:

- un reflector 202 apto para reflejar la totalidad de las ondas electromagnéticas que se propagan perpendicularmente a su superficie,
- un revestimiento filtrante 204 dispuesto en la cara del reflector 202,
- 30 - una pared 206 parcialmente reflejante que rodea el reflector 202 y el revestimiento 204, y
- una cavidad 208 delimitada de un lado por la cara interior de la pared 206 y del otro lado por la cara exterior del reflector 202.

Aquí, el reflector 202 es, por ejemplo, una barra cilíndrica de sección circular en metal que se extiende a lo largo del eje 201.

35 El revestimiento 54 está formado aquí por una sucesión de cilindros dieléctricos 212 que rodean el reflector 202 y dispuestos a intervalos  $p$  regulares a lo largo de la dirección Z. La longitud del intervalo  $p$  en la dirección Z es inferior a  $\lambda_a/2$  y preferiblemente igual a  $\lambda_a/4$ . Un tal revestimiento 204 forma un material BIP propio para eliminar las ondas electromagnéticas que se propagan en la dirección Z sin por lo tanto eliminar las ondas electromagnéticas que se propagan en una dirección radial.

40 La cavidad 208 está aquí, por ejemplo rellena de aire.

La pared 202 es, por ejemplo, un material BIP dieléctrico que presenta al menos una periodicidad en una dirección radial.

La cara interior de la pared 210 está espaciada del reflector 202 por una distancia  $R_1$  constante. La distancia  $R_1$  se escoge de manera similar a la que ha sido descrita con relación a la altura  $h_1$ .

45 El radio de los anillos 212 se escoge de manera similar al que ha sido descrito con relación a la altura  $h_p$  de los contactos 42.

Finalmente, una sonda de excitación 214 propia para inyectar o recibir campos electromagnéticos con la frecuencia  $f_T$  se coloca en el interior de la cavidad 208 y en proximidad del reflector 202.

La antena 200 funciona de manera similar a lo que ha sido ya descrito precedentemente con la excepción del hecho de que su lóbulo de radiación principal es anular.

Otros numerosos modos de realización son posibles. Por ejemplo, la sección transversal de los contactos 42 no tiene necesidad de ser cuadrada. Puede ser rectangular o cilíndrica, de secciones circulares o no.

- 5 El material BIP que forma el revestimiento filtrante se ha descrito en el caso particular en donde éste está formado de al menos dos materiales diferentes, de los cuales uno de ellos es el mismo que el utilizado por el reflector y el otro es el mismo que rellena la cavidad. Sin embargo, no es necesario que estos materiales sean respectivamente idénticos al del reflector y de la cavidad. Por ejemplo, el material idéntico al que rellena la cavidad puede ser remplazado por una espuma cuya permitividad es próxima de la del material que rellena la cavidad.
- 10 El material BIP que forma el revestimiento 40 se ha descrito en el caso particular en donde la periodicidad según las direcciones X y Y es idéntica. Alternativamente, la periodicidad en las direcciones X y Y no es idéntica. Además, no es necesario que las direcciones en las cuales los contactos 42 son repartidos a intervalos regulares sean necesariamente ortogonales. Por ejemplo, los diferentes contactos podrían estar dispuestos en las cimas de un triángulo o de un hexágono.
- 15 Los materiales BIP utilizados para formar las paredes parcialmente reflejantes pueden tener elementos que se diferencian por su permitividad dispuestos a intervalos regulares en más de dos direcciones no colineales. En estas condiciones, estos materiales BIP son previstos en varias direcciones.

Los materiales BIP utilizados aquí son formados de al menos dos materiales diferentes. Estos dos materiales pueden diferir el uno del otro por su permeabilidad y/o su permitividad y/o su conductividad.

- 20 Los modos de realización de las figuras 3, 6 y 8 pueden ser combinados. Por ejemplo, la antena 20 puede estar provista de una pared lateral similar a la pared lateral 72 o similar a la pared lateral 92.

En el caso de una antena que comprende varias sondas de excitación, el funcionamiento simultáneo de estas diferentes sondas puede también ser obtenido cuando cada una de las sondas inyectada o recibida únicamente de los campos electromagnéticos tenga una polarización diferente de la de otras sondas de la misma antena.

- 25 Si existen dos elementos susceptibles de difractar el campo electromagnético inyectado en la cavidad 136, entonces, es posible exponer un revestimiento filtrante en la superficie superior de la pared 24. Este revestimiento filtrante es entonces, por ejemplo, idéntico al revestimiento filtrante 40.

Las sondas de excitación pueden ser de todo tipo de ondas susceptibles de inyectar un campo electromagnético en el interior de una cavidad. Por ejemplo, estas sondas pueden ser conos ensanchados, una antena *Patch*, una antena de franja, u otra o un iris acoplado entre una guía de onda y la cavidad 36 o 122.

- 30 El reflector no es necesariamente realizado en metal. Puede ser también realizado en cualquier otro material o dispuesto de materiales que presentan una reflectividad de prácticamente 100% de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_r$  cuando éstas se propagan perpendicularmente a la cara de este reflector.

- 35 Finalmente si se desea producir una antena que despunte, es decir cuya directividad máxima no es perpendicular a su cara exterior radiante, entonces es posible escoger la altura  $h_1$  o el radio  $R_1$ , de manera que la frecuencia de corte sea estrictamente inferior a la frecuencia  $f_r$ .

