

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 531**

51 Int. Cl.:

H01Q 19/10 (2006.01)

H01Q 3/46 (2006.01)

H01Q 15/00 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2009 E 09171108 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2175523**

54 Título: **Red reflectora y antena que consta de tal red reflectora**

30 Prioridad:

07.10.2008 FR 0805530

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.01.2020

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie , FR**

72 Inventor/es:

**LEGAY, HERVÉ;
BRESCIANI, DANIELE;
CHINIARD, RENAUD y
GIRARD, ETIENNE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 738 531 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

Red reflectora y antena que consta de tal red reflectora

La presente invención se refiere a una red reflectora para una antena de red reflectora. Se aplica en particular a las antenas montadas en un ingenio espacial, tal como un satélite de telecomunicaciones o terminales terrestres de antenas para telecomunicaciones o sistemas de difusión por satélite.

Una antena de red reflectora 10 (en inglés: antena reflectarray) tal como se representa, por ejemplo, en la figura 1, consta de un conjunto 12 de elementos radiantes elementales ensamblados en una red 11 con una o dos dimensiones y formando una superficie reflectante 14 que permite aumentar la directividad y la ganancia de la antena 10. Los elementos radiantes elementales, también llamadas celdas elementales, de la red reflectora, de tipo parches metálicos y/o hendiduras, tienen parámetros variables, tales como, por ejemplo, las dimensiones geométricas de los motivos grabados (longitud y ancho de los "parches" o hendiduras) que se establecen para obtener un diagrama de radiación elegido. Como se representa, por ejemplo, en la figura 2, los elementos 12 radiantes elementales pueden consistir en parches metálicos cargados con hendiduras radiantes y separados de un plano de masa metálico en una distancia típica entre $\lambda_g/10$ y $\lambda_g/6$, donde λ_g es la longitud de onda guiada en el medio espaciador. Este medio espaciador puede ser un dieléctrico, pero también un sándwich compuesto realizado por una disposición simétrica de un separador de tipo panal y pieles dieléctricas de espesores delgados. Para que la antena 10 sea eficiente, la celda elemental debe poder controlar con precisión el desfase que produce en una onda incidente, para las diferentes frecuencias del ancho de banda. También es necesario que el procedimiento de fabricación de la red reflectora sea lo más simple posible.

La disposición (en inglés: lay-out) de los elementos radiantes en la red reflectora requiere una atención significativa. Él debe respetar, al menos aproximadamente, una fuerte periodicidad que define las características reflectantes de la red reflectora (típicamente menos de $0,65 X$ y preferentemente igual a $0,5 X$, donde X es la longitud de onda en el espacio libre). Como se explica a continuación, cuanto más importante es la periodicidad, mejor son los rendimientos. Sin embargo, las redes reflectoras actualmente conocidas presentan un gran problema.

La disposición de los elementos radiantes elementales entre sí para constituir una red reflectora se sintetiza para obtener un diagrama de radiación dado en una dirección de apuntamiento elegida para realizar una cobertura dada. La figura 3a muestra un ejemplo de la disposición de los elementos radiantes de una antena de red reflectora según la técnica anterior, que permita obtener un haz direccional apuntado en una dirección lateral con respecto a la antena. Debido a la planitud de la red reflectora y las diferencias en las longitudes de trayectoria de una onda emitida por una fuente 13 primaria a cada elemento radiante de la red, la iluminación de la red reflectora por una onda incidente desde una fuente 13 primaria provoca una distribución de fase del campo electromagnético sobre la superficie 14 reflectante. Las dimensiones de los elementos radiantes se definen, por lo tanto, de manera que la onda incidente se refleje en la red 11 con un desfase que compense la fase relativa de la onda incidente. Por lo tanto, los elementos 12 radiantes no están todos rodeados por elementos similares, y las transiciones de un elemento radiante a otro son tanto más importantes cuanto más rápida la variación de fase.

Esto resulta en dos problemas: Por una parte, la aproximación habitual que consiste en calcular las características eléctricas de los elementos radiantes con la hipótesis de una periodicidad infinita, ya no es válida para estos elementos. Por otra parte, un fenómeno de difracción aparece en estas zonas de interrupción de la pseudoperiodicidad de la disposición de los elementos 12 radiantes elementales. Mientras que la amplitud del campo eléctrico se supone que sigue una distribución apodizada relacionada con el ancho del haz de la fuente 13 primaria, la distribución medida del campo eléctrico irradiado sobre el conjunto de la red 11 reflectora tiene zonas donde está amortiguada, que corresponden precisamente a la ubicación de estas fuertes transiciones. Cuanto más importante es la malla de la red reflectora, mayor es esta difracción. Esto provoca un aumento en el nivel de los lóbulos secundarios que, incluso si se mantiene por debajo de -20 dB, crea una degradación de la directividad de la antena 10 asociada que no es aceptable para una antena de telecomunicación.

El documento US2003/058189 A1, describe una red reflectora que consta de una pluralidad de aberturas radiantes cuyo diámetro es progresivamente creciente entre dos elementos de radiación consecutivos, pero las posibilidades de evolución de fase sin transición abrupta son limitadas.

El documento XP000496265 escribe una red reflectora que consta de una pluralidad de anillos radiantes impresos cuyo diámetro es progresivamente creciente entre dos elementos radiantes consecutivos, con las mismas limitaciones que el documento US2003/058189 A1.

El documento WO2007/052112 A1 describe una red reflectora, constando cada elemento de la red de un tipo de anillo radiante "anillo dividido" que rodea, en algunos casos, un parche radiante.

El documento XP031005982 escribe una red reflectora que consta de una pluralidad de anillos radiantes impresos cuyo diámetro es constante y la abertura interna es progresivamente creciente entre dos elementos radiantes consecutivos. Hay transiciones repentinas entre el último y el primer elemento del motivo.

El documento XP031393344 describe un elemento radiante para una red reflectora que comprende dos anillos metálicos concéntricos que rodean un parche central, en el que dicho parche central está conectado selectivamente

al anillo interior entre cuatro pares de microinterruptores. La configuración de activación de los interruptores proporciona una progresión de la longitud eléctrica y el desfase de los elementos radiantes consecutivos.

5 El objeto de la presente invención es remediar estos inconvenientes mediante la propuesta de una red reflectora que no introduce fuertes interrupciones en la periodicidad de los elementos radiantes en la superficie reflectante y, por lo tanto, permite reducir las perturbaciones en el diagrama de radiación y mejorar la directividad de la antena de red que consta de tal red reflectora.

