

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 078**

51 Int. Cl.:

**H01Q 13/22** (2006.01)

**H01Q 21/00** (2006.01)

**H01P 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2010 E 10165653 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2267841**

54 Título: **Antena de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda y proceso para producir dicha antena**

30 Prioridad:

**11.06.2009 IT RM20090300**

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

**05.07.2016**

73 Titular/es:

**MBDA ITALIA S.P.A. (100.0%)  
Via Monte Flavio, 45  
00131 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**COLANGELO, GIUSEPPE**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 576 078 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 de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda y proceso para producir dicha antena

5 La presente invención se refiere al campo técnico de las antenas para sistemas de telecomunicación y, en particular, se refiere a una antena de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda y a un proceso para hacer dicha antena.

10 Las antenas de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda actualmente se usan ampliamente en los sistemas de navegación, en los sistemas de radar y en otras aplicaciones de telecomunicaciones, por ejemplo en aplicaciones aeronáuticas y relacionadas con misiles. Tales antenas comprenden generalmente una o más guías de onda, de radiación, que tienen una pluralidad de ranuras de radiación, provistas para irradiar la radiación electromagnética, y cada una tiene al menos una ranura de acoplamiento provista para acoplar operativamente la guía de onda, de radiación, con una guía de onda, de alimentación, de modo que sea capaz de alimentar la guía de onda, de radiación, y por lo tanto las ranuras de radiación, con radiación electromagnética. Por supuesto, en sistemas de radar, la misma antena se usa tanto para transmitir como para recibir, por lo que, cuando se recibe, mediante la explotación de la reciprocidad de la antena, las ranuras de radiación se usan para recibir la radiación electromagnética reflejada desde un objetivo.

20 Las antenas de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda para aplicaciones aeronáuticas, de radar y relacionadas con misiles se hacen generalmente usando guías de onda, de radiación, que tienen una estructura hecha de aluminio, en la que las ranuras de radiación y las ranuras de acoplamiento son aberturas pasantes hechas, respectivamente, en las paredes superior e inferior de la guía y se obtienen a través de técnicas de electro-erosión o por medio de procesamiento láser o mecánico.

25 El estado de la técnica también incluye una manera de hacer antenas de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda de acuerdo con lo que se prevé que la matriz de ranuras de radiación sea hecha en una lámina de cobre, haciendo aberturas pasantes en una lámina tal a través de técnicas fotolitográficas. Las guías de onda, de radiación, se hacen como bloques de cobre o de aluminio con una sección esencialmente en forma de U que están conectados de manera fija a la lámina a través de técnicas relativamente caras y complicadas, como por ejemplo soldadura en baño.

30 Estas técnicas de fabricación descritas anteriormente permiten el procesamiento que es capaz de satisfacer la precisión generalmente requerida por las aplicaciones, pero también tienen el inconveniente de requerir costes de fabricación relativamente altos.

35 El artículo "*Compact Two-Layer Slot Array Antenna with SIW for 60 Ghz Wireless Applications*", de Ahmad Bakhtafrouz et al., *Antennas and Propagation Society International Symposium*, Apsursi, 2009, describe una antena de matriz de ranuras que comprende una pluralidad de guías de radiación hechas en un primer sustrato y una guía de onda, de alimentación, de dichas guías de radiación hecha en un segundo sustrato. Los dos sustratos, al parecer después de haber hecho las guías mencionadas anteriormente, se acoplan entre sí a través de una capa de resina epoxi que contiene plata y por lo tanto es eléctricamente conductora. Tal capa de resina epoxi en la práctica representa la pared de confinamiento superior de la guía de alimentación que es por lo tanto diferente de la pared de confinamiento inferior de las guías de onda, de radiación. Por consiguiente, el proceso para fabricar la antena descrito en el artículo citado anteriormente es relativamente complejo, ya que es evidente la necesidad de tener en cuenta una alineación delicada y porque la capa de resina debe ser conformada con el fin de seguir el perfil de las ranuras de acoplamiento (indicadas en el artículo citado anteriormente como "ranuras de alimentación") hechas en la cara inferior del primer sustrato. Por otra parte, es prácticamente imposible establecer de forma determinista la forma de la capa de resina conductora después de la polimerización, ya que es diferente a la inicial de la resina en estado plástico. Por esta razón, puede ser el caso de que las ranuras de acoplamiento estén cubiertas parcialmente por tal resina, que significa posibles pérdidas e incompatibilidad. De hecho, en la parte final del artículo citado anteriormente los autores plantean la hipótesis de que una parte de las pérdidas medidas con respecto a una situación teórica simulada se puede atribuir a la resina conductora, sin especificar sin embargo claramente las razones por las que, para citar el artículo, "tal resina puede incrementar la pérdida en la guía de alimentación".