- 40 Finalmente, alternativamente, se omite el revestimiento filtrante al resonador 122, de manera que ninguno de los resonadores de la antena 20 comprenda el revestimiento filtrante tal como el revestimiento 40. Sin embargo, el funcionamiento de la antena 120 mejora pues el campo magnético se inyecta en el segundo resonador 123 por manchas de excitación, lo que no modifica la reflectividad de la cara superior de la pared 24.

**REIVINDICACIONES**

1. Antena concebida para emitir o recibir ondas electromagnéticas a una frecuencia de trabajo  $f_T$ , comprendiendo esta antena un primer resonador (20; 60; 70; 80; 90; 122) formada:
- 5 - por un reflector (22) que refleja la totalidad de ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente a este reflector,
- por una pared (24) parcialmente reflejante atravesada por las ondas electromagnéticas en la frecuencia  $f_T$ , reflejando estrictamente esta pared menos del 100% y más del 80% de las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente a esta pared,
- 10 - por una cavidad (36) delimitada de un lado por una cara superior del reflector y del otro lado por una cara inferior de la pared parcialmente reflejante, y
- por al menos una sonda de excitación (38; 124-128) de la cavidad propia para recibir o para inyectar en esta cavidad, al nivel del reflector, campos electromagnéticos a la frecuencia  $f_T$ ,
- 15 caracterizada porque el primer resonador comprende en el interior de su cavidad una revestimiento filtrante (40) que recubre la mayor parte de la cara superior del reflector situado en el interior de la cavidad, siendo apto este revestimiento para eliminar todas las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan en una dirección paralela a la cara superior del reflector sin por lo tanto eliminar todas las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan en una dirección perpendicular a la cara superior del reflector, y porque el revestimiento filtrante (40) forma un material BIP (Banda Restringida Fotónica) que comprende al menos un primer y segundo materiales que se diferencian por su permitividad y/o su permeabilidad y/o su conductividad dispuestas en alternancia a intervalos regulares solamente a lo largo de una o varias direcciones paralelas a la cara superior del reflector, siendo función el intervalo regular de la longitud de onda  $\lambda_1$  de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el primer material de manera que elimina las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  que se propagan paralelamente a la cara superior del reflector.
- 20
2. Antena según la reivindicación 1, en la cual el primer material que forma el revestimiento filtrante (40) es idéntico al material que rellena la cavidad.
- 25
3. Antena según la reivindicación 1 o 2, en la cual el segundo material que forma el revestimiento (40) es idéntico al material que forma la cara superior del reflector.
4. Antena según la reivindicación 3, en la cual el segundo material forma contactos (42) de los cuales la anchura más grande se extiende en una dirección perpendicular a la cara superior del reflector (22), siendo repartidos estos contactos a intervalos regulares en la cara superior del reflector en dos direcciones no colineales y paralelas a esta cara superior, siendo la de mayor anchura estrictamente superior a  $\lambda_1/2$ , en donde  $\lambda_1$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  del primer material.
- 30
5. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la cara superior del reflector y la cara inferior de la pared parcialmente reflejante están separadas la una de la otra por una altura  $h_1$  constante y estrictamente inferior a  $\lambda_2/2$  o igual a  $\lambda_2/2$ , en donde  $\lambda_2$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad.
- 35
6. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la pared parcialmente reflejante es una parrilla (62) formada de varias barras metálicas paralelas (66, 68), siendo estrictamente la más pequeña distancia entre dos barras paralelas contiguas inferior a  $\lambda_3/3$ , en donde  $\lambda_3$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el aire.
- 40
7. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la cual la pared parcialmente reflejante es un material BIP que presenta al menos dos materiales (26, 28, 30) que se diferencian por su permitividad y/o su permeabilidad y/o su conductividad dispuestas en alternancia al menos a lo largo de un dirección perpendicular a la cara superior del reflector, siendo uno de estos dos materiales el mismo que el que rellena la cavidad.
- 45
8. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la antena comprende un segundo resonador (123) formado:
- por una pared radiante (132) atravesada por ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que presentan una cara radiante exterior, reflejando esta pared radiante de manera estricta menos del 100% y más del 80% de las ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  que se propagan perpendicularmente a esta pared radiante,
- 50 - por una cavidad resonante (136) con fuga delimitada de un lado por una cara inferior de la pared radiante y del otro lado por una cara superior de la pared (24) parcialmente reflejante del primer resonador, estando separadas la pared

radiante y la pared parcialmente reflejante la una de la otra por una altura  $h_2$  constante inferior o igual a  $\lambda_4/2 + \lambda_4/20$ , en donde  $\lambda_4$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad resonante con fuga.

