

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 866**

21 Número de solicitud: 201731194

51 Int. Cl.:

H01Q 21/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

10.10.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.04.2019

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
(100.0%)**

**Servicio de Promoción y Apoyo a la
Investigación, la Innovación y la Transferencia.
Edificio Nexus (6G) - 3ª planta. Camí de Vera, s/n
46022 Valencia ES**

72 Inventor/es:

**VALERO NOGUEIRA, Alejandro;
FERRANDO ROCHER, Miguel y
HERRANZ HERRUZO, José Ignacio**

74 Agente/Representante:

MALDONADO JORDAN, Julia

54 Título: **ANTENA DE FRECUENCIA DUAL**

57 Resumen:

La presente invención se refiere a una antena de frecuencia dual para transmisión (Tx) y recepción (Rx), que comprende una red de distribución de señal constituida por una cama de pines que permite la distribución de señales a través de la misma a dos bandas de frecuencia; una pluralidad de cavidades coaxiales hasta las que llega dicha red de distribución de señal, en la que una parte de dicha pluralidad de cavidades coaxiales son cavidades de banda de frecuencia baja (cavidades Rx) y otra parte de la misma son cavidades de banda de frecuencia alta (cavidades Tx); y una capa radiante dispuesta encima de la red de distribución. La capa radiante presenta una pluralidad de aperturas radiantes situadas, cada una, encima de una cavidad correspondiente para la transmisión o recepción de una señal a la banda de frecuencia correspondiente a la cavidad dada.

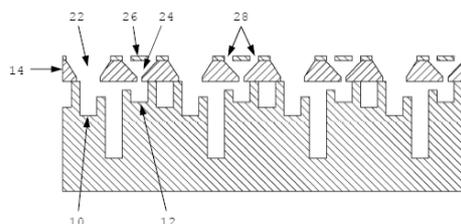


FIG. 6

DESCRIPCIÓN

ANTENA DE FRECUENCIA DUALCampo de la invención

La presente invención se refiere de manera general al
5 campo de las antenas, y en concreto se refiere a una antena
que funciona a doble frecuencia para transmisión y recepción.

Antecedentes de la invención

En los últimos años, se está extendiendo el uso de la
10 tecnología de guíaondas de hueco de cresta (RGW, "Ridge Gap
Waveguide") y guíaondas de hueco de surco (GGW, "Groove Gap
Waveguide"). Aunque este tipo de tecnología reciente presenta
una serie de ventajas con respecto a técnicas anteriores,
sigue presentando inconvenientes que sería deseable superar.

15 Por ejemplo, el uso de una red de distribución con
guíaondas de cresta (RGW) no resulta suficientemente compacta
ya que requiere varias filas de pines alrededor para aislar
una rama de la red de otra contigua, lo cual conlleva redes
cuyas cavidades están muy separadas. Esta separación entre
20 cavidades (mayor que λ_0) introduce lóbulos de difracción en
el diagrama de radiación de la antena. Peiye Liu *et al.*
"Design of a double layer cavity backed slot array antenna in
gap waveguide technology", en International symposium on
antennas and propagation (ISAP), octubre de 2016, proponen
25 una solución a este problema repartiendo la red de
distribución en varias capas, con una primera red de
distribución más sencilla y una red de acoplo intermedia. Sin
embargo, la gran desventaja de esta solución es la necesidad
de usar varias capas, lo que aumenta la complejidad, el
30 grosor e introduce problemas de sellado eléctrico.

Por otro lado, una red de distribución con guíaondas de
surco tampoco es posible. Estas redes de distribución
introducen un desfase de 180° en cada divisor, por lo que la

simetría no es posible. Una vez más, este problema puede solucionarse añadiendo un brazo extra para corregir este desfase. Sin embargo, dado que no se trata de una red simétrica, puede haber problemas a la hora de alimentar en
5 paralelo y de manera uniforme todas las cavidades.

Sería por tanto deseable disponer de una antena más compacta, que presente en una única capa la red de distribución y las cavidades radiantes, siendo por tanto más ligera y preferiblemente más económica que las conocidas en
10 el estado de la técnica.

Sumario de la invención

Para solucionar los problemas de la técnica anterior, la presente invención da a conocer una antena de frecuencia dual
15 para transmisión (Tx) y recepción (Rx), que comprende:

- una red de distribución de señal constituida por una cama de pines que permite la distribución de señales a través de la misma a dos bandas de frecuencia;
- una pluralidad de cavidades coaxiales hasta las que
20 llega dicha red de distribución de señal, en la que una parte de dicha pluralidad de cavidades coaxiales son cavidades de banda de frecuencia baja (cavidades Rx) y otra parte de dicha pluralidad de cavidades coaxiales son cavidades de banda de frecuencia alta
25 (cavidades Tx); y
- una capa radiante dispuesta encima de la red de distribución, presentando la capa una pluralidad de aperturas radiantes, estando cada apertura radiante situada encima de una cavidad correspondiente para la
30 transmisión o recepción de una señal a la banda de frecuencia correspondiente a la cavidad dada.