55 La solicitud de patente FR 2778024 describe una estructura de conexión para guías de onda dieléctricas. Se considera que este documento no es capaz de dar a un experto en la técnica ninguna sugerencia para mejorar el problema de acoplamiento presente en la antena descrita en el artículo citado anteriormente, también porque la estructura de conexión descrita requeriría que las ranuras de acoplamiento se inclinasen tanto sobre el sustrato inferior como en el superior y requeriría que tales sustratos se alineasen con mucha exactitud antes de acoplarlos a fin de hacer coincidir los pares de ranuras de acoplamiento correspondientes, lo que haría el proceso de fabricación relativamente más complejo. Cada vez que la alineación no es exacta, habrá pérdidas similares a las de la antena descrita en el artículo citado anteriormente.

65 El propósito de la presente invención es proporcionar una antena de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda que es capaz de ser hecha a través de un proceso que es capaz de superar los inconvenientes indicados

anteriormente con referencia a las técnicas de fabricación del estado de la técnica descrito anteriormente.

Tal propósito se logra a través de una antena de matriz de ranuras como se define en general en la reivindicación 1 adjunta.

5 Realizaciones ventajosas de una antena de matriz de ranuras de acuerdo con la presente invención se definen en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

10 Un objeto de la presente invención es también un proceso para hacer una antena de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda como se define en la reivindicación 8 en su forma general y en las reivindicaciones subsiguientes en realizaciones particulares.

Un objeto de la presente invención es también una antena de doble banda como se describe en la reivindicación 15.

15 Otras características y ventajas de la invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción detallada, dada puramente a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 - la figura 1 es una vista lateral esquemática de una primera realización de una antena multicapa de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda;

- la figura 2 es una vista en planta en la que se representa una capa primera de la antena de la figura 1;

- la figura 3 es una vista en planta en la que se representa una capa segunda de la antena de la figura 1;

25 - la figura 4 es una vista en planta en la que se representa una capa tercera de la antena de la figura 1;

- la figura 5 es una vista en planta que muestra una parte de la figura 2 en mayor detalle;

30 - la figura 6 es una vista en sección lateral de una porción de la antena de la figura 1;

- la figura 7 es un diagrama de bloques de ejemplo de un proceso para hacer una antena de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda;

35 - la figura 8 muestra una vista en sección lateral de una antena de matriz de ranuras de acuerdo con una primera variante de realización; y

- la figura 9 muestra esquemáticamente una parte de una antena de matriz de ranuras de acuerdo con una segunda variante de realización.

40 Con referencia a las figuras adjuntas, el número de referencia 10 indica globalmente una antena de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda. La antena 10 es por ejemplo parte de un sistema de telecomunicaciones, como por ejemplo un sistema de guía automático o un sistema de radar que comprende un sistema de transmisión y/o de recepción conectado operativamente a tal antena, que no se muestra en las figuras. De acuerdo con una realización no limitante, la antena 10 es una antena que funciona en la banda KA.

45 Como puede verse en la figura 1, la antena 10 representada en las figuras adjuntas tiene una estructura multicapas y comprende:

50 - una capa primera 1 hecha de un metal eléctricamente conductor (en pocas palabras "primera capa metalizada 1");

- un primer sustrato en forma de placa 11 hecho de material dieléctrico;

55 - una capa segunda 2 hecha de un metal eléctricamente conductor (en pocas palabras "segunda capa metalizada 2");

- una capa adhesiva 4;

- un segundo sustrato en forma de placa 12 hecho de material dieléctrico; y

60 - una capa tercera 3 hecha de un metal eléctricamente conductor (en corto "tercera capa metalizada 3").

