

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 546**

51 Int. Cl.:

H01Q 21/00 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

H01P 5/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2016 E 16151280 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 3048669**

54 Título: **Antena formada a partir de placas y procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

15.01.2015 IL 23673915

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

23.11.2017

73 Titular/es:

**MTI WIRELESS EDGE LTD. (100.0%)
11 Hamelacha Street, AFEK Industrial Park
4809121 Rosh Ha'ayin, IL**

72 Inventor/es:

SARAF, ISRAEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 643 546 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 formada a partir de placas y procedimiento de fabricación

Campo de la presente divulgación

La presente invención versa, en general, sobre antenas y, más en particular, sobre conjuntos de antena.

5 **Antecedentes de la presente divulgación**

La tecnología de antenas del estado de la técnica incluye la descrita en los siguientes documentos de patente: US 20130120205; US 20130321229; US4743915; US 4783663; US5243357; US 5568160; US 6034647; US 6563398; US 6897824; US 7564421; US8558746; WO2013089456A1; y US4743915 a Rammos (Philips). Se conoce por el documento US2006158382 un conjunto de antenas de bocina de guía de ondas con una primera red de alimentación que tiene uniones del plano E y una segunda red de alimentación aparte que tiene uniones del plano H.

Sumario de ciertas realizaciones

15 Ciertas realizaciones de la presente invención buscan proporcionar una configuración de conjunto de antenas con divisores del plano H entre extremos de una red de alimentación y elementos radiantes, por ejemplo, bocinas, para reducir, de ese modo, la distancia entre los centros de las bocinas a menos de una longitud de onda, lo que tiene como resultado un mejor nivel de lóbulo lateral.

20 Ciertas realizaciones de la presente invención buscan fabricar placas superior e inferior que constituyen conjuntamente una antena, normalmente cada placa en una única operación, dividiendo las guías de ondas de la red de alimentación en el centro, en el que no hay corrientes cruzadas, de forma que no se altere la propagación en la red de alimentación. Una ventaja de ciertas realizaciones es que la propagación en la red de alimentación permanece inalterada aunque las dos mitades de las guías de ondas no estén en contacto entre sí y en cambio estén unidas entre sí, generando una separación no nula entre las mismas. Por ejemplo, las dos placas de la antena pueden estar fijadas entre sí únicamente mediante tornillos, en vez de soldar las placas entre sí.

25 Según ciertas realizaciones de la presente invención, los elementos radiantes, los divisores del plano H y la mitad superior de la red de alimentación están fabricados en una placa sin rebajos, simplificando, por lo tanto, la fabricación de la placa que puede formarse, por ejemplo, utilizando una máquina sencilla de moldeo o una máquina CNC de 3 ejes. Las piezas con rebajos requieren una pieza adicional para el molde y aumentan el coste de la pieza moldeada.

Las siguientes expresiones pueden interpretarse bien según cualquier definición de las mismas que aparezca en la bibliografía de la técnica anterior o bien según la memoria, o como sigue:

30 **Guía de ondas** - tubo hueco metálico que puede tener un perfil (sección transversal) rectangular o elíptico u ovalado utilizado para transportar ondas electromagnéticas desde una abertura del tubo hasta otra.

Frecuencia de corte: la frecuencia correspondiente a una longitud de onda de $2a$, dada una guía rectangular de ondas con dimensiones $a \times b$, en la que $a > b$, por ejemplo, según se muestra en la Fig. 1a. Esto se debe a que tal guía de ondas puede transmitir señales cuyas longitudes de onda satisfacen $\frac{\lambda}{2} < a$, en la que "a" es la mayor dimensión en sección transversal.

35 **Guía de ondas de dos placas** - la guía de ondas puede estar fabricada a partir de dos placas de cualquier forma adecuada, por ejemplo, cortando canales en las dos placas conductoras y fijando luego las placas, por ejemplo, según se muestra en la Fig. 1b.

40 **Guía de ondas con orientación en el plano E** - una guía de ondas hecha de dos piezas conductoras en la que la pared estrecha de la guía de ondas "b" es paralela a las placas conductoras. Tal configuración permite que se divida la guía de ondas entre las placas, de forma que la línea de división no cruce líneas de corriente eléctrica según se explica en la presente memoria y/o según se conoce en la técnica.

45 **Red de alimentación de la guía de ondas con orientación E:** una red plana de alimentación que incluye divisores del plano E interconectados por secciones de guía de ondas. La orientación de la guía de ondas es tal que la dimensión corta de la sección transversal "b" de la guía de ondas es paralela al plano de la red de alimentación.

Divisor del plano E - un divisor de potencia de la guía de ondas en el que se conecta el ramal de entrada con la pared larga "a" de la guía de ondas, por ejemplo, según se muestra en la Fig. 2a. En un divisor del plano E, las fases de la onda en las salidas del divisor son opuestas.

50 **Divisor del plano H** - un divisor de potencia de la guía de ondas en el que se conecta el ramal de entrada con la pared corta "b" de la guía de ondas, por ejemplo, según se muestra en la Fig. 2b. En un divisor del plano H, las fases de la onda en las salidas del divisor son idénticas.

55 **Elemento radiante:** un componente con una entrada y una salida en el que la entrada está conectada con un componente anterior y se abre la salida a un espacio libre, irradiando, por lo tanto, energía al espacio. El elemento radiante puede comprender, por ejemplo: antenas pequeñas de bocina, guías rectangulares de ondas

con un extremo abierto al espacio, guías circulares o hexagonales de ondas con un extremo abierto al espacio, etcétera.

5 **Red de alimentación:** componentes de un conjunto de antenas que, en una antena de transmisión, alimentan ondas de radio procedentes de la entrada de antena al conjunto de elementos radiantes (que funcionan como elementos de transmisión) o, en una antena de recepción, captan las ondas entrantes de radio de los diversos elementos radiantes en el conjunto (que funcionan como elementos de recepción), y cierta radiación de todos los elementos de ese tipo en la "entrada" (que en una antena de recepción funciona como una salida) de la antena.

Rebajo: una característica que no puede ser moldeada utilizando solo un único molde de tracción.

Por lo tanto, la presente invención incluye, normalmente, al menos las siguientes realizaciones:

10 Realización 1: un aparato de antena para transmitir/recibir radiación electromagnética que define una longitud de onda, comprendiendo el aparato:

al menos una placa inferior mecanizada; y
al menos una placa superior mecanizada que incluye:

15 una capa de elementos radiantes que incluye un conjunto de elementos radiantes, teniendo cada uno un centro, en el que la distancia entre los centros de los elementos adyacentes en el conjunto es menor que una longitud de onda; y

una capa divisoria del plano H por debajo de la capa de elementos radiantes y que incluye divisores del plano H teniendo cada uno una entrada del divisor del plano H enfrentada a la placa inferior y un par de salidas del divisor del plano H que conectan, respectivamente, el divisor del plano H con un par de los elementos radiantes, y

20 una capa de red de alimentación con orientación E que tiene una entrada y que comprende:

divisores del plano E configurados para recibir la onda procedente de la entrada de la red de alimentación y que definen múltiples salidas de la red de alimentación, conectando una entrada individual del divisor del plano H divisores individuales de los divisores del plano H con salidas respectivas de entre las múltiples salidas de la red de alimentación para permitir, de ese modo, que los divisores del plano H dividan la radiación electromagnética que se propaga desde la entrada de la red de alimentación hasta los elementos radiantes, y formándose cada divisor del plano E de mitades primera y segunda que se incluyen en las placas superior e inferior, respectivamente; y

30 secciones huecas (por ejemplo, rectangulares) de guía de ondas configuradas para interconectar los divisores del plano E, por ejemplo, configurados para conectar una salida de un divisor del plano E con una entrada de un divisor subsiguiente del plano E, y que incluyen mitades primera y segunda que están dispuestas en lados respectivos de un plano de bisección paralelo a la dimensión más corta en sección transversal de la guía de ondas y que se incluyen en las placas inferior y superior, respectivamente.