En las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción se presentan características preferidas

adicionales que pueden comprender una o varias realizaciones específicas de la presente invención.

Breve descripción de las figuras

5 La presente invención se entenderá mejor con referencia a los siguientes dibujos que ilustran una realización preferida de la invención, proporcionados a modo de ejemplo, y que no deben interpretarse como limitativos de la invención de ninguna manera:

10 La figura 1 muestra una vista esquemática desde arriba de la red de distribución de señal según la realización preferida de la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una celda unidad que muestra las cavidades Rx y Tx de la antena según
15 la realización preferida de la presente invención.

Las figuras 3A y 3B son vistas en perspectiva que muestran las dimensiones más relevantes de las cavidades Rx y Tx, respectivamente.

La figura 4 es una vista desde arriba de la antena según
20 una realización preferida de la presente invención.

La figura 5 es una vista desde arriba de la antena según otra realización preferida de la presente invención.

La figura 6 es una vista en sección transversal de la antena mostrada en la figura 5.

25

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Tal como se mencionó anteriormente, la antena según la presente invención comprende una red de distribución de señal, una pluralidad de cavidades coaxiales compuesta por
30 cavidades de banda de frecuencia baja (10) (también denominadas a lo largo del presente documento cavidades Rx) y cavidades de banda de frecuencia alta (12) (también denominadas a lo largo del presente documento cavidades Tx),

y una capa radiante (14) dispuesta encima de la red de distribución.

Según la realización preferida de la presente invención, la pluralidad de cavidades coaxiales está compuesta por una primera mitad de cavidades de banda de frecuencia baja (10) (cavidades Rx) y por una segunda mitad de cavidades de banda de frecuencia alta (12) (cavidades Tx).

El entendido en la materia entenderá que pueden existir otros tipos de distribuciones en los que haya más cavidades Rx que cavidades Tx o viceversa, en función de las necesidades.

En la figura 1 puede apreciarse una red de distribución de señal según la realización preferida de la presente invención. La red de distribución de señal está constituida por una cama de pines (16) y permite la distribución de señales a través de la misma a dos bandas de frecuencia. En la realización mostrada en la figura 1, la red de distribución de señal está compuesta por una combinación de guiaondas de cresta (18) (RGW, mostradas en negro) y guiaondas de surco (20) (GGW, mostradas en gris).

La red de distribución es un elemento clave en la antena según la realización preferida. En este caso, se desea disponer de una antena que funcione a una banda de frecuencia de recepción (Rx) de 19,7 GHz a 21,2 GHz y a una banda de frecuencia de transmisión (Tx) de 29,5 GHz a 31 GHz, por lo que la separación entre las dos bandas es de más del 40%. En la actualidad resulta imposible disponer de una red adaptada a todo ese ancho de banda. Sin embargo, no es necesario adaptar la red para funcionar a todo el ancho de banda (de 19,7 GHz a 31 GHz). Lo que propone la invención es una red de distribución adaptada para funcionar a las dos bandas de frecuencia seleccionadas.

Para ello, se diseña una cama de pines (16) con una

banda prohibida de desde 18 GHz hasta 40 GHz. Es decir, en ausencia de surcos o crestas la cama de pines impide cualquier propagación dentro de dicho intervalo de frecuencias.

5 Después de eso se diseñan transiciones entre guiaondas de cresta (18) y guiaondas de surco (20) obteniendo una red de distribución de señal tal como la mostrada en la figura 1. De este modo se obtiene una red de distribución bi-banda que puede funcionar a las dos bandas de frecuencia seleccionadas
10 mencionadas anteriormente.

 A continuación se introducen las cavidades coaxiales en la red de distribución de señal mencionada anteriormente. Tal como ya se mencionó, la pluralidad de cavidades coaxiales está compuesta por cavidades Rx y cavidades Tx. Ambos tipos
15 de cavidades se producen reduciendo la altura de uno de los pines de la cama de pines (16), de modo que se confina el campo magnético alrededor del mismo. La diferencia entre ambos tipos de cavidades son sus dimensiones, ya que estas dependen de la frecuencia de trabajo.

20 En la figura 2 se muestra una celda unidad en la que se aprecian dos cavidades Rx (arriba izquierda y abajo derecha) y dos cavidades Tx (arriba derecha y abajo izquierda). Como puede apreciarse en la figura 2, las cavidades Rx son más profundas, ya que presentan un rebaje con respecto a la base
25 de la cama de pines (16). Por su parte, las cavidades Tx son menos profundas ya que presentan un resalte con respecto a la base de la cama de pines (16).