Otro objeto de la invención es proporcionar una red reflectora que permita reducir el número de transiciones al tiempo que aumenta las posibilidades de variación de la fase de las ondas reflejadas por los elementos radiantes.

10 Un objeto final de la invención es proporcionar una red reflectora que conste de los elementos radiantes elementales que tengan una estructura radiante simple y compacta.

Para esto, el objeto de la invención es una red reflectora según la reivindicación 1.

Por ejemplo, la abertura puede ser una hendidura anular que tiene una longitud eléctrica progresivamente creciente de un elemento radiante a otro elemento radiante adyacente y, el parche metálico puede ser un anillo metálico que tiene un ancho evolutivo de un elemento radiante a otro elemento radiante adyacente.

15 Según un modo de realización, el motivo consta de:

- varios primeros elementos radiantes consecutivos que constan de un anillo metálico que delimita una abertura interna en los que el ancho del anillo metálico crece progresivamente de un elemento radiante a otro elemento radiante adyacente hasta la obtención de un parche metálico completo, y
- 20 - varios segundos elementos consecutivos que constan de un parche metálico interno y al menos una hendidura anular en los que el ancho de la hendidura anular crece progresivamente de un elemento radiante a otro elemento radiante adyacente hasta la desaparición del parche metálico interno y la obtención de un anillo metálico.

Preferentemente, los elementos radiantes tienen una forma geométrica elegida de entre una forma hexagonal o una forma de cruz con dos ramas perpendiculares.

La invención también se refiere a una antena de red reflectora, que consta al menos de una red reflectora.

25 Otras particularidades y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto claramente en la continuación de la descripción dada a título de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que representan:

- figura 1: un esquema de un ejemplo de antena de red reflectora;
- figura 2: un esquema de un ejemplo de elemento radiante elemental realizado en tecnología plana;
- 30 - figura 3a: un esquema de un ejemplo de disposición de los elementos radiantes de una red reflectora, según la técnica anterior;
- figura 3b: una ampliación de un ejemplo de interrupción repentina de la periodicidad de una red reflectora, según la técnica anterior;
- 35 - figura 4: un ejemplo de atenuaciones del campo electromagnético irradiado por encima de la superficie radiante de la antena de la red de la figura 3a;
- figura 5: un esquema de un ejemplo de un motivo periódico que consta de una disposición unidimensional de varios elementos radiantes elementales y que permite obtener una rotación de fase de 360°, según la invención;
- figura 6: un esquema de un ejemplo de elementos radiantes elementales que constan de varias hendiduras de anchos evolutivos, según la invención;
- 40 - figura 7: un esquema de un ejemplo de elementos radiantes elementales que constan de al menos una hendidura y de al menos un cortocircuito, según la invención;
- figura 8a: un ejemplo de un elemento radiante que comprende MEMS, según un ejemplo que no forma parte de la invención;
- 45 - figura 8b: un ejemplo de un motivo periódico que consiste en varios elementos radiantes en forma de cruz provistos de tres hendiduras anulares concéntricas y MEMS en cada hendidura, según un ejemplo que no forma parte de la invención;
- figura 9: un esquema de un ejemplo de una base de datos bidimensional que consta de disposiciones de varios elementos radiantes elementales de diferente estructura y dos ejemplos de posibles trayectorias de variación que permiten obtener una rotación de fase de 360°, según la invención;
- 50 - figura 10: un ejemplo de implantación de los elementos radiantes para una red reflectora de una antena, según la invención;
- figura 11: un ejemplo de una variación de fase correspondiente a las dos trayectorias de variación de la figura 9, según la invención;

55 La figura 1 muestra un ejemplo de una antena de red reflectora que consta de una red 11 reflectora optimizada, como se describe a continuación, formando una superficie 14 reflectante periódica y una fuente 13 primaria para iluminar la red 11 reflectora con una onda incidente.