35 Realización 2. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la capa de elementos radiantes, la capa divisoria del plano H y la capa de red de alimentación con orientación E están formadas únicamente por dos placas mecanizadas.

Realización 3. Un aparato según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la capa de elementos radiantes, la capa divisoria del plano H y la capa de red de alimentación con orientación E están formadas mediante el moldeo por inyección de dos placas mecanizadas.

40 Realización 4. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la capa de elementos radiantes, la capa divisoria del plano H y la capa de red de alimentación con orientación E están formadas mediante el moldeo por inyección de únicamente dos placas mecanizadas.

45 Realización 5. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que los divisores del plano E están dispuestos para formar una red paralela de alimentación que define un árbol binario que comprende capas de divisores, dividiendo cada divisor en una capa n una salida de un divisor en la capa (n-1) del árbol.

Realización 6. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la al menos una placa superior mecanizada comprende una placa central y una placa más superior, y en el que:

50 se incluye la capa de elementos radiantes en la placa más superior;
se incluyen las porciones primera y segunda de la capa divisoria del plano H en las placas central y más superior, respectivamente; y
se incluyen las mitades primera y segunda de la guía hueca rectangular de ondas en las placas central e inferior, respectivamente; y
se incluye cada una de las mitades primera y segunda de los divisores del plano E en las placas central e inferior, respectivamente.

- Realización 7. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que no hay un rebajo en la placa inferior.
- 5 Realización 8. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que al menos uno de los divisores del plano E tiene salidas primera y segunda y está diseñado para dividir la potencia de manera desigual entre las salidas primera y segunda.
- Realización 9. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que los recorridos desde la entrada de la red de alimentación hasta cada una de las salidas tienen una longitud idéntica, de forma que las fases en todas las múltiples salidas de la red de alimentación sean idénticas.
- 10 Realización 10. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la capa de red comprende un árbol binario completo.
- Realización 11. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que las placas pueden estar atornilladas, en vez de estar soldadas entre sí.
- Realización 12. Un procedimiento para fabricar una antena para transmitir/recibir radiación electromagnética que define una longitud de onda y que comprende:
- 15 proporcionar una guía hueca de ondas hecha de mitades primera y segunda de guía de ondas que están dispuestas en lados respectivos de un plano de bisección dispuesto en paralelo a la dimensión más corta en sección transversal de la guía de ondas, en el que dicha provisión incluye:
- 20 la formación de la primera mitad de la guía hueca de ondas a partir de al menos una placa inferior mecanizada; y la formación de la segunda mitad de la guía hueca de ondas a partir de al menos una placa superior mecanizada; en el que el procedimiento comprende, además:
- 25 la formación de una capa de elementos radiantes que incluye un conjunto de elementos radiantes, teniendo cada uno un centro, en el que la distancia entre los centros de los elementos adyacentes en el conjunto es menor que una longitud de onda; la formación de una capa de red de alimentación con orientación E que comprende:
- 30 divisores del plano E operativos para recibir la onda electromagnética procedente de una entrada de antena y que definen múltiples salidas de la red de alimentación, en el que cada divisor del plano E está compuesto por mitades primera y segunda que están incluidas en las placas superior e inferior, respectivamente; y secciones de guía de ondas que interconectan los divisores del plano E; y
- la formación, en la placa superior, de una capa divisoria del plano H por debajo de la capa de elementos radiantes y que incluye divisores del plano H, teniendo cada uno una entrada del divisor del plano H enfrentada a la placa inferior y un par de salidas del divisor del plano H que conectan, respectivamente, el divisor del plano H con un par de los elementos radiantes.
- 35 Realización 13. Un procedimiento según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la formación se lleva a cabo mediante una máquina de moldeo.
- Realización 14. Un procedimiento según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la formación se lleva a cabo por medio de una máquina CNC de 3 ejes.
- 40 Realización 15. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que no hay un rebajo en la placa superior.
- Realización 16. Un aparato de antena según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la placa superior mecanizada está unida con la placa inferior mecanizada.
- Realización 17. Un procedimiento según cualquiera de las realizaciones precedentes, en el que la placa superior mecanizada está unida con la placa inferior mecanizada.
- 45 Se apreciará que las secciones de guía de ondas no necesitan tener una longitud uniforme; por ejemplo, las longitudes de las secciones de guía de ondas pueden estar configuradas para generar una inclinación del haz según se conoce en la técnica.
- Las realizaciones a las que se ha hecho referencia anteriormente, y otras realizaciones, se describen en detalle en la siguiente sección.

Cualquier marca registrada que aparezca en el texto o en los dibujos es la propiedad de su propietario y únicamente aparece en la presente memoria para explicar o ilustrar un ejemplo de cómo se puede implementar una realización de la invención.

5 No es preciso que los elementos enumerados por separado en la presente memoria sean componentes diferenciados y, de manera alternativa, pueden ser la misma estructura. Se pretende que una declaración de que puede existir un elemento o característica incluya (a) realizaciones en las que existe el elemento o la característica; (b) realizaciones en las que no existe el elemento o la característica; y (c) realizaciones en las que el elemento o la característica existe de manera selectiva, por ejemplo, un usuario puede configurar o seleccionar si el elemento o la característica existe o no.

10 **Breve descripción de los dibujos**

Se ilustran ciertas realizaciones de la presente invención en los siguientes dibujos:

- La Fig. 1 a es una vista isométrica esquemática de una guía de ondas que muestra corrientes eléctricas a lo largo de las paredes de la guía de ondas, generadas por una onda electromagnética que se propaga a través de la guía de ondas.
- 15 La Fig. 1b es una vista isométrica esquemática de un aparato de guía de ondas en el que el corte es paralelo al campo E, estando formado el aparato por dos placas.
- La Fig. 2a es un dibujo esquemático de un divisor ejemplar del plano E.
- La Fig. 2b es un dibujo esquemático de un divisor ejemplar del plano H.
- La Fig. 3 es una vista superior de una red ejemplar de alimentación del plano E.
- 20 La Fig. 4a es una vista superior despiezada en perspectiva de una antena formada por dos placas.
- La Fig. 4b es una vista inferior despiezada en perspectiva de una antena formada por dos placas.
- La Fig. 5 es una vista isométrica recortada de una antena formada por dos placas.
- La Fig. 6a es una vista en sección transversal de una antena formada por dos placas.
- La Fig. 6b es una vista en sección transversal de una antena formada por tres placas.
- 25 La Fig. 7a es una vista isométrica superior despiezada de un conjunto de antenas formado por dos placas.
- La Fig. 7b es una vista inferior isométrica despiezada de un conjunto de antenas formado por dos placas.

En los dibujos, las líneas negras pueden denotar una transición entre sustratos conductores y espacios vacíos.

Descripción detallada de ciertas realizaciones

30 La Fig. 1a muestra corrientes a lo largo de las paredes de una guía de ondas, generadas por una onda electromagnética que se propaga a lo largo de la guía de ondas. Cada flecha representa la dirección de la corriente; las Figuras 3b - 7b ilustran una construcción de antena según ciertas realizaciones de la presente invención.

Según se muestra en las Figuras 4a, 4b, 5, la antena comprende, normalmente, dos placas superior e inferior 10 y 20. Normalmente, la placa inferior incluye la mitad inferior de las guías (110) de ondas de la red de alimentación y la placa superior incluye elementos radiantes 30, divisores 40 del plano H, y la mitad superior de las guías (120) de ondas de la red de alimentación.

Normalmente, cada salida (100) de la red de alimentación únicamente se conecta con dos elementos radiantes y, en general, los anteriores tres elementos (30, 40, y 120), en la placa superior, están diseñados de forma que no contengan rebajos para facilitar su fabricación en una única placa utilizando una máquina sencilla de moldeo o una máquina CNC de 3 ejes.

40 Normalmente, no hay un rebajo en la placa inferior.

En la antena completada, las dos placas mecanizadas están, normalmente, unidas de manera adecuada.