En el ejemplo particular representado, la antena 10 también comprende cuatro conectores 13 de alimentación, por ejemplo en la guía de onda, sólo dos de los cuales se puede ver en la figura 1.

65 Preferentemente, las capas metalizadas 1, 2 son dos capas que son laminadas/chapadas y más preferentemente electrodepositadas sobre las dos caras opuestas del sustrato dieléctrico primero 11. Preferentemente, las capas

metalizadas 1, 2 están hechas de cobre y tienen, por ejemplo, un espesor igual a aproximadamente 8 a 20 micras y más preferentemente igual a aproximadamente 8 micras. El sustrato dieléctrico primero 11 es, por ejemplo, un sustrato comercial hecho de microfibra de vidrio reforzada con una constante dieléctrica relativamente baja, por ejemplo dentro del rango de 2 a 3 y más preferentemente igual a aproximadamente 2,2. Por ejemplo, el primer sustrato 11 tiene un espesor igual a aproximadamente 1 mm. Un sustrato 11 del tipo mencionado anteriormente es, por ejemplo, producido actualmente por Taconic™ y comercializado con el nombre "TLY - 5A" y es suministrado por el productor mencionado anteriormente con las capas de cobre 1 y 2 ya electrodepositadas. Preferentemente, el sustrato dieléctrico segundo 12 es también del tipo descrito anteriormente con referencia al sustrato dieléctrico primero 11, con la única diferencia de que el sustrato dieléctrico segundo 12, en lugar de tener una capa de metalización en ambas caras, tiene una cara libre, es decir, una cara en la que no se prevé ninguna metalización. En la cara opuesta del sustrato dieléctrico segundo 12, por otro lado, está la capa 3 de metalización, que es por ejemplo una capa laminada/chapada y más preferentemente una capa de cobre electrodepositada del tipo ya descrito con referencia a las capas metalizadas 1 y 2. El segundo sustrato 12 también es producido actualmente por Taconic™ y comercializado con el nombre de "TLY - 5A" y es suministrado por el productor mencionado anteriormente con la capa 3 de cobre electrodepositada y con una cara libre, es decir, sin una capa de metalización. Alternativamente, el sustrato dieléctrico segundo 12 con la capa 3 de cobre electrodepositada puede obtenerse a partir de un sustrato con dos capas de metalización opuestas (como el sustrato 11) mediante la eliminación de una de dichas capas.

En una realización adicional, el sustrato dieléctrico primero 11 y segundo 12 son sustratos dieléctricos laminados con metalización de superficie como se describe anteriormente, pero producidos y comercializados por Rogers Corporación con el nombre comercial de Duroid™ 5880.

La capa 4, por otra parte, es una capa adhesiva fina usada para mantener juntos los dos sustratos dieléctricos laminados 11 y 12 y en particular usada para pegar la cara libre del segundo sustrato 12 a la cara libre de la capa 2 de metalización. Por ejemplo, la capa adhesiva 4 es una película dieléctrica fina, por lo tanto, eléctricamente aislante, por ejemplo como la que se comercializa actualmente con el nombre de "Neltec™ 6700". Las propiedades dieléctricas de tal capa adhesiva 4 son ventajosamente lo más similar posible a las del sustrato dieléctrico segundo 12. Como alternativa a la capa adhesiva 4, es posible usar cualquier capa o película eléctricamente aislante adecuada, o cualquier otro medio adecuado, capaz de conectar/fijar el sustrato dieléctrico 12 a la segunda capa metalizada 2 y que tiene características dieléctricas compatibles con la aplicación.