- 5 En la figura 2 se representa un ejemplo de elemento 12 radiante elemental de forma cuadrada que tiene lados de longitud m , que constan de un parche 15 metálico impreso en una cara superior de un sustrato 16 dieléctrico provisto de un plano de tierra 17 metálico en su cara inferior. El parche 15 metálico tiene una forma cuadrada que tiene lados de dimensión p y consta de dos hendiduras 18 de longitud b y ancho k practicadas en su centro, las hendiduras están dispuestas en forma de cruz. En una referencia tridimensional XYZ, el plano de la superficie reflectante del elemento radiante es el plano XY. La forma de los elementos 12 radiantes elementales no se limita a un cuadrado, también puede ser rectangular, triangular, circular, hexagonal, en forma de cruz, o cualquier otra forma geométrica. Las hendiduras también se pueden realizar en un número diferente de dos y su disposición puede ser diferente de una cruz.
- 10 La figura 3a muestra un ejemplo de la disposición de los elementos radiantes de una antena de red reflectora, según la técnica anterior. En esta figura, los elementos 12 radiantes similares a los de la figura 2 pero que tienen dimensiones variables de parche 15 metálico están dispuestos en una red 11 reflectora que tiene interrupciones repentinas de periodicidad. La figura 3b es una ampliación de un ejemplo de una interrupción repentina en la periodicidad. En efecto, ciertos elementos radiantes adyacentes, tales como los elementos 22 y 23, son muy diferentes entre sí. En las transiciones entre dos elementos radiantes adyacentes muy diferentes, hay una discontinuidad que induce una difracción 19 de la radiación reflejada por la red reflectora y una atenuación del campo electromagnético irradiado por encima de la superficie radiante. La figura 4 muestra las atenuaciones 40 del campo electromagnético obtenido con la red reflectora de la figura 3a. Esta figura 4 muestra que hay una correspondencia muy clara entre las interrupciones en la periodicidad de la superficie radiante de la figura 3a y las atenuaciones del campo electromagnético irradiado sobre esta superficie. Esta disposición proporciona un diagrama de radiación perturbado con un aumento en el nivel de los lóbulos secundarios y no permite obtener una buena directividad de la antena que consta de esta red reflectora.
- 15 La figura 5 representa un ejemplo de motivos semiperiódicos que constan de una disposición unidimensional de varios elementos radiantes elementales y que permite obtener una rotación de fase de 360° , según la invención. En este ejemplo, la forma geométrica de los elementos radiantes es hexagonal, su dimensión circunferencial periférica es idéntica. Se realizan en tecnología plana y su estructura radiante no es más compleja que la de los elementos radiantes representados en la figura 2, pero dicha estructura radiante evoluciona progresivamente de un elemento radiante a un elemento radiante adyacente, en el plano de la superficie 14 reflectante, y por lo tanto no presenta una interrupción repentina entre dos elementos radiantes adyacentes. El primer 1 y el último 9 elemento radiante son idénticos. Esto hace posible realizar un bucle de variación de fase de 360° ya que el estado final es idéntico al estado inicial.
- 20 En este ejemplo, el primer elemento 1 consta de un anillo 26 metálico circunferencial periférico que delimita una cavidad 27 interna. Los siguientes tres elementos consecutivos 2, 3, 4 también constan de un anillo 26 metálico circunferencial periférico que delimita una cavidad 27 interna, creciendo el ancho del anillo progresivamente de un elemento radiante a un segundo elemento radiante inmediatamente adyacente hasta la obtención del quinto elemento 5, colocado en el centro del motivo, que es un parche 25 metálico completo. A partir del sexto elemento 6, una hendidura 24 anular, por ejemplo, hexagonal cuando los elementos radiantes tienen una forma hexagonal, se introduce cerca de la periferia del parche 25 metálico interno y se deja un anillo 26 metálico circunferencial en la periferia. Los siguientes elementos radiantes consecutivos 7, 8 tienen una hendidura 24 hexagonal cuyo ancho crece progresivamente hasta la desaparición del parche 25 metálico interno como el elemento 9 radiante. En lugar de actuar sobre el ancho de la hendidura, también es posible actuar sobre la longitud de la hendidura o cargar la hendidura mediante cargas capacitivas. Un cambio en el ancho o la longitud de la hendidura, o la adición de una carga capacitiva, tiene el efecto de modificar las características de propagación de las ondas en la hendidura y afectar la longitud eléctrica de la hendidura. A modo de recordatorio, la longitud eléctrica de una hendidura corresponde a su longitud física en relación con la longitud de onda que se propaga allí.
- 25 Cuando el elemento radiante es un parche 5 metálico completo, una onda incidente originada desde una fuente 13 primaria que ilumina este elemento radiante es reflejada completamente por el parche. Cuando el parche metálico tiene una abertura, tal como una hendidura, por ejemplo, se forma una cavidad resonante entre el parche metálico y el plano de tierra metálica. Parte de la onda incidente que ilumina este elemento radiante se transmite luego hacia el plano de tierra metálico del elemento radiante que refleja la onda incidente con un cambio desfase. Por lo tanto, la abertura introduce un desfase en la onda reflejada por el elemento radiante, que es tanto más importante cuanto más grande es la abertura. Con respecto a un elemento radiante que consta de un parche completo, el desfase máximo, se obtiene cuando el elemento radiante 1, 9 ya no consta de un parche metálico, sino solo un anillo metálico delgado que delimita una cavidad resonante.
- 30 Con un ciclo completo de variación de fase como el que se representa en la figura 5, es posible obtener un desfase superior a 360° . Para ello, basta repetir varias veces el mismo motivo de variación de la estructura de los elementos radiantes. El número de elementos radiantes para producir un motivo puede ser diferente del de la figura 5, pero es lo suficientemente necesario para no crear una interrupción repentina en la periodicidad de la superficie 14 reflectante. Para obtener posibilidades adicionales de variación de fase y limitar aún más el número de transiciones repentinas en la red reflectora, también es posible agregar uno o varios elementos radiantes adicionales en el motivo que se muestra en la figura 5.
- 35 Se pueden hacer varias hendiduras en el parche metálico de los elementos radiantes para obtener varios resonadores acoplados por un elemento radiante elemental como se representa en la figura 6. En este ejemplo, un primer elemento 50 consiste en un parche metálico completo, y cada uno de los tres elementos radiantes siguientes 51, 52, 53 consta

de tres hendiduras 54, 55, 56 hexagonales concéntricas hechas en un parche metálico. El ancho de las hendiduras, en el plano de la superficie 14 reflectante, aumenta entre el segundo 51 y el tercer elemento 52, luego el ancho de las zonas metálicas aumenta entre el tercer 52 y el cuarto 53 elemento. Los elementos radiantes, en el número de cuatro en la figura 6, pueden estar dispuestos según el motivo que se muestra en este ejemplo, este motivo se puede reproducir recursivamente en toda la superficie 14 reflectante. Según la frecuencia de la onda de incidencia, es una u otra de las tres hendiduras del parche que resuena. En el ejemplo de la figura 6, los anchos de las tres hendiduras evolucionan simultáneamente, pero la invención no se limita a este caso. También es posible producir un motivo que conste de elementos radiantes en los que las hendiduras tengan anchos que evolucionen independientemente unos de otros y/o elementos radiantes en los que solo una o dos hendiduras tengan un ancho que evolucione de un elemento radiante a otro elemento radiante adyacente.

La ventaja de los elementos radiantes que constan de varias hendiduras en un parche metálico es que permiten realizar una progresión de la variación de fase más elaborada que con elementos que constan solo de una hendidura. Permiten obtener un rango de variación de fase de hasta 1000° y reducir el número de transiciones. En los casos descritos anteriormente, los elementos radiantes tienen una forma hexagonal, pero el mismo principio se puede utilizar para todos los tipos de formas geométricas, tal como, por ejemplo, una forma cuadrada, rectangular, circular, triangular, una cruz, u otra forma.

De manera alternativa, es posible combinar en el mismo motivo, elementos radiantes que no constan de hendidura y elementos radiantes que constan de una o varias hendiduras. Al introducir progresivamente las hendiduras en elementos radiantes consecutivos, es posible reducir aún más el número de transiciones y ampliar aún más el rango de variación de la fase de las ondas reflejadas por los elementos radiantes de un motivo.

También es posible, como una variante de realización de la invención para los elementos radiantes que constan de al menos una hendidura, introducir progresivamente uno o varios cortocircuitos como se describió anteriormente en relación con la figura 7 o más adelante en conexión con la figura 8.

En la figura 7, los elementos radiantes constan de un parche 25 y de una hendidura 24, o varias hendiduras, en la que se introduce uno o varios cortocircuitos 28 que permiten variar la longitud eléctrica de la hendidura. Los cortocircuitos 28 pueden ser del tipo pasivo cuando consisten en una metalización simple que secciona la hendidura 24 en una ubicación y longitud predeterminadas para obtener al menos dos medias hendiduras 24a y 24b de longitudes seleccionadas. De manera alternativa, los cortocircuitos pueden ser del tipo activo cuando se realizan mediante microinterruptores, por ejemplo, de tipo MEMS (en inglés: Micro Electro-Mechanical System, sistema microelectromecánico) o diodos. La adición de los cortocircuitos 28 colocados en una hendidura 24 de un elemento radiante elemental permite, por lo tanto, producir varios resonadores en el mismo elemento radiante elemental, por lo tanto, para aumentar las posibilidades de variación de la fase y reducir aún más el número de transiciones repentinas.