Según ciertas realizaciones, exactamente la mitad de una guía de ondas está formada por una placa y la otra mitad está formada por otra placa. Según ciertas realizaciones, se obtiene la división en mitades biseccionando la dimensión mayor "a" de la guía de ondas.

45 Una ventaja particular de fabricar exactamente la mitad de la guía de ondas a partir de una placa y la otra mitad a partir de otra placa, en la que se obtiene la división en mitades biseccionando la dimensión mayor de la guía de ondas, es que la línea 130 de división no cruza ninguna corriente como es evidente, por ejemplo, en la fig. 1a; no altera el avance de la onda a lo largo de la guía de ondas, debido a que las corrientes adyacentes a la línea de división son paralelas a la dirección de propagación de la onda, por consiguiente, a la línea de división. Por lo tanto, las dos placas no necesitan estar soldadas entre sí (dado que no es necesario garantizar que la separación entre las dos placas sea nula). En cambio, las dos placas pueden, por ejemplo, atornillarse entre sí de forma sencilla, a pesar de la separación resultante (digamos) de 0,1 mm entre las placas (por ejemplo, según se indica mediante los agujeros 77 de tornillo mostrados en la Fig. 7b, cuyas ubicaciones, por supuesto, no se pretende que sean limitantes). Otros procedimientos de unión pueden ser la soldadura a alta temperatura, la soldadura a baja temperatura y la unión por láser. Esto es ventajoso, por ejemplo, debido a que la soldadura a baja temperatura

puede ser más costosa con respecto a tornillos, por lo tanto, su eliminación reduce el coste de fabricación por pieza de la antena. Además, la soldadura a alta temperatura o la soldadura a baja temperatura podría causar una distorsión en las placas, debida a los efectos de calentamiento.

5 Según ciertas realizaciones, se proporciona un conjunto de antenas para transmitir/ recibir radiación electromagnética que define una longitud de onda, comprendiendo el conjunto:

al menos una placa inferior mecanizada 10 y al menos una placa superior mecanizada 20 que se une, normalmente, con la placa inferior mecanizada. La placa superior 20 puede incluir:

10 una capa de elementos radiantes que incluye un conjunto de elementos radiantes 30, teniendo cada uno un centro 35, siendo menor que una longitud de onda la distancia entre los centros de elementos adyacentes 30 en conjunto; y

una capa divisoria del plano H, por debajo de la capa de elementos radiantes, que incluye divisores 40 del plano H, teniendo cada uno una entrada 45 del divisor del plano H enfrentada a la placa inferior y un par de salidas 50 del divisor del plano H que conectan, respectivamente, el divisor 40 del plano H con un par de elementos radiantes 30.

15 Una capa 60 de red de alimentación con orientación E puede comprender:

a. Secciones de guía hueca rectangular 70 de ondas que incluyen mitades primera y segunda 110, 120 que están dispuestas en lados respectivos de un plano 130 de bisección paralelo a la dimensión más corta en sección transversal de la guía de ondas y paralelo a la dirección de propagación de la onda y que están incluidas en las placas inferior y superior, respectivamente; y

20 b. Divisores 90 del plano E que reciben una onda que sale de la guía de ondas y que definen múltiples salidas 100 de red de alimentación, conectando una entrada individual 45 del divisor del plano H divisores individuales de los divisores del plano H con salidas respectivas entre las múltiples salidas 100 de red de alimentación para permitir, de ese modo, que los divisores del plano H dividan la radiación electromagnética que se propaga desde la entrada 80 de red de alimentación hasta los elementos radiantes 30.

25 Normalmente, cada divisor 90 del plano E está formado por mitades primera y segunda que están incluidas en las placas inferior y superior 10, 20, respectivamente.

30 Según algunas realizaciones, por ejemplo, según se muestra en las Figuras 4a - 4b, se proporcionan exactamente dos placas mecanizadas: una placa inferior 10, y una única placa superior 20. Se incluyen elementos radiantes 30, divisores 40 del plano H y la mitad superior 120 de la red 60 de alimentación en la placa superior 20, y la mitad inferior 110 de red 60 de alimentación (secciones 70 de guía de ondas y divisores 90 del plano E) está incluida en la placa inferior 10. Sin embargo, según ciertas realizaciones, por ejemplo, en aplicaciones en las que es importante garantizar que cada placa mecanizada tenga una forma particularmente sencilla, puede haber dos placas superiores - una placa central adyacente a la placa inferior y una placa más superior sobre la placa central, de forma que la antena incluya un total de tres placas mecanizadas (inferior, central, más superior). Normalmente, en este caso, por

35 ejemplo, según se muestra en la Fig. 6b, la placa inferior 20 incluye mitad de la red 60 de alimentación como en la realización de una única placa superior, la placa central 21 incluye mitad de la red 60 de alimentación y una mitad inferior de la capa divisoria del plano H, y la placa 22 más superior incluye una mitad superior de los divisores del plano H y la capa de elementos radiantes.

Ahora, se describen con detalle componentes de la antena, según diversas realizaciones:

40 la red de alimentación, por ejemplo, según se muestra en la Fig. 3, tiene normalmente una entrada 80 y múltiples salidas 100. La red 60 de alimentación incluye, normalmente, divisores 90 del plano E y secciones rectangulares 70 de la guía de ondas interconectándolos según se muestra.

45 La orientación de las guías de ondas de la red 60 de alimentación comprende, normalmente, una "orientación en el plano E" en la que la dimensión más corta en sección transversal de la guía rectangular 70 de ondas es paralela al plano de red de alimentación.

El uso de la orientación del plano E para las guías de ondas de la red 60 de alimentación puede tener una o más de las siguientes ventajas:

50 a. La capacidad de dividir la guía 70 de ondas en dos placas 10, 20 sin cruzar los recorridos de corriente eléctrica en las paredes de la guía de ondas. Cuando dividimos la guía 70 de ondas de manera equitativa entre las dos placas según se muestra en la fig 1b, la línea 130 de división es paralela a las corrientes eléctricas —por lo tanto, no las cruza— que discurren a lo largo de las paredes de la guía de ondas según se ilustra en la fig. 1a; por lo tanto, no altera la onda según se propaga a través de la guía de ondas. En cambio, en la orientación H la línea de división siempre cruzaría la corriente eléctrica y, por lo tanto, podría alterar la onda según se propaga a través de la guía de ondas. De hecho, la división de la guía 70 de ondas entre las dos placas no altera la onda,

55 incluso si las dos placas de la antena se encuentran meramente cerca entre sí sin hacer contacto realmente

entre sí. Por lo tanto, se pueden unir las dos placas de la antena, por ejemplo mediante tornillos, en vez de soldar a baja temperatura las placas entre sí.

b. Según ciertas realizaciones, la red de alimentación está construida para producir una L1 menor que una longitud de onda y una L2 menor que dos longitudes de onda para lograr una distancia menor que una longitud de onda entre los elementos radiantes adyacentes. Si la guía de ondas es demasiado ancha (b es demasiado grande), entonces, la pared conductora entre los canales de la guía de ondas puede ser tan estrecha que sea extremadamente costosa de producir. Por lo tanto, una ventaja de la red de alimentación del plano E, es que el ancho de la guía que está presente en el plano de la red de alimentación es "b". En cambio, la anchura que está presente en una red del plano H es "a". Por lo tanto, la anchura de la guía de ondas en una red del plano E es la mitad que en una red del plano H. Además, la dimensión b de la guía de ondas no afecta a la frecuencia de corte de la guía de ondas, de forma que b puede ser menor que a/2, por ejemplo, cualquier valor desde 0,1 hasta 0,5a. Al reducir la anchura de las guías de ondas de la red 60 de alimentación, la red 60 de alimentación puede accionar cualquier par de elementos radiantes 30 y tener, aún así, una pared conductora de grosor razonable entre los canales de las guías de ondas. La capacidad para accionar la red de alimentación con cualquier par de elementos radiantes ofrece una opción de utilizar un divisor de 1 a 2 entre red de alimentación y los elementos radiantes. En cambio, con una red de alimentación del plano H, la red de alimentación no puede accionar cualquier par de elementos radiantes, debido a que los canales de la guía de ondas se intersectan entre sí. Por lo tanto, en el caso de una red del plano H, la red de alimentación acciona cualesquiera cuatro elementos radiantes y, entonces, se deben emplear divisores de 1 a 4 entre la red de alimentación y los elementos radiantes.