 Además, según la realización preferida mostrada en la figura 2, las cavidades de banda de frecuencia Rx y las
30 cavidades de banda de frecuencia Tx están dispuestas de manera alternante entre sí (véanse también las figuras 4 y 5).

 El entendido en la materia entenderá que pueden existir

otros tipos de distribuciones en los que las cavidades de banda de frecuencia Rx y las cavidades de banda de frecuencia Tx no estén dispuestas de manera alternante entre sí.

En las siguientes tablas 1 y 2 se presentan las dimensiones principales de las cavidades Rx y Tx según la realización preferida de la presente invención, que también pueden apreciarse en las figuras 3A y 3B, respectivamente. El entendido en la materia entenderá que estas dimensiones permiten que la antena funcione a unas bandas de frecuencia determinadas (banda de frecuencia de recepción (Rx) de 19,7 GHz a 21,2 GHz y a una banda de frecuencia de transmisión (Tx) de 29,5 GHz a 31 GHz), y que la configuración de las cavidades y sus dimensiones son escalables en el caso de necesitar que la antena funcione a otras frecuencias.

15

Tabla 1: Dimensiones de las cavidades Rx

Elemento	Valor
Lado de pin	1 mm
Longitud de cavidad	5 mm
Anchura de cavidad	3 mm
Altura de base de cavidad a capa radiante	3,88 mm
Altura de pin central	2,18 mm

Tabla 2: Dimensiones de las cavidades Tx

Elemento	Valor
Lado de pin	1 mm
Longitud de cavidad	5 mm
Anchura de cavidad	3 mm
Altura de base de cavidad a capa radiante	2,45 mm
Altura de pin central	1,15 mm

Como puede observarse, las dimensiones en la que están enmarcadas ambas cavidades son idénticas ya que comparten una misma cama de pines (16) (mismo periodo de pin a pin, mismo
5 lado del pin y misma altura de pin). La única diferencia es la altura de esa cavidad con respecto a la capa radiante (14). Por la propia definición de las guías de onda de hueco, se conoce que la cavidad resuena si la altura entre la base de dicha cavidad y la capa radiante (14) es de $\lambda/4$. Dicha λ es
10 diferente dependiendo de la frecuencia, por lo que la única diferencia entre ambas cavidades es su altura. En el caso de la cavidad Rx, la altura es de 3,88 mm ($\lambda \sim 20$ GHz) y en el caso de la TX 2,45 mm ($\lambda \sim 30$ GHz).

Por último, la antena según la presente invención
15 comprende una capa radiante (14) dispuesta encima de la red de distribución. La capa radiante presenta una pluralidad de aperturas radiantes (22, 24), estando cada apertura radiante situada encima de una cavidad (10, 12) correspondiente para la transmisión o recepción de una señal a la banda de
20 frecuencia correspondiente a la cavidad dada.

En la figura 4 puede verse una capa radiante (14) según la realización preferida de la presente invención. En este caso, la capa radiante presenta aperturas radiantes de mayor tamaño (22) dispuestas sobre las cavidades de banda de
25 frecuencia Rx y aperturas radiantes de menor tamaño (24) dispuestas sobre las cavidades de banda de frecuencia Tx.

Tal como puede apreciarse en esta figura, las cavidades Rx y las cavidades Tx se encuentran dispuestas de manera alternante entre sí. Gracias a esta disposición, la distancia
30 entre el centro de una apertura radiante (22, 24) hasta el centro de la siguiente apertura (22, 24) de igual tamaño es de 24 mm en la dirección longitudinal y de 12 mm en la

dirección transversal.

Por otro lado se tiene:

- λ_0 a la frecuencia Rx (20,45 GHz) = 14,7 mm

- λ_0 a la frecuencia Tx (30 GHz) = 10 mm.

5 Por tanto, las aperturas radiantes de mayor tamaño (22) (aperturas radiantes Rx) están situadas a una distancia de $0,816 \cdot \lambda_0$ en el eje Y, y de $1,63 \cdot \lambda_0$ en el eje X. Esto es no resulta crítico ya que el propio diagrama de radiación de la apertura, al tener un nulo en esa dirección, suprime lo
 10 suficiente los lóbulos de difracción que aparecerían en ese corte.

Sin embargo, en el caso de las aperturas radiantes de menor tamaño (24) (aperturas radiantes Tx) puede surgir un problema. En este caso, la distancia entre aperturas
 15 radiantes Tx es de $1,2 \cdot \lambda_0$ en el eje Y, y de $2,4 \cdot \lambda_0$ en el eje X. Tal como puede apreciarse, si no se introduce ninguna variación en este diseño los lóbulos de difracción en el eje X serán muy notables.