5 9. Antena según la reivindicación 8, en la cual la antena comprende varias sondas de excitación (124-128) en el primer resonador (122) implicando cada una la formación de una mancha de excitación (160-164) en la cara superior de la pared parcialmente reflejante, creando cada mancha de excitación en su giro una mancha radiante (166-170) en la cara radiante de la pared radiante, siendo definidas cada mancha de excitación y mancha radiante como la zona de la cara superior de la pared (24) parcialmente reflejante, respectivamente de la pared radiante (132), situada  
10 alrededor de un punto de esta cara en donde la intensidad del campo electromagnético emitido por esta sonda es máxima e incluye todos los puntos de esta cara en donde la intensidad del campo electromagnético emitido por esta sonda es superior o igual a la mitad de esta intensidad máxima, y en la cual la distancia que separa dos sondas de excitación contigua se escoge suficientemente pequeña para que las manchas radiantes creadas por estas sondas se traslapen parcialmente.

15 10. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual cada sonda de excitación (124-128) presenta una superficie de inyección y/o de recepción de ondas electromagnéticas a la frecuencia  $f_T$  de la cual la de mayor anchura es superior o igual a  $\lambda_2$ , teniendo la repartición de la potencia de las ondas electromagnéticas en la superficie de inyección y/o de recepción un punto en donde la potencia es máxima, estando este punto alejado de la periferia de esta superficie, y la potencia decrece continuamente a lo largo de una recta que va de este punto hasta la periferia y esta cualquiera que sea la dirección de la recta considerada en el plano de esta superficie, siendo  $\lambda_2$  la  
20 longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad del primer resonador.

11. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en la cual la altura  $h_2$  está dada por la relación siguiente:

$$h_2 = (2n\pi + \varphi_1 + \varphi_2) \frac{\lambda_4}{4\pi}$$

25 en donde:

-  $n$  es el número entero positivo o negativo que permite obtener la más pequeña altura  $h_2$  positiva,

-  $\varphi_1$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente a la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en la cara superior de la pared parcialmente reflejante del primer resonador,

30 -  $\varphi_2$  es el desfase introducido entre una onda electromagnética incidente a la frecuencia  $f_T$  y la onda reflejada después de la reflexión en la cara interior de la pared radiante,

-  $\lambda_4$  es la longitud de onda de la onda electromagnética de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad resonante con fuga.

35 12. Antena según la reivindicación 11, en la cual la cara superior del reflector (22) y la cara inferior de la pared parcialmente reflejante (24) están separadas la una de la otra por una altura  $h_1$  constante estrictamente inferior a  $\lambda_2/2$ , en donde  $\lambda_2$  es la longitud de onda de las ondas electromagnéticas de frecuencia  $f_T$  en el material que rellena la cavidad del primer resonador.

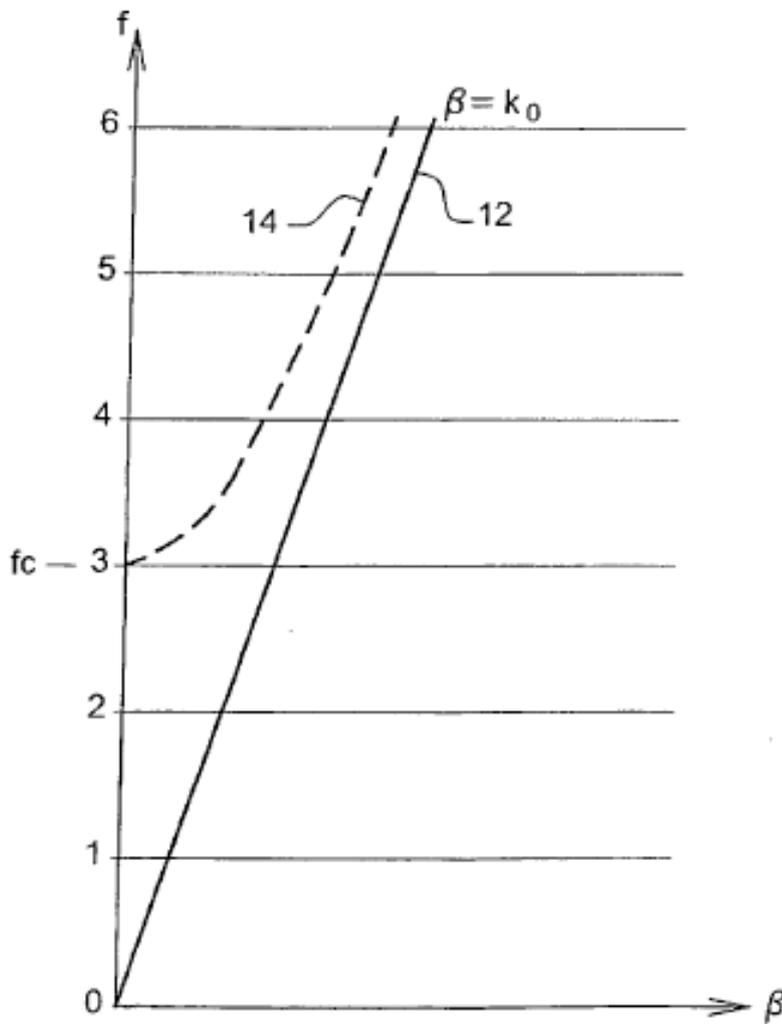
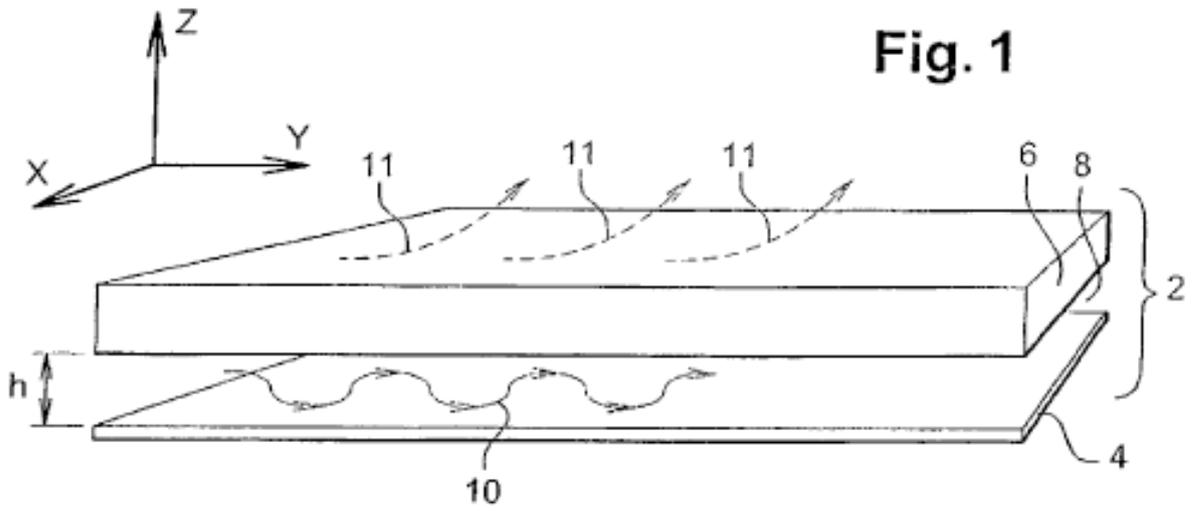
40 13. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la cavidad (36) del primer resonador forma una guía de onda que tiene una frecuencia de corte  $f_C$  del modo de propagación  $TE_1$  o  $TM_1$  y un valor asintótico  $C$  por encima del cual no puede establecerse ningún modo de propagación TEM, y en la cual la frecuencia  $f_T$  es inferior o igual a la frecuencia  $f_C$  y superior al valor asintótico  $C$ .