Es posible en el mismo elemento radiante y/o en dos o varios elementos radiantes diferentes del mismo motivo combinar hendiduras que tengan uno o varios cortocircuitos activos y hendiduras que tengan uno o varios cortocircuitos pasivos. Todas las combinaciones posibles son concebibles en el contexto de la presente invención.

El uso de estos elementos radiantes con múltiples resonadores acoplados entre sí en una red reflectora permite, por lo tanto, reducir considerablemente el número de transiciones repentinas en la red reflectora y reducir todas las perturbaciones inducidas en el diagrama de radiación. Otra ventaja es que, con un mayor número de grados de libertad, es permisible garantizar el desfase requerido no solo a la frecuencia central, sino también en varias otras frecuencias del ancho de banda de la red reflectora.

Según un ejemplo que no forma parte de la invención, la figura 8a muestra un ejemplo de elemento radiante en forma de cruz con dos ramas perpendiculares. La cruz y el hexágono, presenta la propiedad de ser miniaturas porque las hendiduras que determinan la resonancia son curvas. Esto hace posible insertar varios resonadores separados en el parche metálico y con cuatro hendiduras, por ejemplo, es posible variar la fase hasta 1000° sin crear fuertes transiciones.

En la figura 8a, la cruz consta de tres hendiduras anulares 81, 82, 83 concéntricas practicadas en un parche metálico, pero podría constar de un número diferente de tres. De la misma manera que para el hexágono, es posible controlar progresivamente la variación de la fase en una superficie reflectante al disponer varios elementos radiantes en forma de cruz que tienen anchos de hendiduras o anchos de anillos metálicos, variables.

Como se representa en la figura 8b, para obtener elementos radiantes unidos, cada cruz puede estar inscrita, por ejemplo, dentro de una rejilla 84 metálica continua que tiene una malla de diferente forma geométrica, por ejemplo, cuadrada, rectangular o hexagonal. De manera alternativa, en lugar de variar la geometría de las hendiduras, es posible variar la fase usando microinterruptores, por ejemplo, de tipo MEMS 85 (en inglés: Micro Electro-Mechanical System, sistema microelectromecánico) u otros sistemas de conmutación como diodos, dispuestos de una manera elegida en las hendiduras como se representa, por ejemplo, en las figuras 8a y 8b. En este caso, todos los elementos radiantes tienen la misma estructura y todas las hendiduras anulares tienen el mismo ancho. Los MEMS 85 colocados en las hendiduras 81, 82, 83 tienen dos estados posibles, abierto o cerrado, y actúan como un cortocircuito o como un circuito abierto. También pueden actuar como una carga capacitiva variable en el caso de MEMS capacitivos. De este

modo, permiten variar la longitud eléctrica de las hendiduras y, por lo tanto, la fase de una onda reflejada por cada elemento radiante. De la misma manera que para los elementos radiantes con ancho de hendiduras variables, entonces es posible controlar la fase de los elementos radiantes colocando, de manera predeterminada, por ejemplo, en las zonas más activas donde el campo electromagnético es el más importante, ciertos MEMS en estado cerrado y otros MEMS en estado abierto según la ley de desfase deseada. De este modo, por ejemplo, es posible producir un motivo con variación de fase progresiva y no constar de una transición repentina, mediante el uso de varios elementos radiantes que tienen la misma geometría, el mismo número de MEMS colocados en el mismo lugar en las hendiduras anulares, pero MEMS configurados en diferentes estados. Por ejemplo, con un motivo que consta de varios elementos radiantes en forma de cruz o hexágono, equipado con tres hendiduras anulares concéntricas y MEMS en cada hendidura, es posible variar progresivamente la fase hasta 1000° cortocircuitando progresivamente las diferentes hendiduras de los elementos radiantes adyacentes hasta que un elemento radiante tenga todos sus MEMS en estado cerrado, luego en varios elementos adyacentes adicionales, para poner progresivamente los MEMS en estado abierto hasta obtener un elemento radiante que tenga todos sus MEMS en estado abierto. También es posible emparejar algunos MEMS y agruparlos en el mismo comando para variar su estado abierto o cerrado al mismo tiempo. Esto puede permitir, por ejemplo, en el caso de una geometría en forma de cruz con dos ramas perpendiculares, para conservar una simetría de espejo según los dos ejes X e Y de las dos ramas de la cruz y para evitar la excitación de los modos de radiación de orden superior que el modo principal que puede generar polarización cruzada y reducir el ancho de banda de la red reflectora.

En el ejemplo que no forma parte de la invención representado en la figura 8b, el motivo consta de diez elementos radiantes en forma de cruz idénticos que constan de tres hendiduras anulares concéntricas y que tienen el mismo número de MEMS, ya sea dos MEMS emparejados según el eje Y, en la primera hendidura más interna, seis MEMS en la segunda hendidura y seis MEMS en la tercera hendidura externa. Los seis MEMS de la segunda, respectivamente de la tercera, hendidura se emparejan en pares según el eje Y y los otros cuatro MEMS se emparejan juntos. En el primer elemento radiante 90, todos los MEMS están en un estado cerrado. En el segundo elemento radiante 91, los cuatro MEMS de la tercera hendidura que están emparejados están en un estado abierto, estando todos los demás MEMS en un estado cerrado. En el tercer elemento radiante 92, los dos MEMS de la primera hendidura están en estado abierto y todos los demás MEMS están en estado cerrado. Los siguientes elementos radiantes 93 a 98 constan de otras combinaciones de estados de los diferentes MEMS hasta el último elemento 99 radiante del motivo para el cual todos los MEMS están en el mismo estado cerrado que el primer elemento radiante del motivo. Tal motivo hace posible variar la fase de los elementos radiantes en 360° .

La geometría del elemento radiante de las figuras 8a y 8b tiene la forma de una cruz, pero también podemos colocar MEMS en elementos radiantes que tienen otra geometría, tal como una forma hexagonal, de cuadrado, de rectángulo o cualquier otra forma deseada.