En la figura 5 se muestra una solución a este problema.
 20 En primer lugar se disponen las aperturas radiantes (22, 24) en forma de bocinas. De este modo se obtiene una mayor directividad de cada apertura radiante y por tanto se reducen los mencionados lóbulos. En segundo lugar, se dispone sobre cada apertura radiante de menor tamaño (24) (aperturas
 25 radiantes Tx) una capa de metal (26) (por ejemplo, de cobre) que presenta a su vez ranuras (28), preferiblemente cuatro ranuras (28). De este modo se reducen los lóbulos de difracción que aparecerían en los cortes diagonales ($\theta = \pm 63^\circ$).

30 En la figura 6 se muestra una sección transversal de la antena de la figura 5. En esta figura puede apreciarse mejor la diferencia de altura entre las cavidades de recepción (Rx)

y de transmisión (Tx). También se aprecia la forma de bocinas de las distintas aperturas radiantes (22, 24) así como la capa de metal (26) dispuesta sobre las aperturas Tx.

5 A parte de la solución mostrada en las figuras 5 y 6, también pueden aplicarse otras soluciones para disminuir los lóbulos de difracción en el eje X, como por ejemplo mediante el uso de superestratos, lentes planas encima de las aperturas radiantes.

10 Por tanto, la presente invención da a conocer una antena que no solo puede recibir y transmitir la señal simultáneamente, sino que además lo hace utilizando guías de hueco (GW, Gap Waveguide), lo cual supone una gran solución por su versatilidad para el ensamblado y sus grandes posibilidades a partir de la banda de milimétricas. Además,
15 esta tecnología presenta una serie de ventajas intrínsecas, tales como fácil ensamblado, bajas pérdidas, etc.

Así, algunas de las ventajas que puede suponer la presente antena con respecto a la técnica anterior son la reducción de costes de fabricación y la obtención de una
20 antena de bajo perfil, ligera y más compacta.

Aunque se ha descrito la presente invención con referencia a algunas realizaciones preferidas de la misma, el experto en la técnica apreciará que pueden implementarse variaciones y modificaciones a dichas realizaciones sin por
25 ello apartarse del alcance de protección definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Antena de frecuencia dual para transmisión (Tx) y recepción (Rx), que comprende:
 - 5 - una red de distribución de señal constituida por una cama de pines (16) que permite la distribución de señales a través de la misma a dos bandas de frecuencia;
 - 10 - una pluralidad de cavidades coaxiales hasta las que llega dicha red de distribución de señal, en la que una parte de dicha pluralidad de cavidades coaxiales son cavidades de banda de frecuencia baja (10) (cavidades Rx) y otra parte de dicha pluralidad de cavidades coaxiales son cavidades de banda de frecuencia alta (12) (cavidades Tx); y
 - 15 - una capa radiante (14) dispuesta encima de la red de distribución, presentando la capa una pluralidad de aperturas radiantes (22, 24), estando cada apertura radiante situada encima de una cavidad (10, 12) correspondiente para la transmisión o recepción de una señal a la banda de frecuencia correspondiente a la cavidad dada.
 - 20
2. Antena según la reivindicación 1, caracterizada por que la pluralidad de cavidades coaxiales está compuesta por una primera mitad de cavidades de banda de frecuencia baja (10) (cavidades Rx) y por una segunda mitad de cavidades de banda de frecuencia alta (12) (cavidades Tx).
- 25
3. Antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la red de distribución está compuesta por una combinación de guiaondas de cresta (18) (RGW) y guiaondas de surco (20) (GGW).
- 30
4. Antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las cavidades de banda

de frecuencia Rx y las cavidades de banda de frecuencia Tx están dispuestas de manera alternante entre sí.

5. Antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las cavidades se producen reduciendo la altura de uno de los pines de la cama de pines (16) de la red de distribución, en la que además las cavidades de banda de frecuencia Rx presentan un rebaje con respecto a la base de la cama de pines (16) y las cavidades de banda de frecuencia Tx presentan un resalte con respecto a la base de la cama de pines (16).
6. Antena según la reivindicación 5, caracterizada por que los pines de la cama de pines (16) tienen una sección cuadrada de 1 mm de lado, y además las cavidades de banda de frecuencia Rx presentan una longitud de 5 mm, una anchura de 3 mm, una altura desde la base de la cavidad hasta la capa radiante (14) de 3,88 mm y una altura del pin central rebajado de 2,18 mm.
7. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 5 y 6, caracterizada por que los pines de la cama de pines (16) tienen una sección cuadrada de 1 mm de lado, y además las cavidades de banda de frecuencia Tx presentan una longitud de 5 mm, una anchura de 3 mm, una altura desde la base de la cavidad hasta la capa radiante (14) de 2,45 mm y una altura del pin central rebajado de 1,15 mm.
8. Antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la banda de frecuencia Rx está comprendida entre 19,7 GHz y 21,2 GHz.
9. Antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la banda de frecuencia Tx está comprendida entre 29,5 GHz y 31 GHz.
10. Antena según cualquiera de las reivindicaciones

anteriores, caracterizada por que la capa radiante (14) presenta aperturas radiantes de mayor tamaño (22) dispuestas sobre las cavidades de banda de frecuencia Rx y aperturas radiantes de menor tamaño (24) dispuestas sobre las cavidades de banda de frecuencia Tx.