Una ventaja particular de ciertas realizaciones es el uso de divisores de 1 a 2 entre la red 60 de alimentación y los elementos radiantes 30 en vez de divisores de 1 a 4, por ejemplo, como en las solicitudes de patente estadounidense US20130120205 y US20130321229 de la técnica anterior. La ventaja de utilizar divisores de 1 a 2, es que los divisores de 1 a 2 con los elementos radiantes y el lado superior de la red de alimentación no contienen rebajos, por lo que se pueden fabricar fácilmente en una placa, por ejemplo, según se muestra en las Figuras 5, 6a. En cambio, los divisores de 1 a 4 con los elementos radiantes y el lado superior de la red de alimentación contienen rebajos que son difíciles de producir en una placa.

Una ventaja particular de ciertas realizaciones es el desplazamiento del punto de conexión entre los divisores 95 del último nivel del plano E hasta la salida 100 de la red de alimentación, con la referencia "s" en la Fig. 3. Como es evidente en la Fig. 3, este desplazamiento afecta directamente al grosor t de la pared. Según disminuye s, las salidas 100 de la red de alimentación se mueven hacia arriba, por lo tanto "t" se vuelve menor. Cuando "s" es cero, por ejemplo, como en la patente estadounidense US4743915 de la técnica anterior, el grosor "t" de la pared se vuelve tan pequeño que se dificulta su fabricación.

Según ciertas realizaciones, la red 60 de alimentación de la Fig. 3 supera el problema de que los divisores del plano E inviertan de manera no deseable la fase de la onda en una de la pluralidad de salidas del divisor 90 del plano E. En la Fig. 3, se representa la dirección del campo eléctrico mediante la orientación de la flecha y se representa la fase mediante las puntas de flecha. Según se muestra, todas las salidas de la red 100 de alimentación (las que se conectan con los divisores del plano H) se encuentran en fase. En la realización ilustrada, todas las flechas que representan, respectivamente, los campos eléctricos en cuatro salidas 100 de la red de alimentación apuntan hacia la izquierda, aunque no se pretende que esto sea limitante. La dirección del campo eléctrico y la fase de todas las demás salidas 100 son idénticas a esas cuatro salidas.

Se puede emplear cualquier dimensión adecuada de red de alimentación y, por lo tanto, la Fig. 3 no está necesariamente a escala. Ejemplo de dimensiones:

Frec. [GHz]/longitud de onda [mm]	11/27,3	30/10	60/5	80/3,75
a [mm]	17	7,5	3,75	2,7
b [mm]	9	2,5	1	0,8
L1 [mm]	23	8,5	4,3	3,2
L2 [mm]	46	17,4	8,8	6,6
D1 [mm] = L1	23	8,5	4,3	3,2
D2 [mm] = L2/2	23	8,7	4,4	3,3
s [mm]	6	3	1,5	1,1
t [mm]	1,5	1,3	1	0,8

Una ventaja particular de la anterior realización es que la distancia entre los elementos adyacentes es menor que una longitud de onda.

De manera opcional, algunos o incluso todos los divisores del plano E pueden dividir la potencia de manera desigual, de forma que una salida obtenga más de la mitad de la potencia en la entrada del divisor, y la segunda salida obtenga menos de la mitad de la potencia de la entrada. De manera alternativa, algunos o incluso todos los divisores del plano E pueden dividir la potencia de manera equitativa, de forma que una salida obtenga exactamente la mitad de la potencia.

Los divisores del plano H, por ejemplo, según se muestra en las Figuras 2b, 6a, tienen, normalmente, una entrada y dos salidas. Cada salida 100 de la red 60 de alimentación está conectada con una entrada 45 del divisor 40 del plano H.

5 Se puede emplear cualquier configuración convencional adecuada del divisor de plano H. Normalmente, se conecta un divisor 40 del plano H con cada salida 100 de la red 60 de alimentación. Se conectan las salidas 50 del divisor 40 del plano H con un par de elementos radiantes 30.

Normalmente, se proporciona un elemento radiante 30 (por ejemplo, una bocina; según se muestra, por ejemplo, en las Figuras 4a, 5, 6a, 7a) para que se conecte con cada salida 50 de los divisores del plano H. Se puede emplear cualquier número adecuado de elementos radiantes 30, por ejemplo, entre 4 y 100000.

10 Normalmente, cada elemento radiante 30 tiene una entrada y una salida. La entrada de cada elemento radiante está conectada con la salida de un divisor del plano H. La salida del elemento radiante 30 irradia la onda al espacio.

15 Normalmente cada una de las distancias D1 y D2 (Fig. 5) entre cada dos elementos radiantes adyacentes 30 a lo largo de las dos dimensiones del conjunto de elementos radiantes, respectivamente, es inferior a una longitud de onda para reducir los niveles de los lóbulos laterales y evitar los lóbulos laterales elevados. Esto se puede lograr, por ejemplo, debido al diseño y a las dimensiones de la red 60 de alimentación, según se muestra en la presente memoria, y/o debido a la presencia de divisores del plano H entre las salidas de la red 60 de alimentación y los elementos radiantes 30, por ejemplo, las bocinas.

20 Los elementos radiantes 30 pueden tener cualquier configuración adecuada: bocina (ahusada), bocina cuadrada, rectangular y pueden tener la misma dimensión que la salida 50 del divisor del plano H, de forma que las superficies del divisor 40 del plano H y de los elementos radiantes sean continuas.

Se describirán ahora con detalle características particulares que se proporcionan según ciertas realizaciones:

según se muestra en la Fig. 1a, el plano 130 de bisección que define las dos mitades de la guía de ondas, bisecciona la dimensión mayor de la sección transversal de la guía de ondas, de forma que no cruce las corrientes eléctricas de la pared de la guía de ondas.

25 En las Figuras 2a y 2b, a, b son las dimensiones de la sección transversal de la guía de ondas. Normalmente, $b=0,26*a$ o un valor más cercano a $0,25*a$ que a $0,5*a$, para ahorrar espacio. Sin embargo, no se pretende que esto sea limitante. Por ejemplo, $b = 0,5*a$ o incluso $0,6*a$ o $0,7*a$ podrían ser relaciones apropiadas, por ejemplo a mayores longitudes de onda. De manera alternativa, b podría ser incluso inferior a $0,26*a$, por ejemplo, $0,1*a$.

30 En la Fig. 3, normalmente, la separación L1 entre elementos verticalmente adyacentes 30 en la Fig. 3 es inferior a una longitud de onda. En la Fig. 3, se dibuja L1 como la distancia entre ubicaciones correspondientes en los elementos verticalmente adyacentes 30.

Normalmente, la separación L2 entre elementos horizontalmente adyacentes 30 en la Fig. 3 es inferior a 2 longitudes de onda. En la Fig. 3, se dibuja L2 como la distancia entre ubicaciones correspondientes en los elementos horizontalmente adyacentes 30.

35 En la Fig. 3, se muestran de forma esquemática rectas las paredes 70 de la guía de ondas. Sin embargo, según se conoce en la técnica, la dimensión corta, b, de las guías de ondas mostradas en la Fig. 3 puede variar a lo largo de la guía de ondas, por ejemplo, en la región en la que se conecta la guía 70 de ondas con los divisores del plano E. Se apreciará que la curvatura de los divisores del plano E, al igual que se pretende que no sean limitantes las dimensiones a, b, en sección transversal de la guía 70 de ondas.