Con referencia a las figuras 2 y 3, la antena 10 de matriz de ranuras comprende al menos una guía 20 de onda, de radiación, que comprende una pluralidad, o una matriz, de ranuras de radiación 21. En el ejemplo particular representado, la antena 10 de matriz de ranuras comprende, sin por esta razón introducir ninguna limitación, cuarenta guías 20 de onda, de radiación, de diferentes longitudes y que tienen un número variable de ranuras en base a la longitud respectiva. Debe observarse que el ejemplo particular descrito tiene la forma de una antena plana que tiene matriz de ranuras con simetría en los cuadrantes y más específicamente una antena monopulso.

De aquí en adelante en la presente descripción se hará referencia a una antena 10 de matriz de ranuras que comprende una pluralidad de guías 20 de onda, de radiación.

Ventajosamente, las guías 20 de onda, de radiación, están hechas en el sustrato dieléctrico primero 11, que, por tanto, las aloja, y la primera capa metalizada 1 y segunda 2 representan paredes de confinamiento opuestas, superior e inferior, respectivamente, de las guías 20 de onda, de radiación.

Ventajosamente, las ranuras de radiación 21 son aberturas, en el ejemplo de forma sustancialmente rectangular, hechas en la primera capa metalizada 1, preferentemente a través de técnicas fotolitográficas de eliminación selectiva de la capa 1 de metalización en los puntos en que se desea hacer las ranuras de radiación 21. Las técnicas fotolitográficas se usan comúnmente en la fabricación de circuitos impresos y que son parte de los conocimientos generales de un experto en la técnica, y por esta razón no se detallarán adicionalmente en la presente descripción. En una realización alternativa que es menos preferida, porque es actualmente más cara, la eliminación selectiva de la metalización mencionada anteriormente se lleva a cabo usando un dispositivo láser. Cabe señalar que la cara libre de la capa metalizada 1 en la práctica representa la superficie de radiación de la antena.

Ahora se hará referencia a la figura 3, que muestra la sección A-A de la estructura multicapas de la figura 1 vista desde el lado de la flecha IV. Cabe señalar que en la práctica en la figura 3, es posible ver la cara de la capa metalizada 2 distal del sustrato dieléctrico primero 11. Como puede verse, cada una de las guías 20 de onda, de radiación, comprende al menos una ranura 31 de acoplamiento, proporcionada para acoplar operativamente las guías 20 de onda, de radiación, con una guía de onda, de alimentación, con el fin de ser adaptadas para alimentar las guías 20 de onda, de radiación, y por tanto las ranuras de radiación 21, con radiación electromagnética. Ventajosamente, las ranuras 31 de acoplamiento son también aberturas, en el ejemplo de forma sustancialmente rectangular, hechas en la segunda capa metalizada 2, preferentemente a través de técnicas fotolitográficas que adoptan una eliminación selectiva de la metalización 2 en los puntos en los que se desea hacer la ranura 31 de acoplamiento. Como puede verse en la figura 3, las ranuras 31 de acoplamiento son aberturas que son de forma sustancialmente rectangular, y cuya inclinación varía entre las diferentes guías 20 de onda, de radiación. También en este caso, en una realización alternativa que es menos preferida, porque es actualmente más cara, la eliminación selectiva de la metalización

mencionada anteriormente se lleva a cabo usando un dispositivo láser o a través de un proceso mecánico.

5 Con referencia a la figura 5, de acuerdo con una realización particularmente ventajosa, en el interior del sustrato dieléctrico 11 se definen una pluralidad de canales pasantes 22, en conjuntos de dos relativamente cerca uno del otro y alineados en matrices de canales, que se extienden en el espesor del sustrato dieléctrico 11 entre la capa de metalización primera 1 y segunda 2. Tales canales pasantes 22, que tiene preferentemente una sección circular, están internamente revestidos en superficie, o, alternativamente, completamente llenos, con un material eléctricamente conductor, como por ejemplo cobre. De nuevo con referencia a la figura 5, hay que señalar que cada guía 20 de radiación comprende paredes de confinamiento lateral 23, 24. Tales paredes de confinamiento laterales 10 23, 24 están formadas cada una por una matriz respectiva de canales pasantes 22. Cabe señalar que si la distancia mínima entre dos canales pasantes adyacentes 22 es relativamente pequeña con respecto a la longitud de onda de trabajo de la antena 10 (por ejemplo igual a aproximadamente 1/20 de la misma), las paredes de confinamiento 23, 24, aunque consisten en elementos discretos y espaciados 22, se pueden considerar como las paredes de confinamiento lateral aproximadamente continuas.