5

11. Antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las cavidades de banda de frecuencia Rx y las cavidades de banda de frecuencia Tx, y por tanto las aperturas radiantes correspondientes a cada tipo de cavidad, están dispuestas de manera alternante entre sí.

10

12. Antena según la reivindicación 11, caracterizada por que la distancia entre el centro de una apertura hasta el centro de la siguiente apertura de igual tamaño en la dirección longitudinal es de 24 mm.

15

13. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, caracterizada por que la distancia entre el centro de una apertura hasta el centro de la siguiente apertura de igual tamaño en la dirección transversal es de 12 mm.

20

14. Antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las aperturas de la capa radiante (14) están en forma de bocinas.

25

15. Antena según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizada por que sobre cada apertura radiante de menor tamaño (24) se dispone una capa de metal (26) que presenta a su vez ranuras (28).

16. Antena según la reivindicación 15, caracterizada por que la capa de metal (26) sobre cada apertura radiante de menor tamaño (24) presenta cuatro ranuras (28).

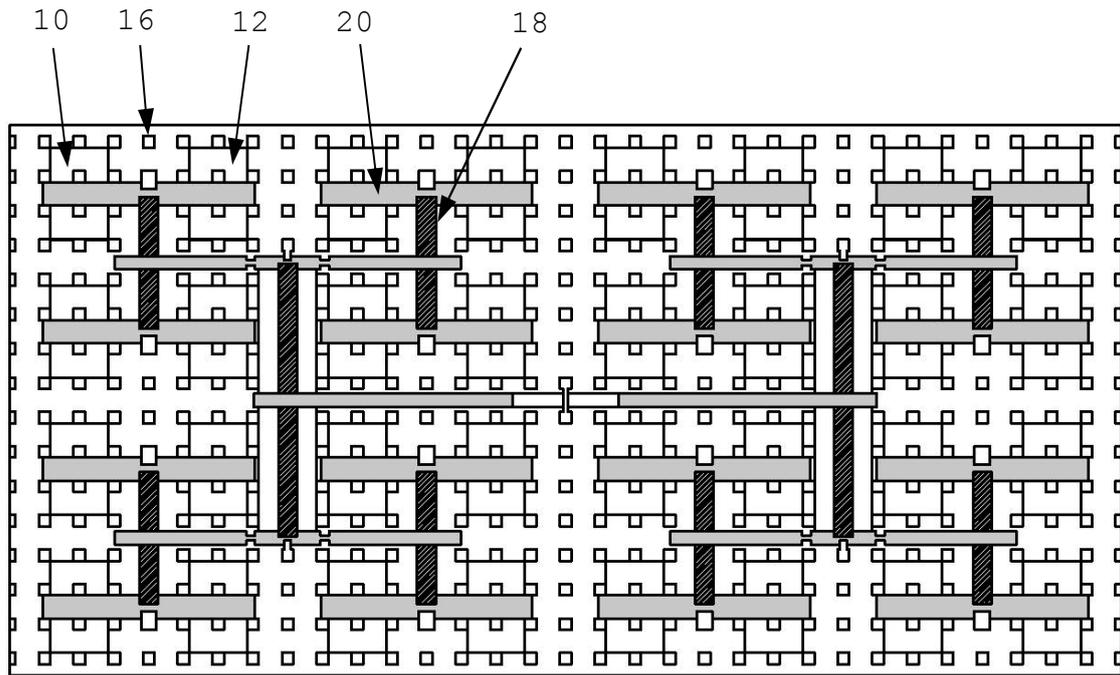


FIG. 1

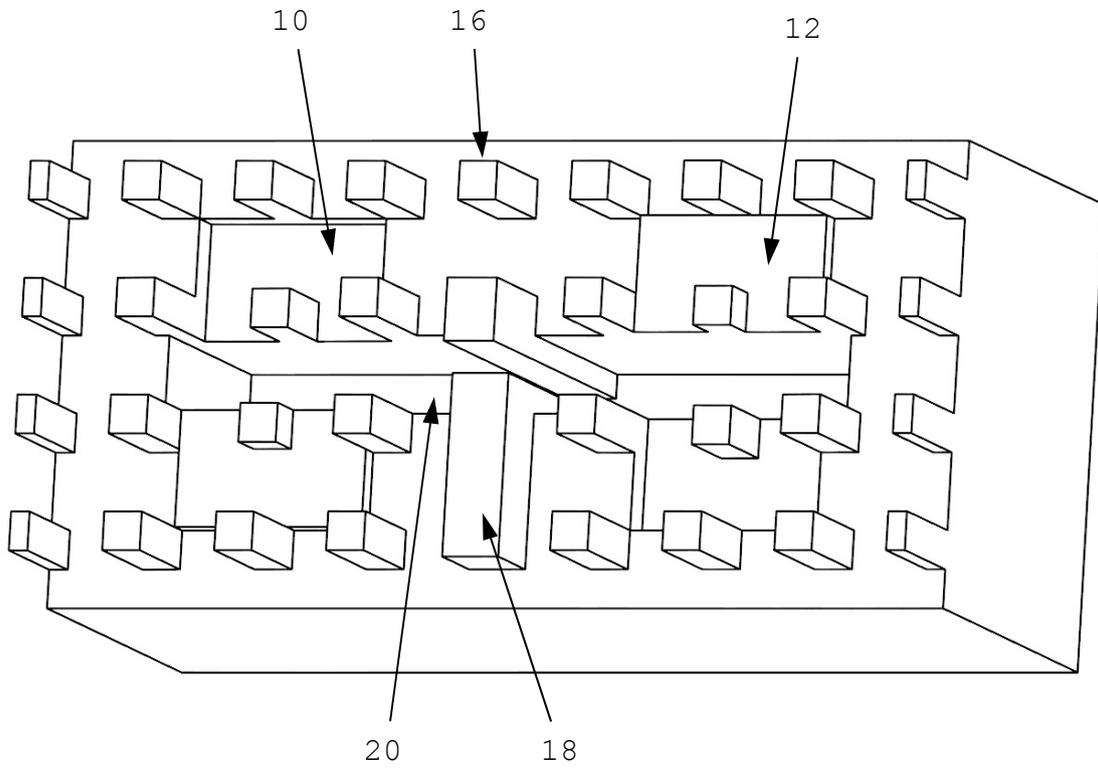


FIG. 2

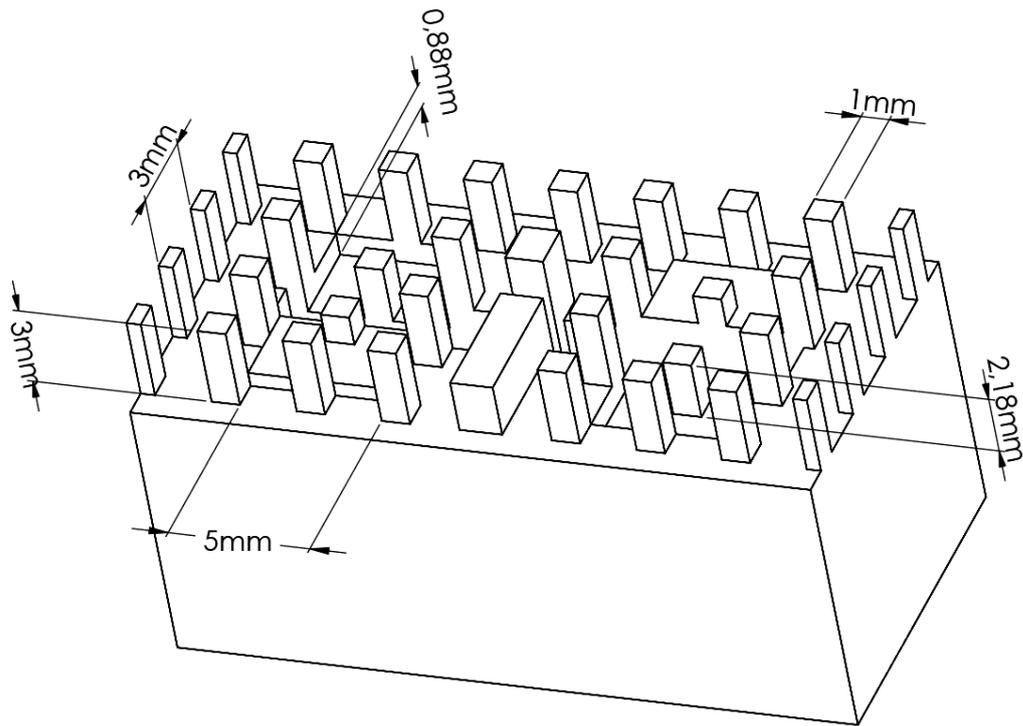


FIG. 3A