14. Sistema de emisión o de recepción de ondas electromagnéticas que comprende:

- un dispositivo (184) de focalización apto para focalizar las ondas electromagnéticas emitidas o recibidas por el sistema en un punto focal, y

- una antena (120) emisora o receptora de ondas electromagnéticas colocada en este punto focal,

45 caracterizado porque la antena está conforme a la reivindicación 9.



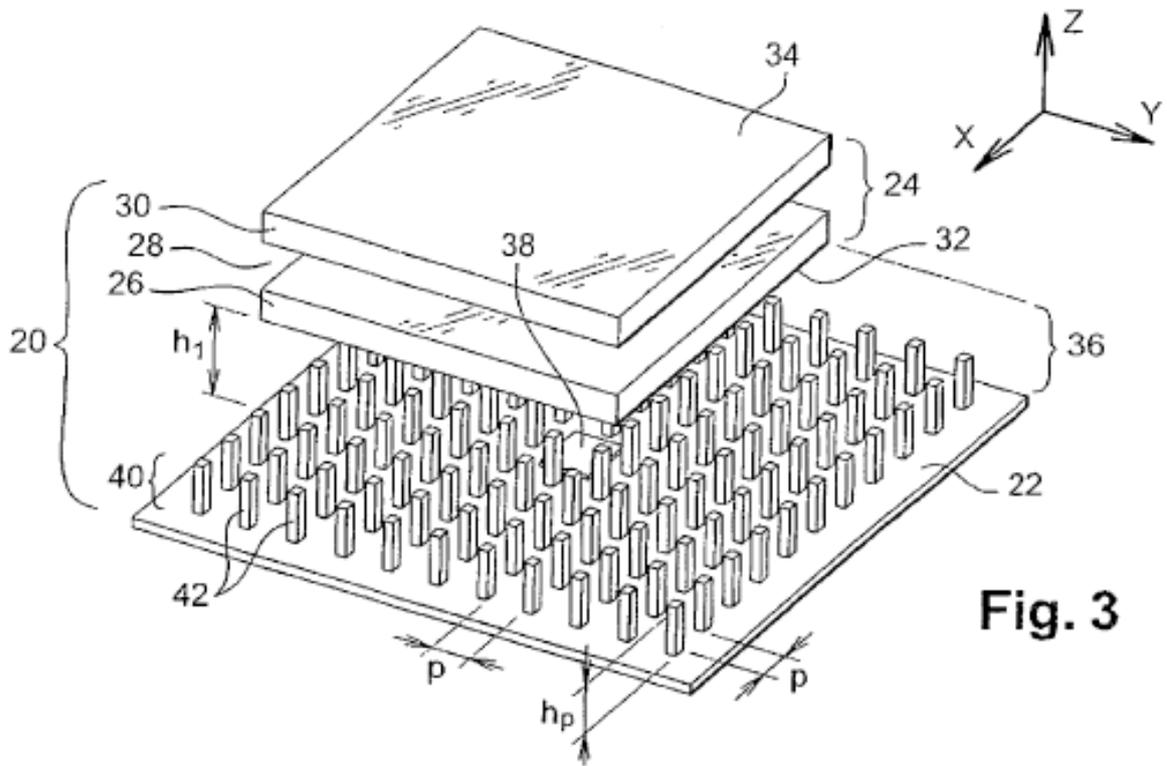