40 Según se muestra en la Fig. 6a, opcionalmente, la salida 100 de la red de alimentación puede incluir una superficie inclinada 65 en su parte inferior, para facilitar el paso de la onda desde la salida 100 de la red de alimentación hasta la entrada 45 del divisor del plano H.

45 Según se muestra en la Fig. 6b, una antena puede incluir una placa inferior, una placa central y una placa más superior. Normalmente, se incluye la capa de elementos radiantes en la placa más superior; se incluyen las porciones primera y segunda de la capa divisoria del plano H en las placas central y más superior, respectivamente; se incluyen las mitades primera y segunda de la guía de ondas rectangular hueca en las placas central e inferior, respectivamente; y se incluyen las mitades primera y segunda de cada divisor del plano E en las placas central e inferior, respectivamente. La antena mostrada en las Figuras 7a - 7b incluye 2 placas, 1024 elementos radiantes 30, 512 divisores del plano H, 511 divisores del plano E y una sección 70 de la guía de ondas intermedia a la salida de cada divisor del plano E y a la entrada 90 del siguiente divisor del plano E. Sin embargo, no se pretende que esto sea limitante. Por ejemplo, se puede utilizar cualquier número adecuado de elementos radiantes 30, incluso solo 4 elementos tales.

50 Normalmente, la antena es simétrica, de forma que la longitud del recorrido por el que se propaga la onda desde la entrada 80 de la red de alimentación hasta una cualquiera de las salidas 100 sea siempre idéntica, por lo tanto, las

fases de la onda en cada una de las salidas son idénticas, aunque no se pretende que esto sea limitante. Por ejemplo, se pueden cambiar las longitudes de la sección de la guía de ondas para obtener una inclinación del haz, según se conoce en la técnica.

5 Normalmente, los divisores del plano E están dispuestos para formar una red paralela de alimentación que tiene una forma de árbol binario. Por ejemplo, en el ejemplo de la Fig. 7, se pueden conectar 512 divisores del plano H con 256 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con 128 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con 64 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con 32 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con 16 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con 8 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con 4 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con 2 divisores del plano E que se pueden conectar, respectivamente, con un único divisor 90 del plano E conectado directamente con la entrada (por ejemplo, 80 en la Fig. 7b) de la antena. Sin embargo, de nuevo, no se pretende que esto sea limitante. Por ejemplo, el árbol binario no tiene que ser "completo", por ejemplo, es posible que una de las salidas de un cierto divisor 90 del plano E esté dividida adicionalmente por un divisor E del siguiente nivel, y la otra salida no esté dividida. En otras palabras, el número de elementos radiantes 30 no tiene por qué ser una potencia de 2.

20 Se apreciará que terminología tal como "obligatorio", "requerido", "necesario" y "debe" hace referencia a las opciones de implementación tomadas en el contexto de una implementación o aplicación particular descrita en la presente memoria en aras de la claridad y no se pretende que sea limitante, dado que, en una configuración alternativa, se podrían definir los mismos elementos como no obligatorios y no requeridos o podrían incluso ser eliminados completamente.

El alcance de la presente invención no está limitado a estructuras y funciones descritas específicamente en la presente memoria y también se pretende que incluya dispositivos que tienen la capacidad de obtener una estructura o desempeñar una función, descrita en la presente memoria, de forma que, aunque los usuarios del dispositivo puedan no utilizar la prestación, pueda, si lo desean, modificar el dispositivo para obtener la estructura o la función.

25 También se pueden proporcionar en combinación en una única realización características de la presente invención, incluyendo etapas de procedimiento, que se describen en el contexto de realizaciones separadas. Por ejemplo, se pretende que una realización del sistema incluya una realización del procedimiento correspondiente. También se pueden combinar características con características conocidas en la técnica y, en particular, aunque no limitadas a las descritas en la sección de Antecedentes o en las publicaciones mencionadas en la misma.

30 En cambio, las características de la invención, incluyendo las etapas de procedimiento, que se describen en aras de la brevedad en el contexto de una única realización, o en cierto orden, pueden ser proporcionadas por separado o en cualquier configuración menor adecuada, incluyendo características conocidas en la técnica (particularmente, aunque no limitadas a las descritas en la sección de Antecedentes o en las publicaciones mencionadas en la misma) o en un orden distinto. En la presente memoria se utiliza "por ejemplo" en el sentido de un ejemplo específico que no se pretende que sea limitante. Cada procedimiento puede comprender alguna de las etapas o todas ellas, ilustradas o descritas, ordenadas de manera adecuada, por ejemplo, según se ilustra o describe en la presente memoria.

35 Se apreciará que en la descripción y en los dibujos mostrados y descritos en la presente memoria, las funcionalidades descritas o ilustradas como sistemas y subunidades de los mismos también pueden ser proporcionadas como procedimientos y etapas en los mismos, y también se pueden proporcionar las funcionalidades descritas o ilustradas como procedimientos y etapas en los mismos como sistemas y subunidades de los mismos. La escala utilizada para ilustrar diversos elementos en los dibujos es simplemente ejemplar y/o apropiada en aras de la claridad de la presentación y no se pretende que sea limitante.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato de antena para transmitir/recibir radiación electromagnética que define una longitud de onda, comprendiendo el aparato: al menos una placa inferior mecanizada (10); y al menos una placa superior mecanizada (20) que incluye: una capa de elementos radiantes que incluye un conjunto de elementos radiantes (30), teniendo cada uno un centro, en el que la distancia entre los centros de elementos adyacentes en dicho conjunto es menor que una longitud de onda; y una capa divisoria del plano H por debajo de dicha capa de elementos radiantes y que incluye divisores (40) del plano H teniendo cada uno una entrada (45) de divisor del plano H enfrentada a dicha placa inferior (10) y un par de salidas (50) de divisor del plano H que conectan, respectivamente, el divisor (40) del plano H con un par de dichos elementos radiantes (30), y una capa (60) de red de alimentación con una orientación E que tiene una entrada (80) y que comprende: divisores (90) del plano E configurados para recibir la onda de la entrada (80) de red de alimentación y que definen múltiples salidas (100) de red de alimentación, en el que una entrada individual (45) del divisor del plano H conecta divisores individuales de dichos divisores (40) del plano H con salidas respectivas de entre dichas múltiples salidas (100) de red de alimentación para permitir, de ese modo, que los divisores (40) del plano H dividan la radiación electromagnética que se propaga desde la entrada (80) de red de alimentación hasta los elementos radiantes (30), y en el que cada divisor (90) del plano E está formado de mitades primera y segunda que están incluidas en las placas superior e inferior (10, 20), respectivamente; y secciones huecas (70) de guía de ondas que interconectan los divisores (90) del plano E, y que incluyen mitades primera y segunda (110, 120) que están dispuestas en lados respectivos de un plano (130) de bisección paralelo a la dimensión más corta en sección transversal de la guía de ondas y que están incluidas en las placas inferior y superior (10, 20), respectivamente.
- 10 2. Aparato de antena según la reivindicación 1, en el que la capa de elementos radiantes, la capa divisoria del plano H y la capa de red de alimentación con orientación E están formadas únicamente a partir de dos placas mecanizadas.
- 15 3. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que la capa de elementos radiantes, la capa divisoria del plano H y la capa de red de alimentación con orientación E están formadas mediante el moldeo por inyección de dos placas mecanizadas.
- 20 4. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que los divisores del plano E están dispuestos para formar una red paralela de alimentación que define un árbol binario que comprende capas de divisores, dividiendo cada divisor en una capa n una salida de un divisor en la capa (n-1) de dicho árbol.
- 25 5. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que dicha al menos una placa superior mecanizada comprende una placa central y una placa más superior, y en el que:
- 30 dicha capa de elementos radiantes está incluida en dicha placa más superior;
 las porciones primera y segunda de dicha capa divisoria del plano H están incluidas en dichas placas central y más superior, respectivamente; y
 dichas mitades primera y segunda de dicha guía rectangular hueca de ondas están incluidas en las placas central e inferior, respectivamente; y
 las mitades primera y segunda de cada divisor del plano E están incluidas en las placas central e inferior, respectivamente.
- 35 6. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que no hay un rebajo en la placa inferior ni/o en la placa superior.
- 40 7. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que al menos uno de dichos divisores del plano E tiene salidas primera y segunda y está diseñada para dividir la potencia de manera desigual entre dichas salidas primera y segunda.
- 45 8. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que los recorridos desde la entrada de la red de alimentación hasta cada una de las salidas son iguales en longitud, de forma que las fases en todas las referidas múltiples salidas de la red de alimentación son idénticas.
- 50 9. Aparato de antena según la reivindicación 8, en el que dicha capa de red comprende un árbol binario completo.
10. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que la placa superior mecanizada está unida con la placa inferior mecanizada, preferentemente mediante tornillos.
11. Aparato de antena según cualquier reivindicación precedente, en el que un punto de conexión entre un divisor del último nivel del plano E hasta una salida de la red de alimentación está descentrado.
12. Un procedimiento de fabricación de una antena para transmitir/ recibir radiación electromagnética que define una longitud de onda y que comprende:

proporcionar una guía hueca de ondas hecha de mitades primera y segunda (110, 120) de guía de ondas, que están dispuestas en lados respectivos de un plano (130) de bisección dispuesto en paralelo a la dimensión más corta en sección transversal de la guía de ondas, en el que dicha provisión incluye:

- 5 la formación de la primera mitad de la guía hueca de ondas a partir de al menos una placa inferior mecanizada (10); y
 la formación de la segunda mitad de la guía hueca de ondas a partir de al menos una placa superior mecanizada (20);

en el que el procedimiento comprende, además:

- 10 formar, a partir de dicha placa superior (20), una capa de elementos radiantes que incluye un conjunto de elementos radiantes (30) teniendo cada uno un centro, en el que la distancia entre los centros de elementos adyacentes en dicho conjunto es menor que una longitud de onda;
 formar una capa (60) de red de alimentación con orientación E que comprende:

- 15 divisores (90) del plano E operativos para recibir la onda electromagnética desde una entrada de antena y que definen múltiples salidas (100) de la red de alimentación, en el que cada divisor (90) del plano E está hecho de mitades primera y segunda que están incluidas en las placas superior e inferior (10, 20), respectivamente; y secciones (70) de guía de ondas que interconectan dichos divisores (90) del plano E;
 y

- 20 formar, en la placa superior (20), una capa divisoria del plano H por debajo de dicha capa de elementos radiantes y que incluye divisores (40) del plano H, teniendo cada uno una entrada (45) del divisor del plano H enfrentada a dicha placa inferior (10) y un par de salidas (50) del divisor del plano H que conectan, respectivamente, el divisor (40) del plano H con un par de dichos elementos radiantes (30).

13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que dicha formación se lleva a cabo mediante una máquina de moldeo o por medio de una máquina CNC de 3 ejes.
- 25 14. El procedimiento según la reivindicación 12 o 13, en el que la placa superior mecanizada está unida a la placa inferior mecanizada.
15. El procedimiento según la reivindicación 12, 13 o 14 que comprende desplazar un punto de conexión entre un divisor del último nivel del plano E hasta una salida de la red de alimentación.