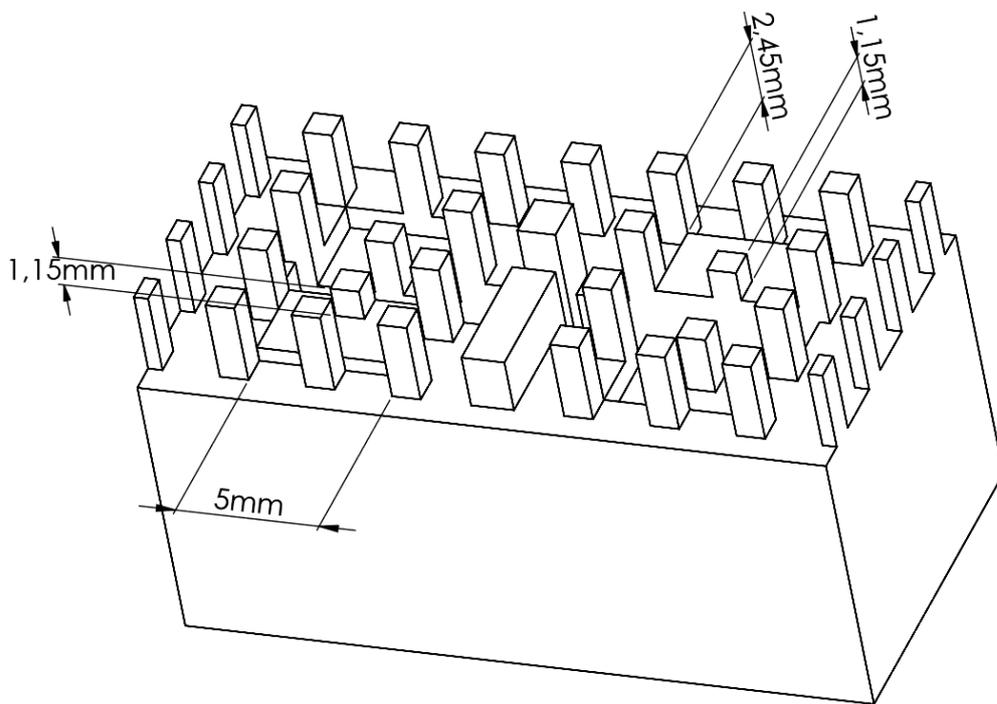


FIG. 3B

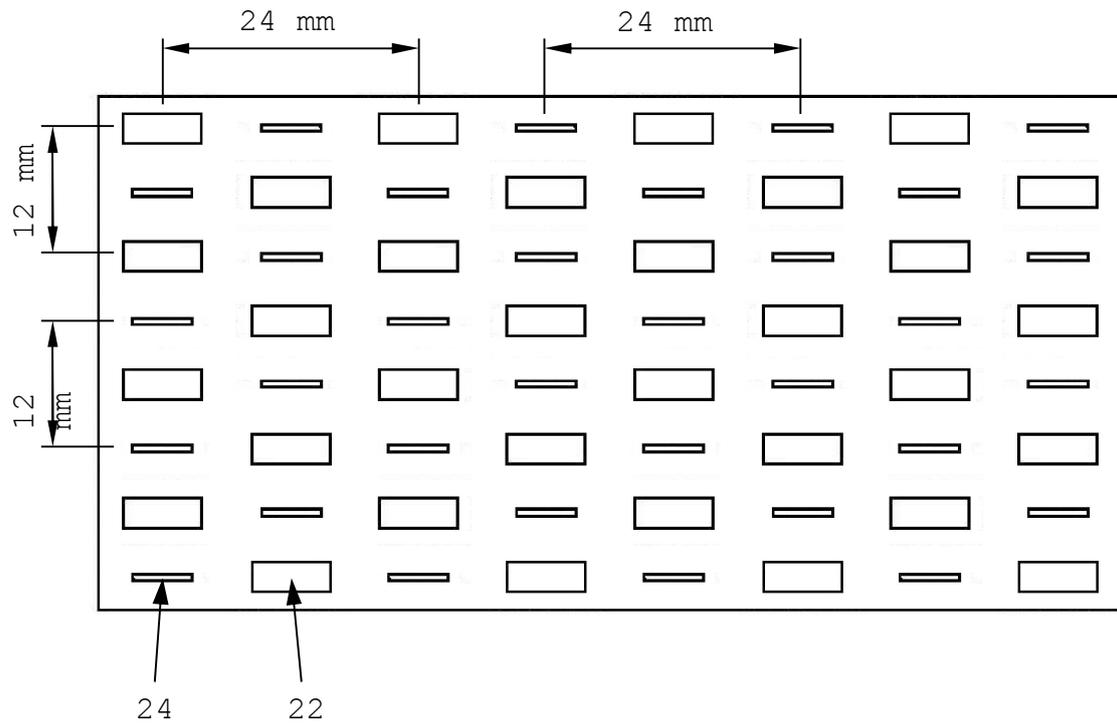


FIG. 4

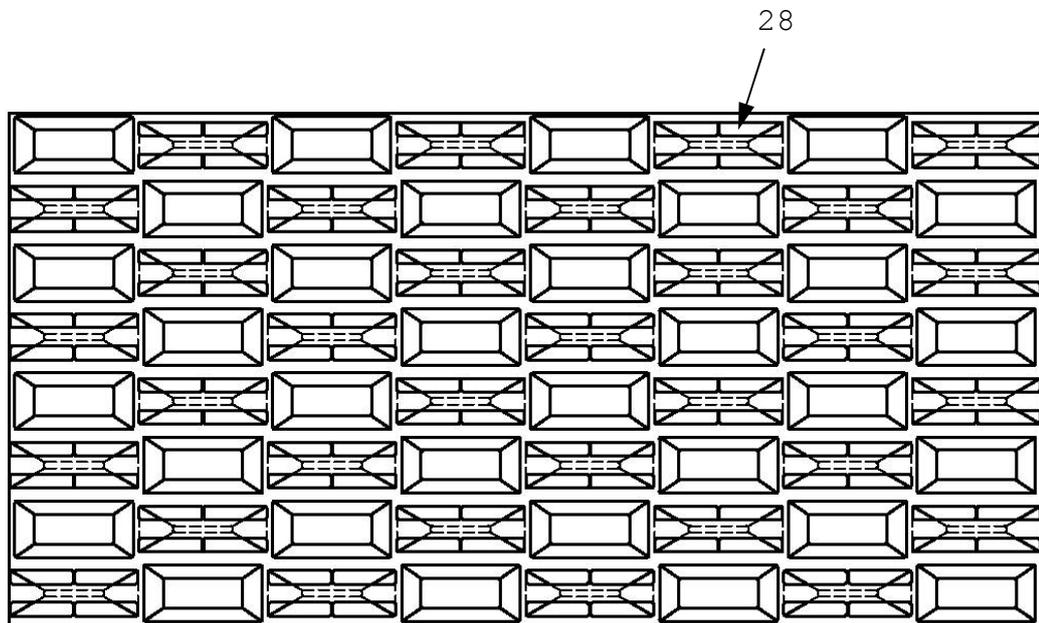


FIG. 5

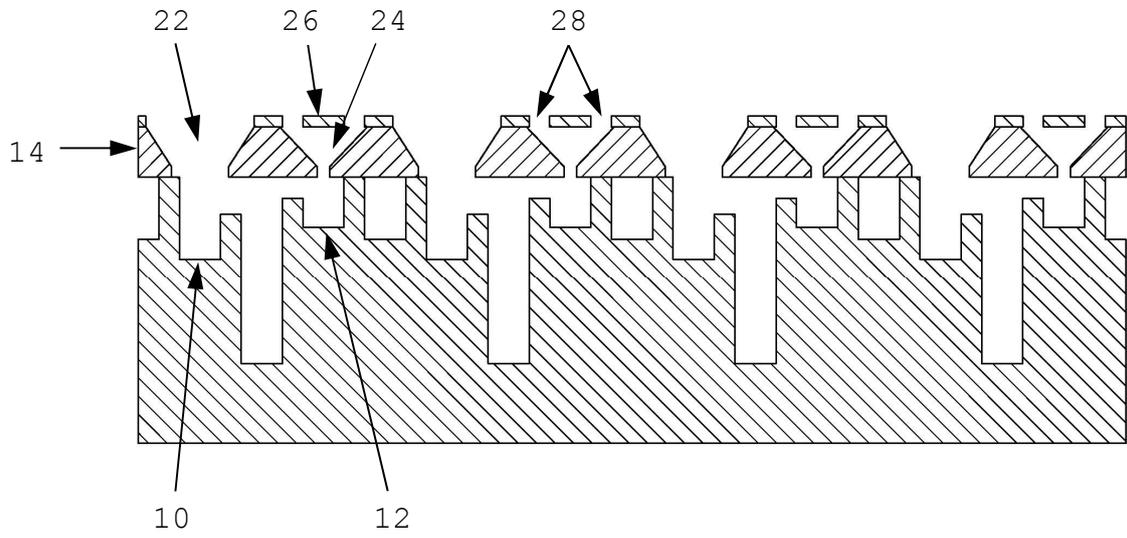


FIG. 6



- ②¹ N.º solicitud: 201731194
 ②² Fecha de presentación de la solicitud: 10.10.2017
 ③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **H01Q21/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	FERRANDO-ROCHER MIGUEL et al. New feeding network topologies for high-gain single-layer slot array antennas using gap waveguide concept. 2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP), 20170319 Euraap. , 19/03/2017, Páginas 1654 - 1657, XP033097253 < doi:10.23919/EuCAP.2017.7928169>	1-16
A	TALEPOUR Z et al. A K-band planar slot array antenna on a single layer ridge gap waveguide. 2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP), 20170319 Euraap. , 19/03/2017, Páginas 1685 - 1689, XP033097846 < doi:10.23919/EuCAP.2017.7928739>	1-16

Categoría de los documentos citados

- X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

- O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

<p>Fecha de realización del informe 19.01.2018</p>	<p>Examinador J. Botella Maldonado</p>	<p>Página 1/2</p>
---	---	------------------------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01Q

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.