Fig. 3

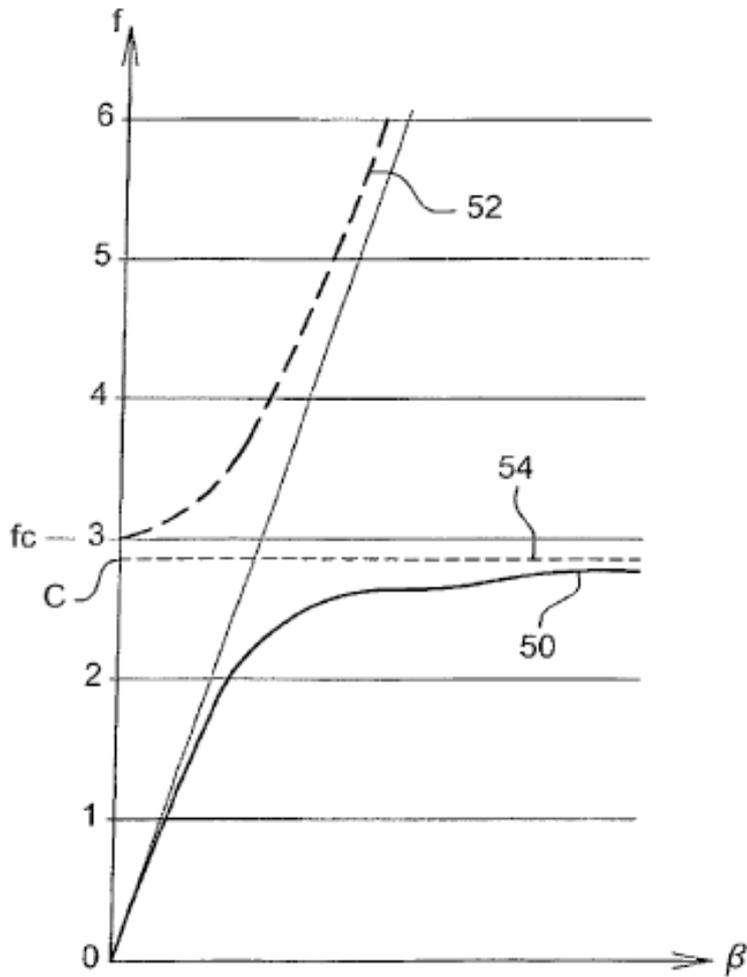
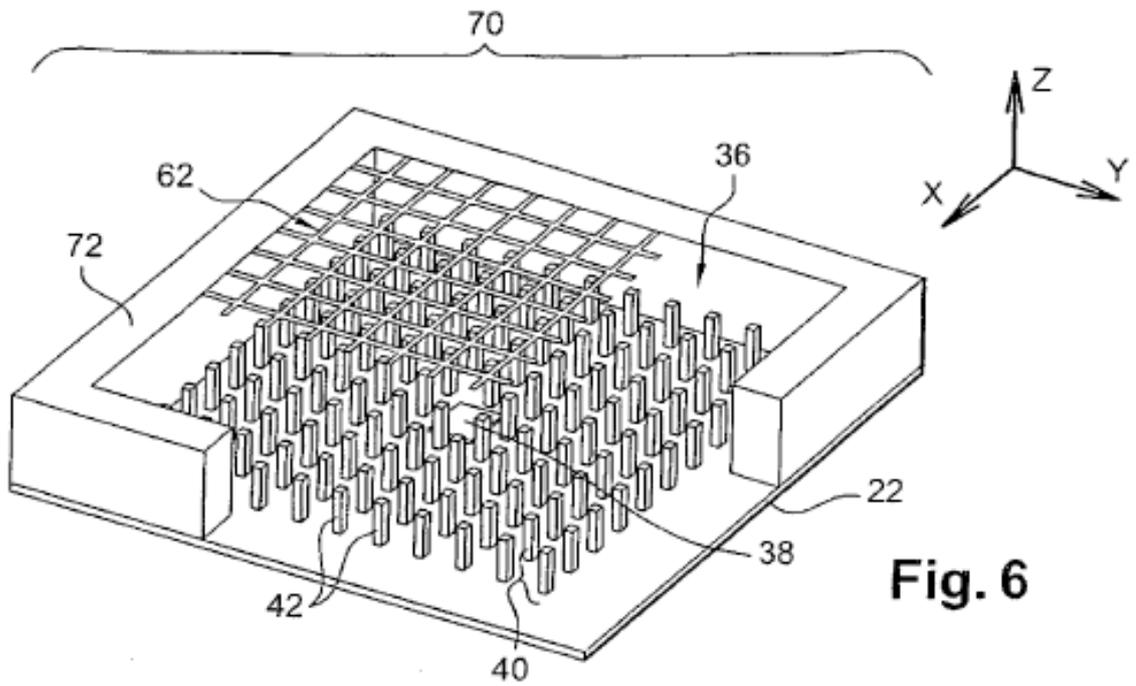
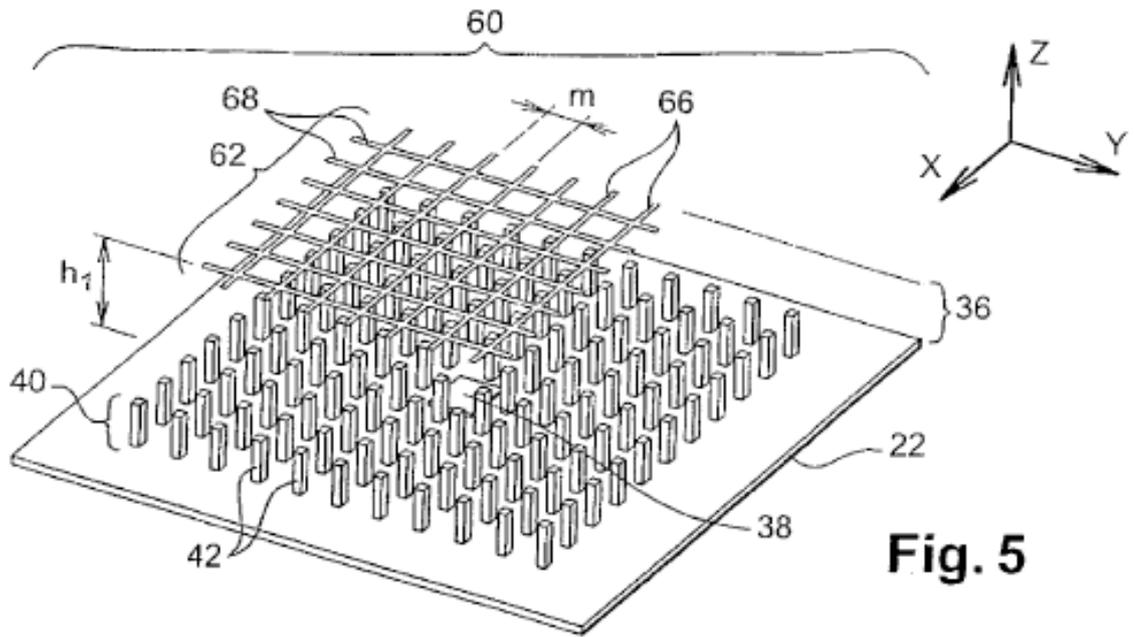
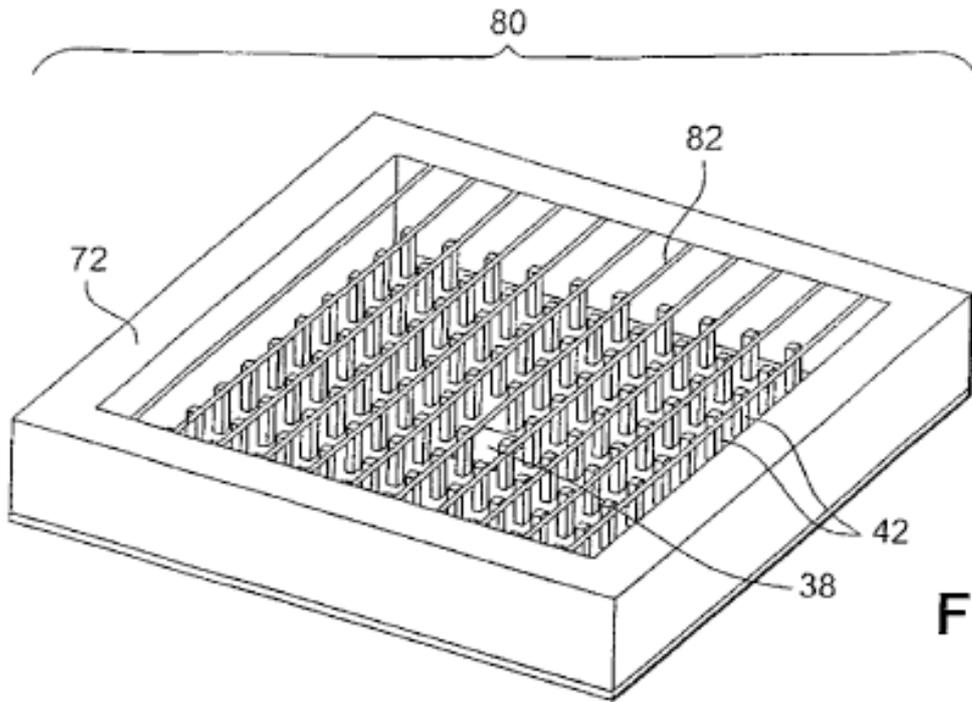
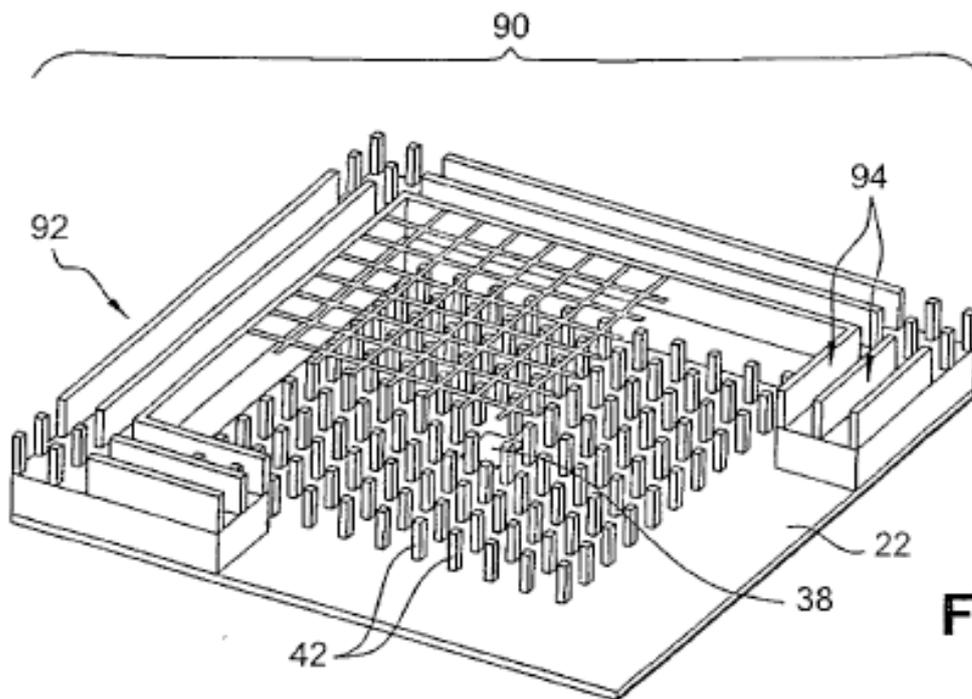