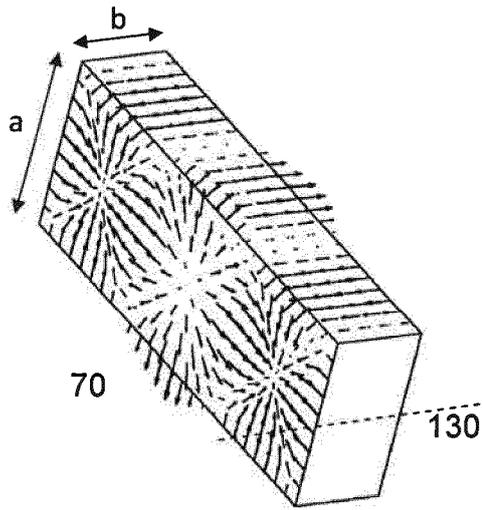


FIG. 1a

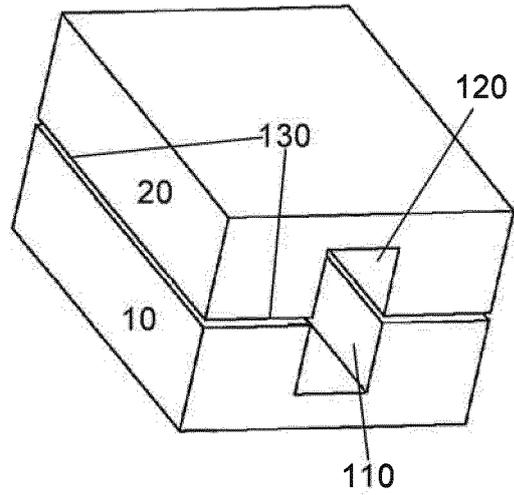


FIG. 1b

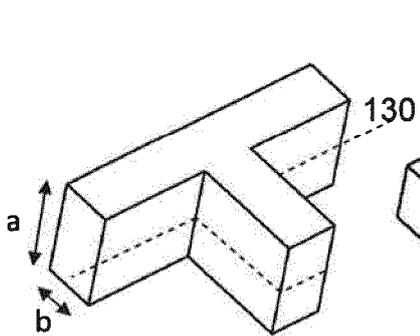


FIG. 2a

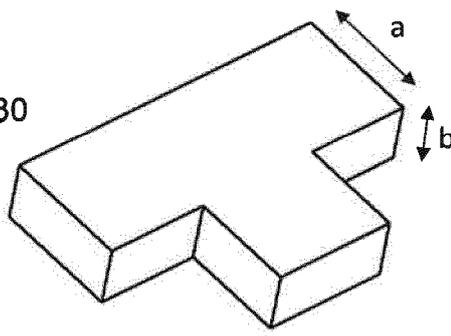


FIG. 2b

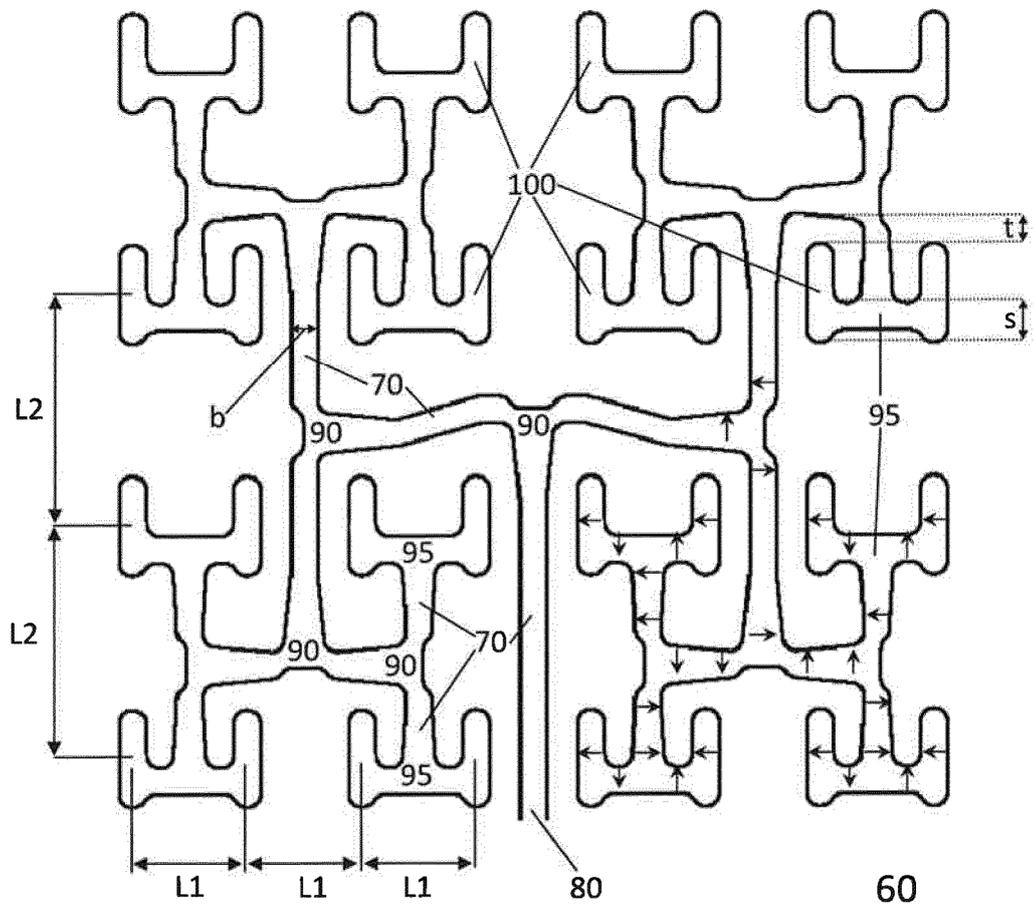


FIG. 3

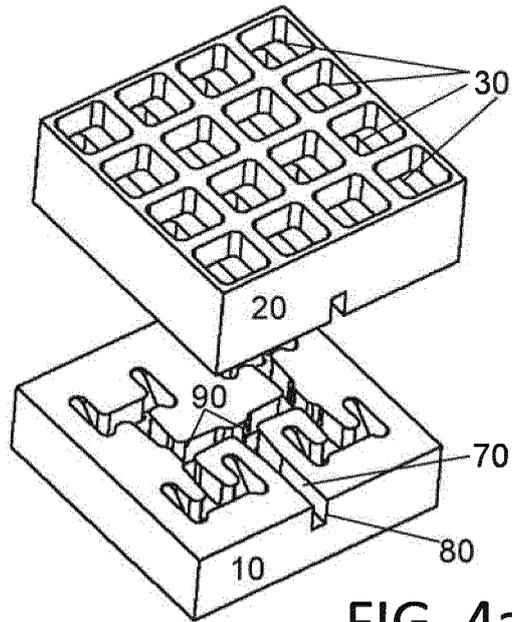


FIG. 4a