15 Los canales pasantes 22 son, por ejemplo obtenidos perforando, por ejemplo taladrando, la primera capa metalizada 1, el sustrato dieléctrico primero 11 y la segunda capa metalizada 2. Los canales 22 así hechos son después chapados preferentemente con un revestimiento superficial interior de cobre.

20 Por ejemplo, el diámetro de los canales 22 es igual a aproximadamente 0,4 mm y la tolerancia de procesamiento de la perforación es ventajosamente igual a +/- 0,005 mm. En la posición de los orificios 22 de canal, la tolerancia es ventajosamente igual a +/- 0,03 mm. Obviamente, estos parámetros de procesamiento se pueden variar en base a la frecuencia de trabajo para la que está diseñada la antena 10 de matriz de ranuras.

25 Los pasos de procesamiento descritos anteriormente con referencia a la formación de las guías 20 de onda, de radiación, de las ranuras 21 de radiación y de la ranura de acoplamiento se llevan a cabo en un sustrato dieléctrico primero 11 laminado/chapado en ambas caras, antes de acoplar tal sustrato dieléctrico primero 11, a través de una capa adhesiva 4 eléctricamente aislante, con el sustrato dieléctrico 12 laminado/chapado solo en una de las dos caras. A partir de entonces, en efecto, el sustrato dieléctrico primero 11 y segundo 12 se acoplan, a través de la 30 capa adhesiva 4 eléctricamente aislante, de modo que la cara no chapada del sustrato dieléctrico segundo 12 está orientada a la capa 2 de metalización.

De acuerdo con una realización, la antena 10 de matriz de ranuras comprende al menos una guía 40, 41, 42, 43 de onda, de alimentación, de las guías 20 de radiación acopladas operativamente con ellas a través de las ranuras 31 35 de acoplamiento. En el ejemplo particular representado en las figuras, cuatro guías 40, 41, 42, 43 de onda, de alimentación, están provistas cada una destinada a alimentar, independientemente, un grupo respectivo de diez guías 20 de onda, de radiación. Como puede verse, las guías 40, 41, 42, 43 de onda, de alimentación, están orientadas transversalmente con respecto a las guías 20 de onda, de radiación. De aquí en adelante se hará referencia, sin por esta razón introducir ninguna limitación, al caso en el que la antena 10 de matriz de ranuras 40 comprende una pluralidad de guías 40, 41, 42, 43 de onda, de alimentación.

Las guías 40, 41, 42, 43 de onda, de alimentación, están hechas ventajosamente en el sustrato dieléctrico segundo 12, que por lo tanto las aloja, preferentemente haciendo hendiduras ciegas 44-48, preferentemente a través de un procesamiento mecánico y, alternativamente, a través de un procesamiento por láser, ventajosamente en conjuntos 45 paralelos de dos, en el sustrato dieléctrico segundo 12, yendo preferentemente de la capa 3 de metalización, cruzando totalmente tal capa 3, cruzando también completamente el sustrato dieléctrico segundo 12, la capa adhesiva dieléctrica 4 y llegando a cubrir parcialmente (es decir, cruzar parcialmente) también la segunda capa metalizada 2. Esto explica por qué las guías 40, 41, 42, 43 de onda, de alimentación, son (parcialmente) visibles en la figura 3, puesto que las hendiduras ciegas 44-48 que atraviesan parcialmente la capa 2 de metalización son en 50 verdad visibles.

Como puede verse en la figura 6, que muestra una sección lateral de la porción de la antena 10 definida por el cuadrado de trazo discontinuo 35 en la figura 3 (sección a lo largo del eje YY), en la que en la práctica es posible ver una sección transversal de la guía 42 de onda, de alimentación, las hendiduras ciegas 44-48 obtenidas de este modo son revestidas de superficie, es decir, chapadas, con una metalización conductora 60 para formar las paredes 55 de confinamiento lateral de las guías 40-43 de onda, de alimentación. Como puede verse en la figura 6, es evidente que las paredes de confinamiento superior e inferior de las guías 40-43 de onda, de alimentación, consistirán en las capas metalizadas 2 y 3.