Fig. 4

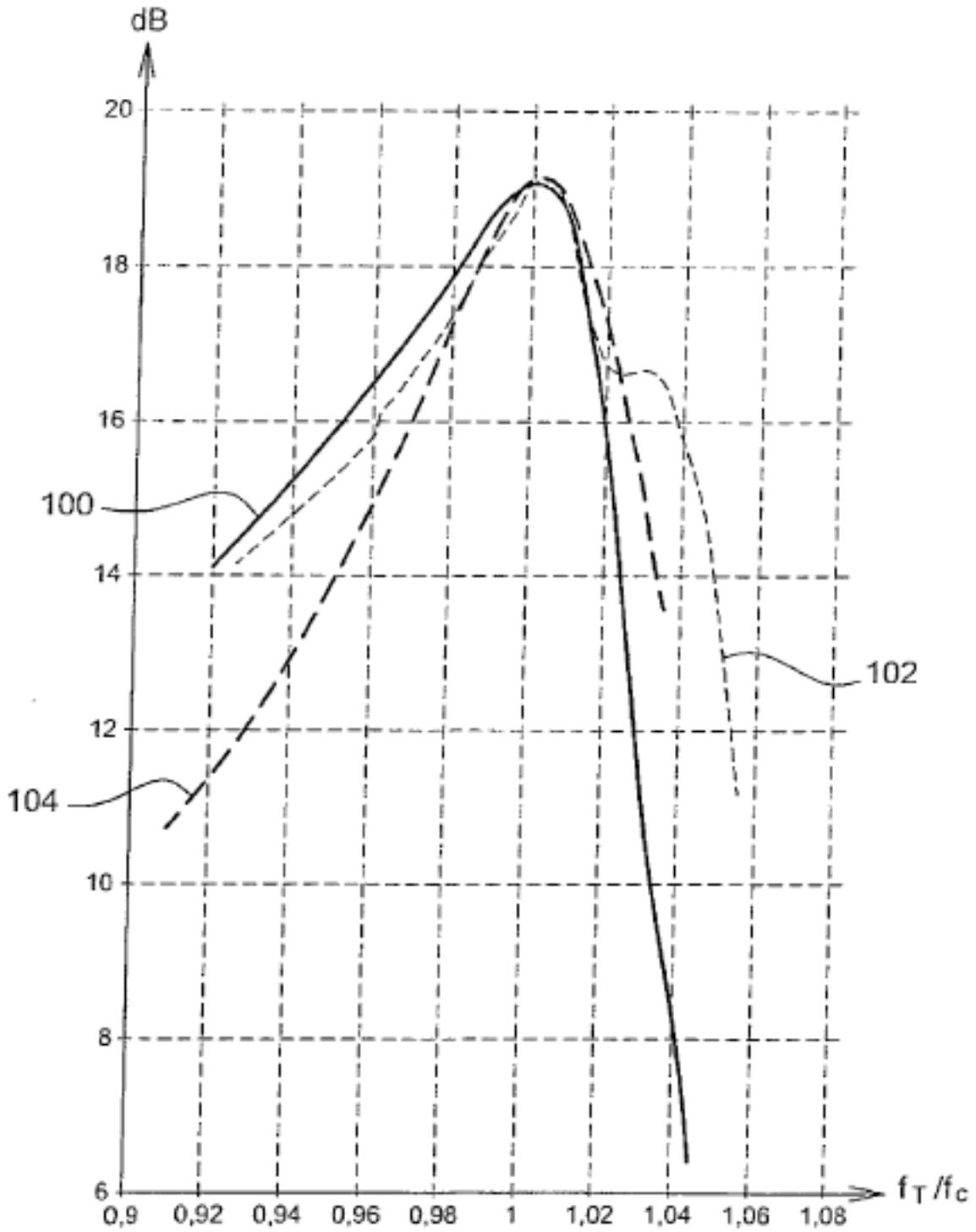




**Fig. 7**

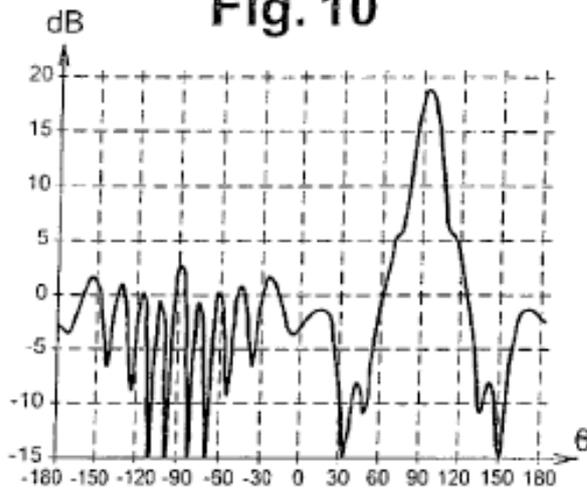


**Fig. 8**

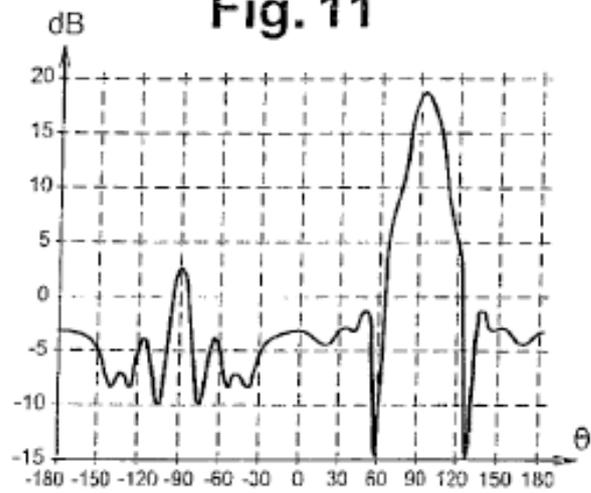


**Fig. 9**

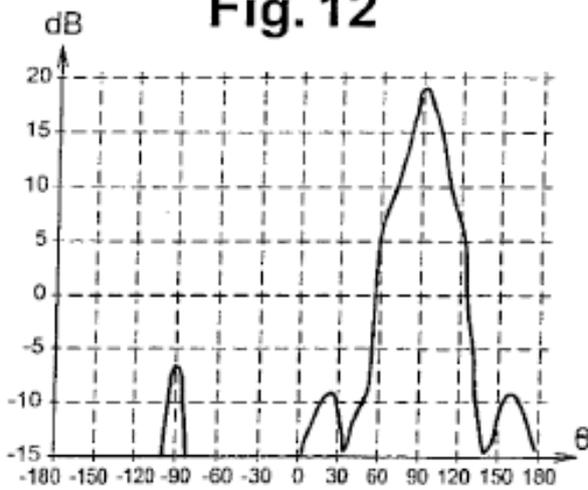