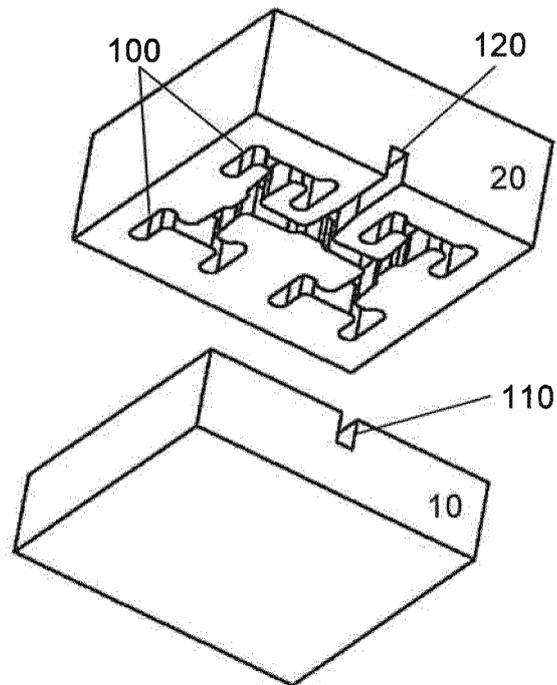


FIG. 4b

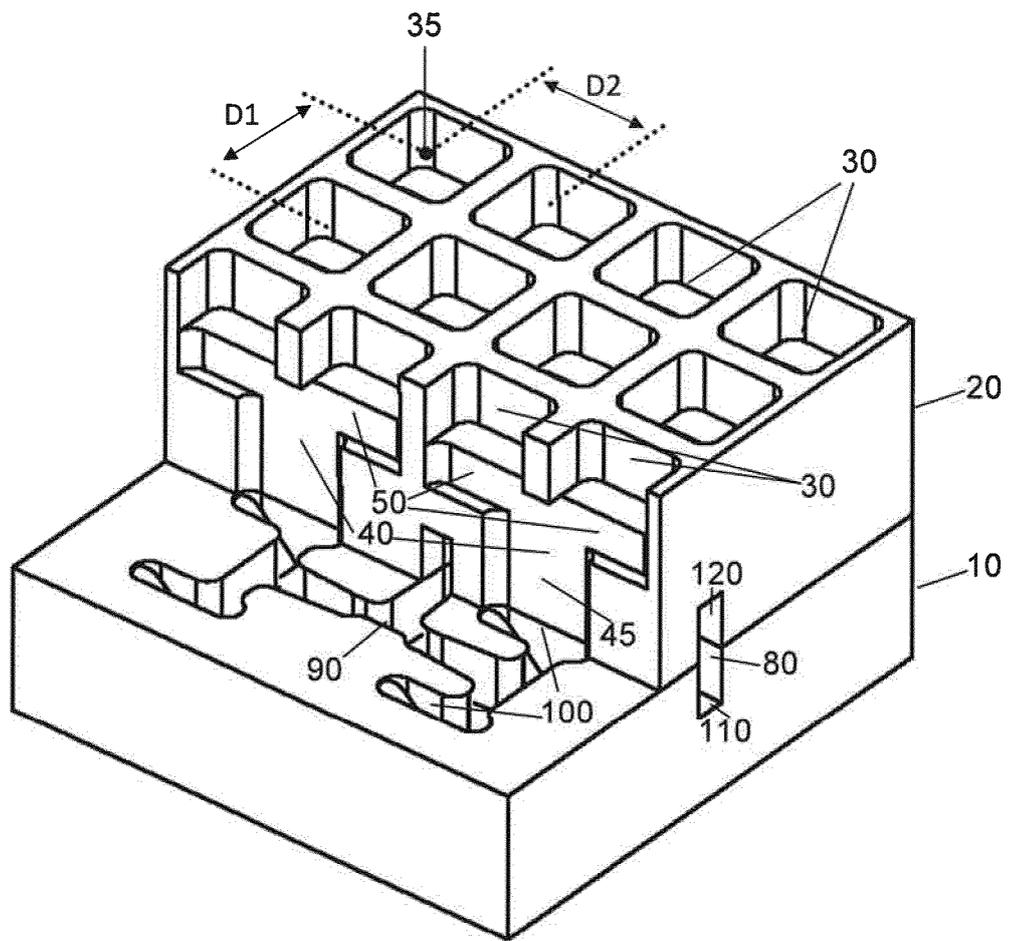


FIG. 5

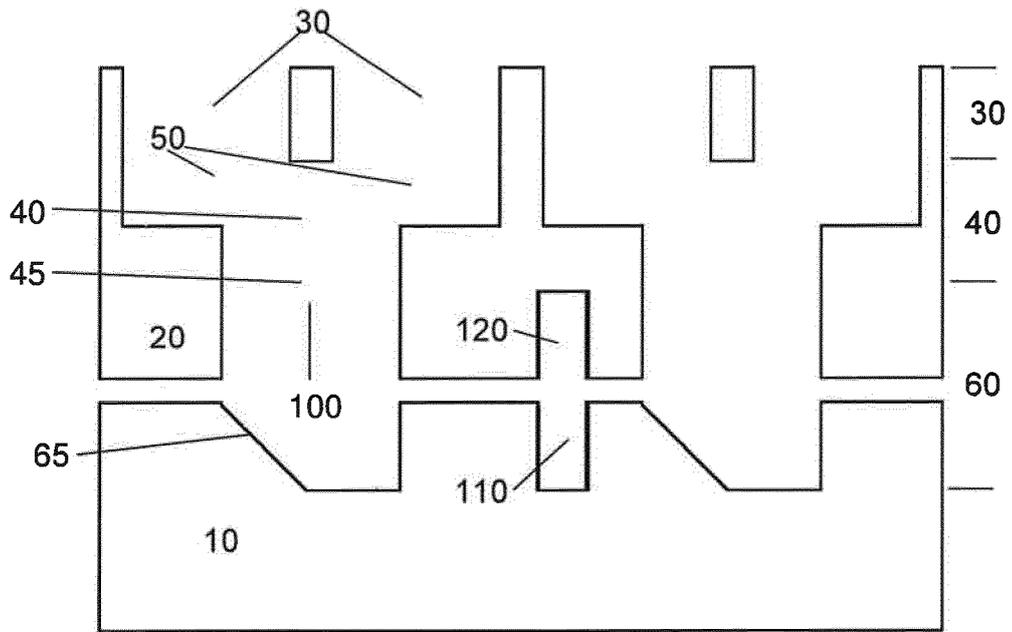


FIG. 6a

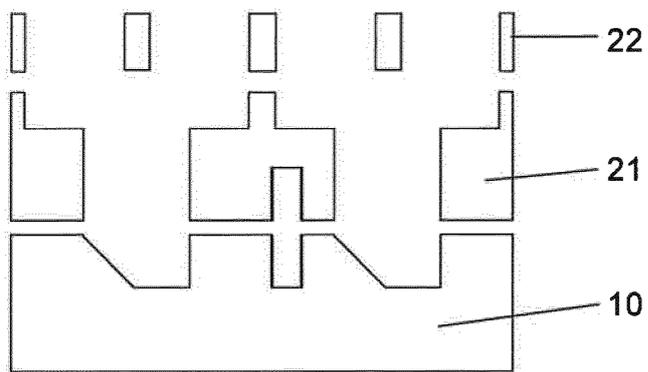


FIG. 6b

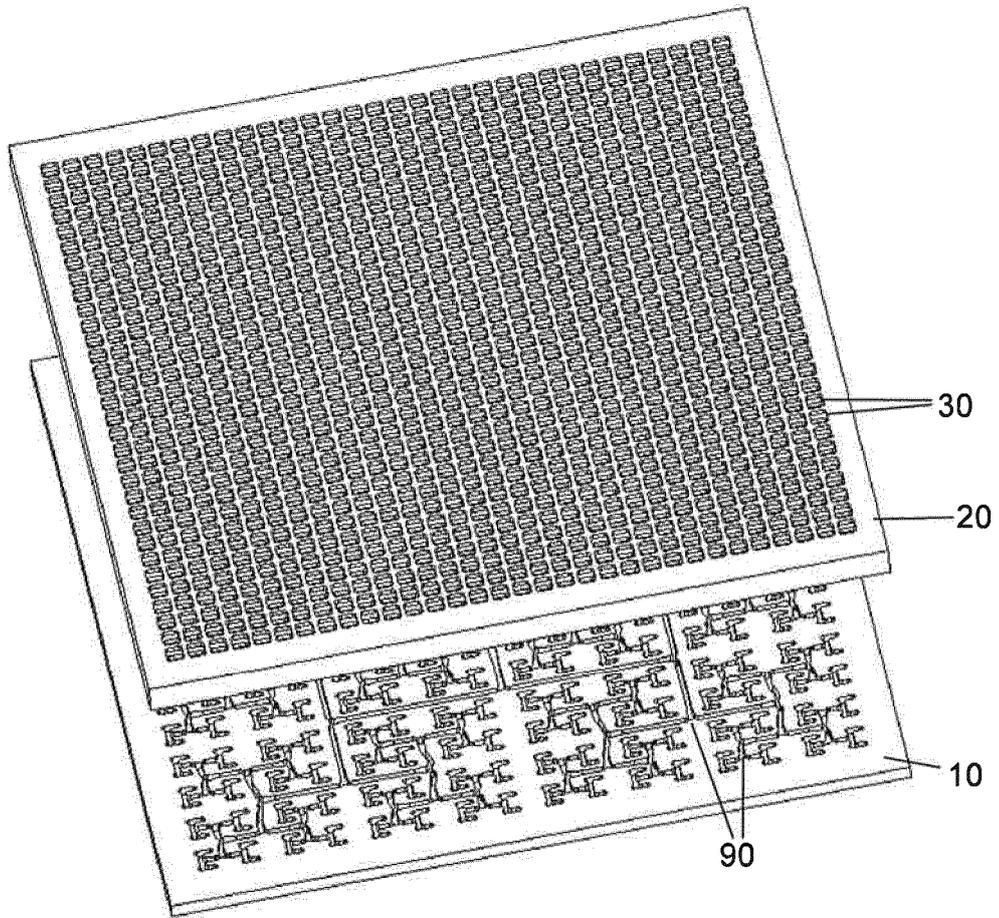


FIG. 7a

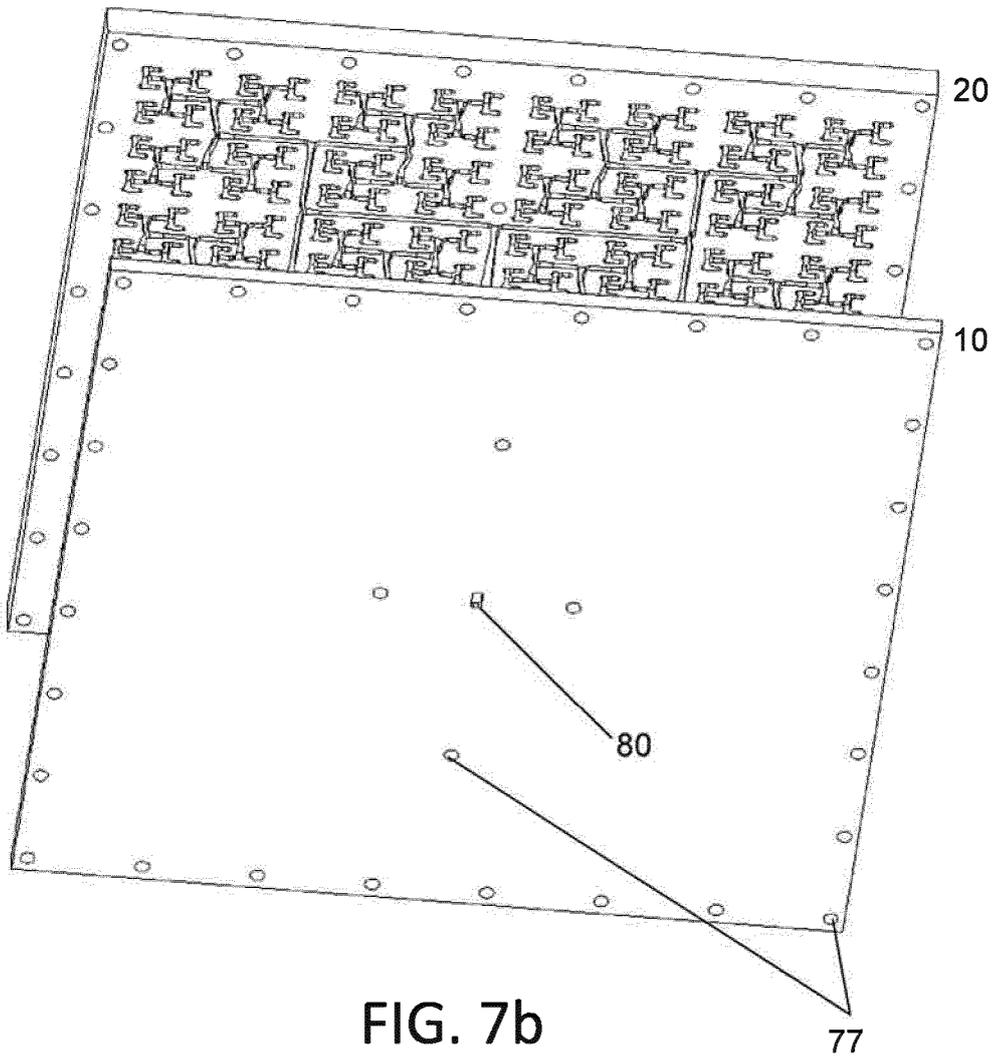


FIG. 7b