Un elemento radiante en forma de cruz o hexágono tiene la ventaja de ser muy compacto y, por lo tanto, de banda ancha. Cuanto mayor es el número de hendiduras anulares, por lo tanto, de los resonadores, más compacto es el elemento radiante y más tiene banda ancha. En particular, un elemento radiante en forma de cruz permite obtener una antena que funciona entre 11 y 14 GHz. Además, una forma de cruz tiene la ventaja de ser compatible con una malla cuadrada o rectangular, lo que simplifica la realización de un panel que consta de una red reflectora compuesta de elementos radiantes que tienen esta forma de cruz.

De manera alternativa, también es posible combinar en el mismo motivo, elementos radiantes que tienen una o varias hendiduras de ancho evolutivo y elementos radiantes que tienen una o varias hendiduras que tienen una longitud eléctrica evolutiva, los elementos radiantes tienen al menos una hendidura de longitud eléctrica evolutiva que puede constar de elementos radiantes que constan de al menos una hendidura pasivamente cortocircuitada y/o elementos radiantes que tienen al menos una hendidura cortocircuitada de manera activa y/o elementos radiantes que constan de al menos una hendidura que incorpora MEMS capacitivos.

Para realizar una disposición bidimensional que permita obtener una ley de variación de fase elegida sin crear una interrupción repentina en la periodicidad, puede ser conveniente crear una base de datos que conste de diferentes elementos radiantes que tengan una estructura evolutiva que permita obtener una variación de fase de 360° , como se describe anteriormente, y dispuesto según un motivo bidimensional. La figura 9 ilustra un ejemplo de una base de datos según la invención. Esta base de datos consta de los elementos 1 a 9 radiantes de la figura 5 y de los elementos 63 a 68 radiantes adicionales que tienen diferentes estructuras intermedias. Usando esta base de datos para seleccionar correctamente la trayectoria de variación, es posible realizar una variación progresiva de la fase de una onda reflejada, a partir de una variación física progresiva de los elementos radiantes. En esta figura 9, diferentes trayectorias posibles permiten obtener una variación progresiva de fase de 360° . Se representan dos ejemplos de trayectorias 61, 62. Un ejemplo de variación de fase obtenida para una trayectoria de variación, tal como la trayectoria 61 o 62, elegido en la base de datos de la figura 9, para un ángulo de incidencia de la onda plana e igual a 30° y tres frecuencias centrales diferentes, se representa en la figura 11. Las tres frecuencias en este ejemplo son 14 GHz, 14,25 GHz, 14,50 GHz y la variación de fase obtenida está comprendida entre 60° y 420° para un motivo que consta de 45 elementos radiantes diferentes. Esta figura 11 muestra una variación de fase progresiva que no consta de un salto repentino.

La base de datos puede extenderse a elementos radiantes que constan de varias hendiduras hexagonales. En este

caso, es posible realizar exactamente el desfase deseado para la frecuencia central del diagrama de radiación de la antena, así como la dispersión de fase deseada.

5 Los elementos radiantes elegidos para lograr una variación de fase predeterminada pueden disponerse luego según una red reflectante bidimensional, tal como se representa, por ejemplo, en la figura 10. La red reflejante así realizada permite obtener una variación progresiva de la fase de las ondas incidentes reflejadas por la red a partir de una variación física progresiva de los elementos radiantes elementales de la red.

REIVINDICACIONES

1. Red reflectora que consta de una pluralidad de elementos radiantes dispuestos unos al lado de los otros y que forman una superficie reflectante adecuada para reflejar ondas incidentes con una ley de variación de fase elegida para realizar una cobertura dada, de los cuales:

- 5 .- los elementos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) radiantes están realizados en tecnología plana; y
- .- cada elemento radiante de la superficie reflectante se elige de entre uno o varios conjunto(s) de elementos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) radiantes consecutivos predeterminados, llamado(s) motivo(s), siendo cada motivo adecuado para crear una variación de fase progresiva de al menos 360° entre un primer elemento (1) y un último elemento (9) del motivo, y cada elemento radiante de la superficie reflectante se coloca sobre la superficie reflectante de tal forma que
- 10 .* dicho elemento radiante de la superficie reflectante es adyacente a al menos un elemento radiante que corresponde a un elemento anterior o siguiente en el orden predeterminado de al menos un motivo, y
- .* la red reflectora consta de trayectorias entre elementos radiantes adyacentes, que siguen cada uno un motivo en su totalidad y su orden predeterminados; y
- 15 .- todos los elementos radiantes de un motivo tienen una dimensión circunferencial idéntica; y
- .- el primer (1) y el último (9) elementos de cada motivo corresponden a un mismo módulo de fase 360° y son idénticos y el resto de los elementos radiantes de dicho motivo son todos diferentes entre sí y de los primer y último elementos;
- .- cada motivo consta de elementos (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9) radiantes que tienen al menos un parche (25, 26) metálico, y al menos una abertura (24, 27) radiante practicada en el parche (25, 26) metálico;
- 20 .- el parche (25, 26) metálico y la abertura (24, 27) radiante de cada elemento radiante de un motivo tienen cada uno al menos un parámetro dimensional elegido de entre una dimensión geométrica o una longitud eléctrica, progresivamente evolutivo, en una misma dirección creciente o decreciente, de un elemento radiante del motivo a otro elemento radiante consecutivo, comprendiendo cada motivo, siguiendo el orden predeterminado, una sucesión de crecimientos progresivos o de decrecimientos progresivos, un primer parámetro dimensional del parche (26) metálico de varios primeros elementos (1 a 4) radiantes consecutivos hasta un elemento (5) radiante en el centro del motivo, **caracterizada porque**

dicho elemento (5) radiante en el centro del motivo es seguido por una sucesión de crecimientos progresivos o de decrecimientos progresivos respectivamente, de un segundo parámetro dimensional de la abertura (24) radiante de varios segundos elementos (6 a 8) radiantes consecutivos.

2. Red reflectora según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la abertura (27) es una hendidura (24) anular que tiene una longitud eléctrica progresivamente creciente de un elemento (7) radiante a otro elemento (8) radiante adyacente.

3. Red reflectora según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada porque** el parche (25) metálico es un anillo (26) metálico que tiene un ancho evolutivo de un elemento (3) radiante a otro elemento (4) radiante adyacente.