**Fig. 10**



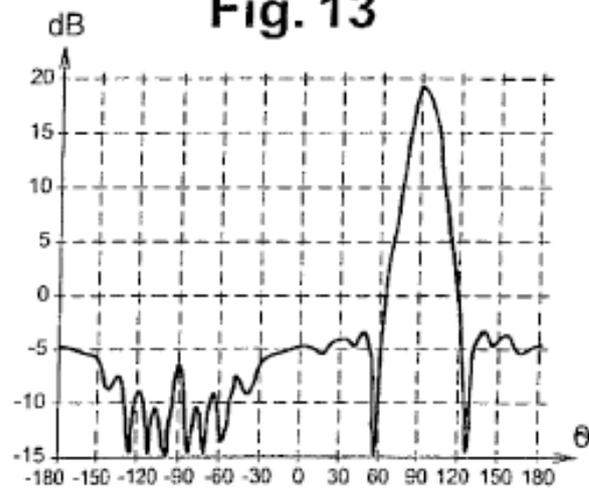
**Fig. 11**



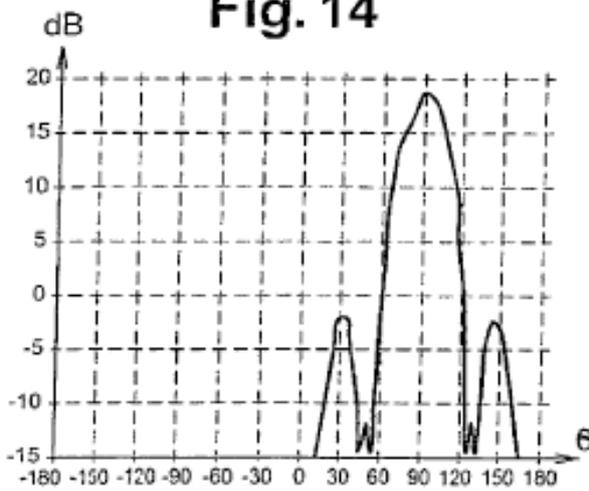
**Fig. 12**



**Fig. 13**



**Fig. 14**



**Fig. 15**