4. Red reflectora según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** el motivo consta de:

- 40 varios primeros elementos (1, 2, 3, 4) radiantes consecutivos que constan de un anillo (26) metálico que delimita una abertura (27) interna en los que el ancho del anillo (26) metálico crece progresivamente de un elemento radiante a otro elemento radiante adyacente hasta la obtención de un parche (25) metálico completo que constituye un elemento (5) radiante, y
- varios segundos elementos (6, 7, 8, 9) consecutivos que constan de un parche (25) metálico interno y al menos una hendidura (24) anular en los que el ancho de la hendidura (24) anular crece progresivamente de un elemento radiante a otro elemento radiante adyacente hasta la desaparición del parche (25) metálico interno y la obtención de un anillo (26) metálico.

45 5. Red reflectora según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los elementos radiantes tienen una forma geométrica elegida de entre una forma hexagonal o una forma de cruz con dos ramas perpendiculares.

6. Antena de red reflectora, **caracterizada porque** consta de al menos una red reflectora según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

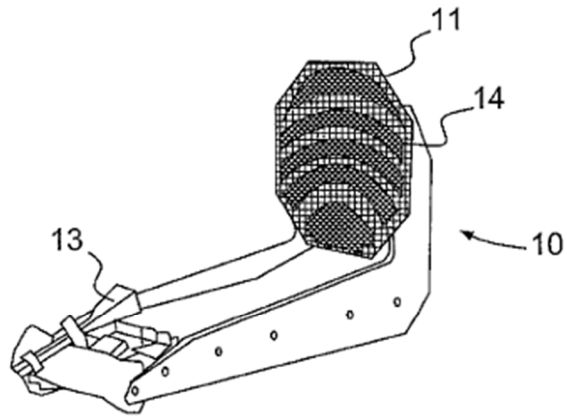


FIG. 1

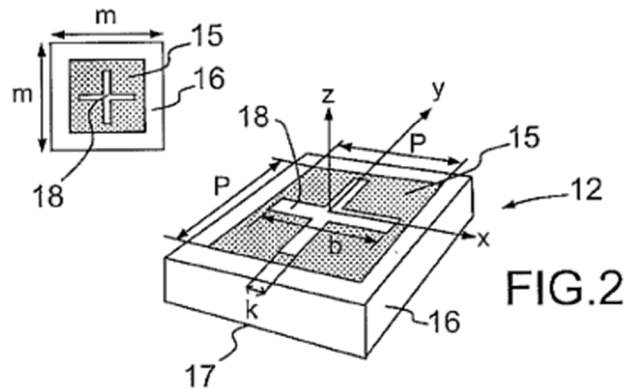


FIG. 2

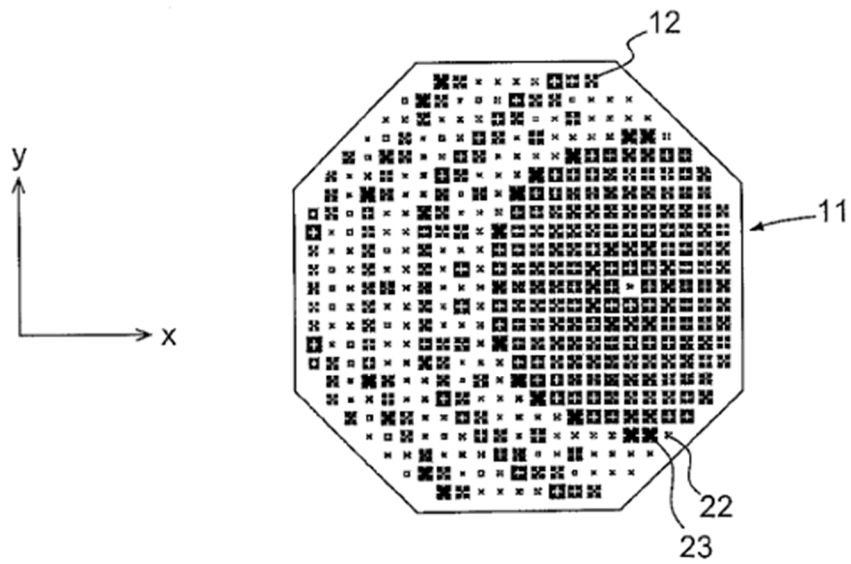


FIG. 3a

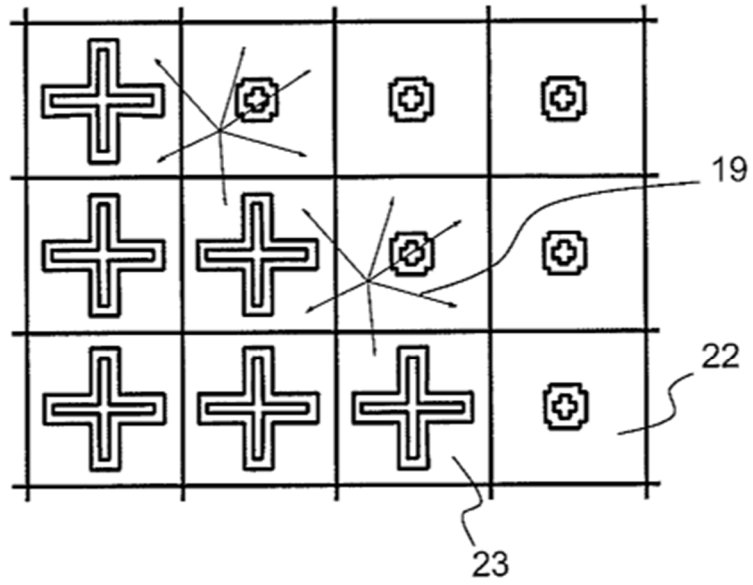


FIG.3b

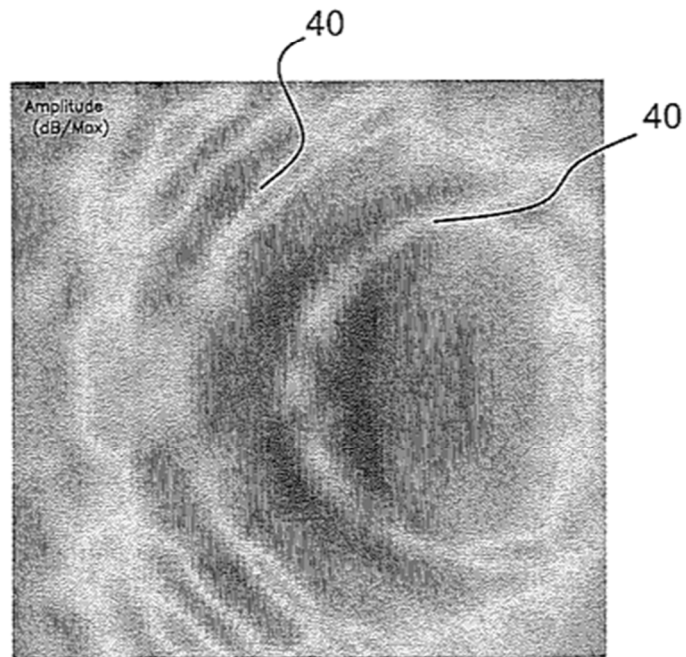


FIG.4

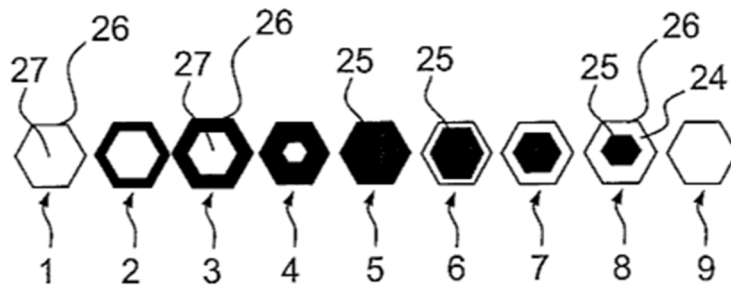


FIG.5

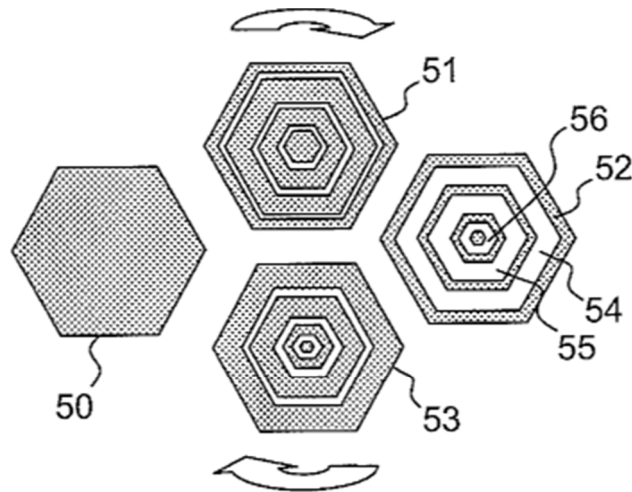


FIG.6

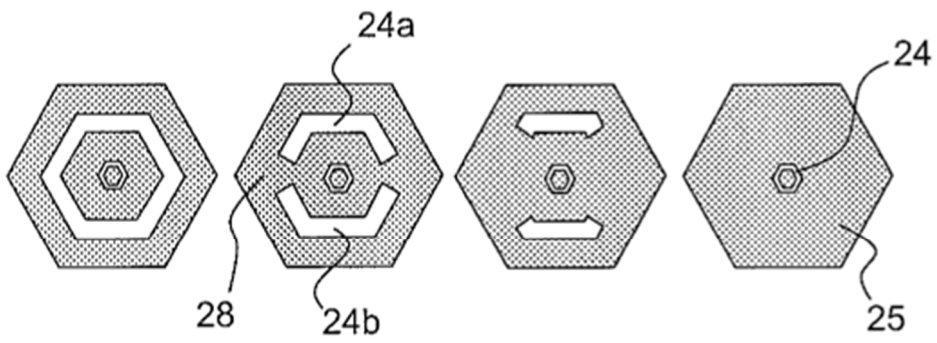


FIG. 7

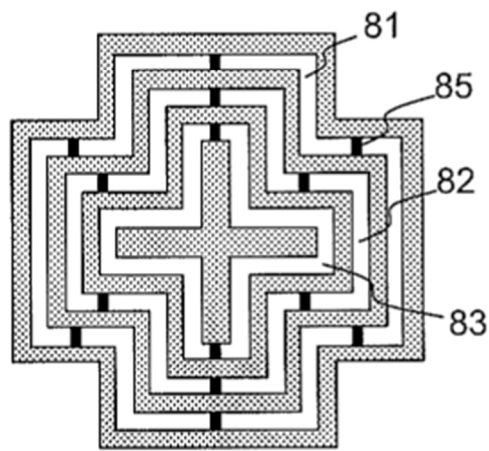


FIG. 8a

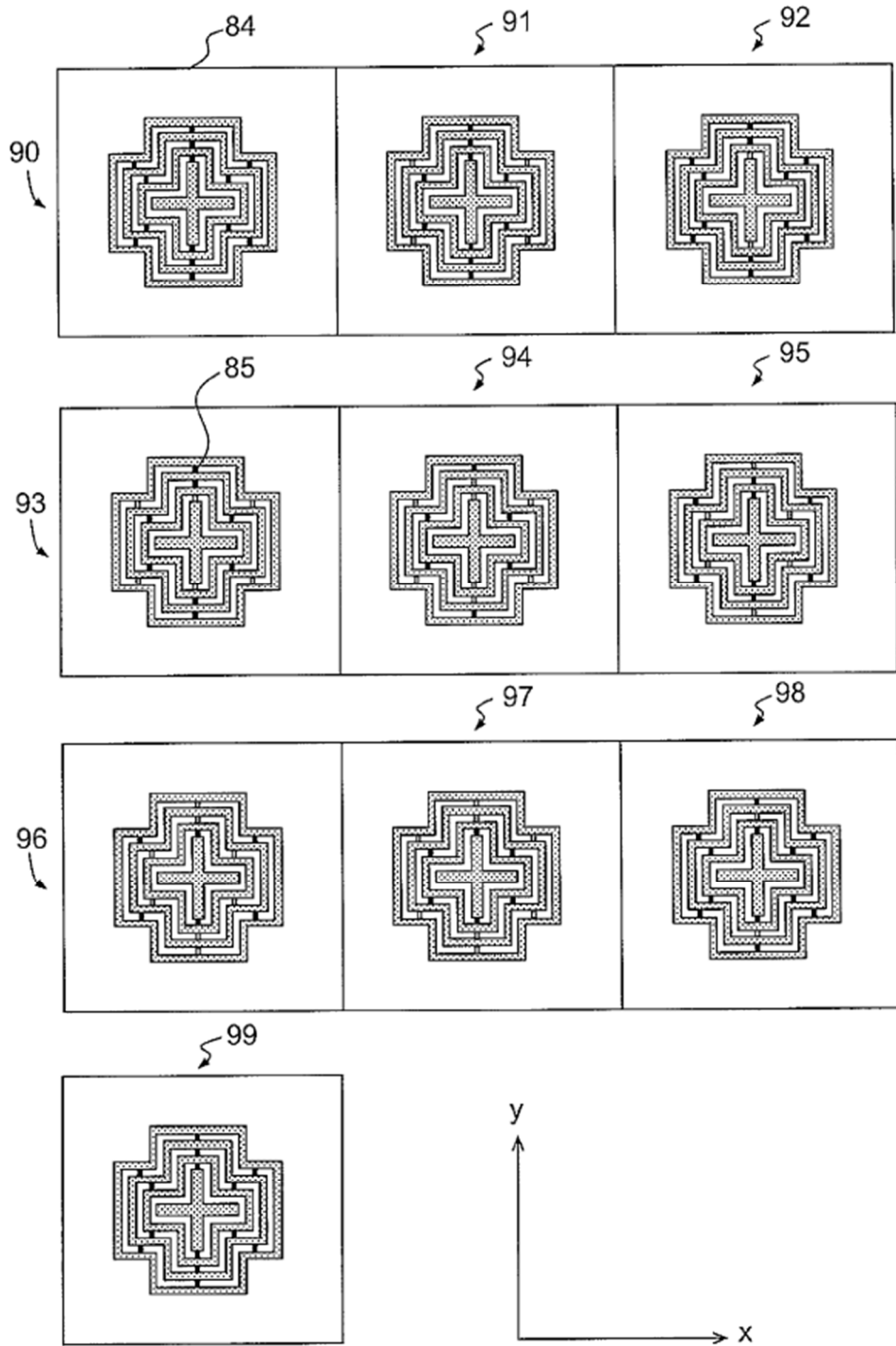


FIG.8b

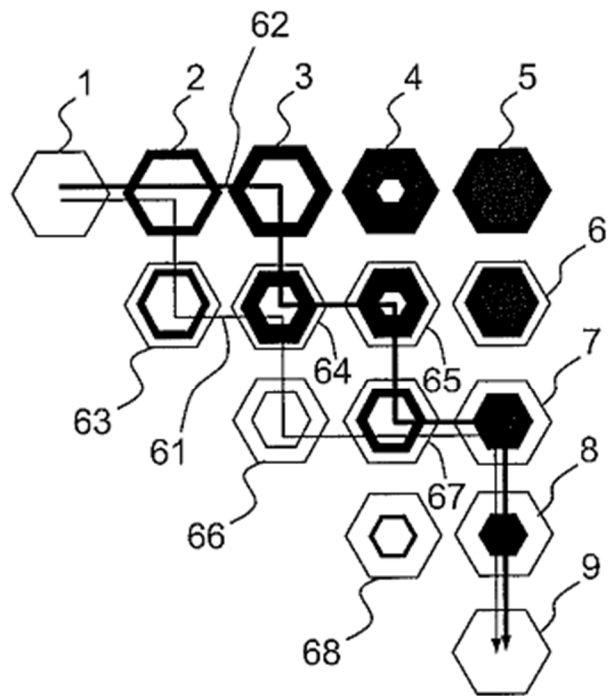


FIG. 9

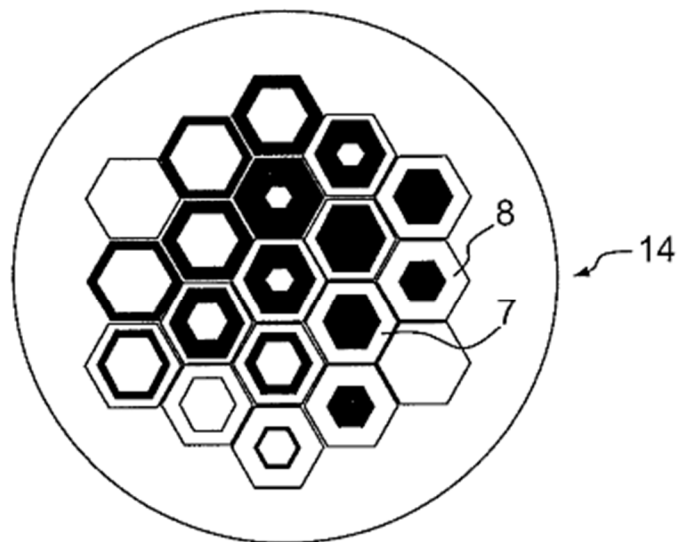


FIG. 10

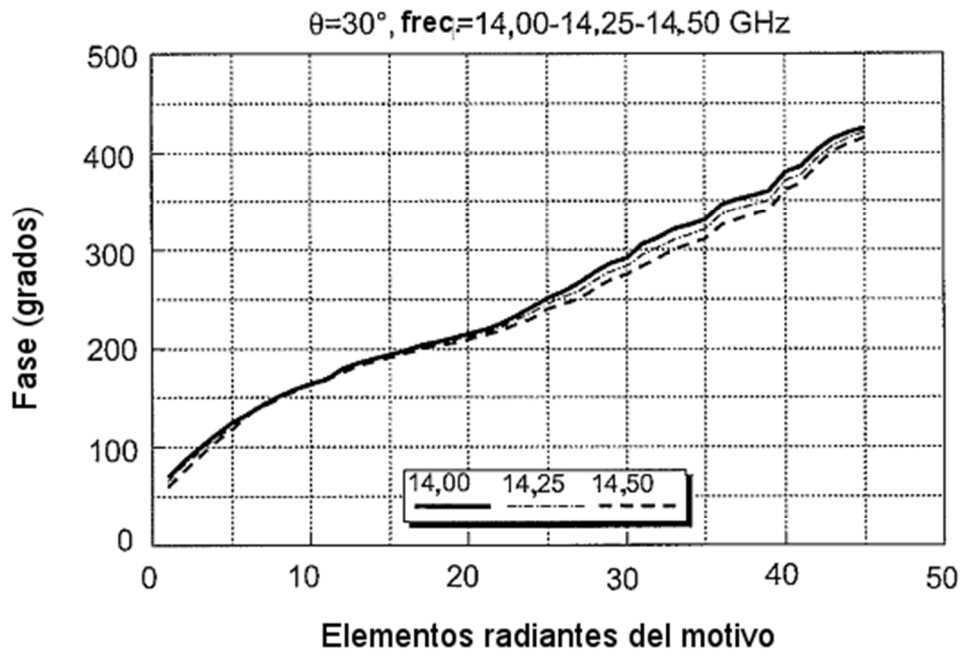


FIG.11