60 Se debe observar que la pared de confinamiento superior de las guías de onda, de alimentación, coincide con la capa 2 de metalización, que representa la pared de confinamiento inferior de las guías 20 de onda, de radiación. Por lo tanto, tal pared es una pared de confinamiento, o capa, compartida entre las guías de onda, de radiación, y las guías de onda, de alimentación. En la práctica, la cara inferior de tal pared representa la superficie de confinamiento conductora superior de las guías de onda, de alimentación, y la cara superior de tal pared representa la superficie de 65 confinamiento conductora inferior de las guías 20 de onda, de radiación. Por esta razón, después de haber hecho las ranuras 31 de acoplamiento con antelación en la capa 2 de metalización, los problemas de alineación citados con

referencia a la técnica anterior se superan y no hay riesgo de bloqueo incluso parcial o mínimo de tales ranuras 31 de acoplamiento, cuya forma, después del acoplamiento entre los dos sustratos, perfectamente conserva el perfil preciso deseado que se puede obtener con la operación para hacer tales ranuras. También debe observarse que en la práctica la capa adhesiva 4, en las guías de onda, de alimentación, se incorpora en ellas.

5 De acuerdo con una realización, la antena 10 de matriz de ranuras también comprende al menos una ranura 49 de entrada para cada guía 40 a 43 de onda, de alimentación. Debe observarse que en la figura 6 la ranura 49 de entrada se ha representado únicamente como un ejemplo, puesto que desde la visión conjunta de las figuras 3 y 4 se puede ver cómo en la sección a lo largo del eje Y-Y no hay ninguna ranura 49 de entrada .

10 Preferentemente, las ranuras 49 de entrada son aberturas, por ejemplo de forma sustancialmente rectangular, hechas en la tercera capa metalizada 3, preferentemente a través de técnicas fotolitográficas que prevén una eliminación selectiva de la capa 3 de metalización en los puntos en que se desean hacer las ranuras 49 de entrada.

15 Como puede verse a partir de la visión conjunta de las figuras 2-4, la antena de matriz de ranuras incluye también una pluralidad de canales pasantes 50 que se extienden desde la cara libre de la capa metalizada 1 a la cara libre de la capa metalizada 3. Tales canales pasantes 50 están alineados en las matrices de canales, dispuestos en grupos de dos, a una distancia relativamente pequeña con respecto a la longitud de onda, y están revestidos o llenos con material conductor, tal como cobre, para separar dos o más guías 40-43 de onda, de alimentación, una de otra. Con referencia a la figura 4, se puede ver cómo una matriz 50 de canales pasantes divide la guía de onda, de alimentación, definida por las hendiduras chapadas ciegas 46, 47 en dos guías 40, 41 de onda, de alimentación, y cómo, de una manera análoga, una matriz 50 de canales pasantes divide la guía de onda, de alimentación, definida por las hendiduras ciegas y chapadas 44, 45 en las dos guías 42, 43 de onda, de alimentación. Debe observarse cómo en el ejemplo descrito, tales canales pasantes 50 están dispuestos, explotando el espacio disponible, entre las guías de onda adyacentes, a fin de no interferir con ellas, por lo tanto evitando que influyan en las características de propagación.

30 Como puede verse en las figuras 3 y 4, la antena 10 de matriz de ranuras comprende también una pluralidad de orificios ciegos 51, para permitir que la misma antena tenga conectores fijos a la misma, por ejemplo en la guía de onda, adaptada para alimentar las guías 40-43 de onda, de alimentación. Tales orificios ciegos, de forma ventajosa, no son chapados y se extienden desde la capa 2 de metalización a la capa 3 de metalización. En el ejemplo específico representado en las figuras, se proporcionan cuatro grupos que comprenden cuatro orificios 51 cada uno para permitir que cada una de las guías 40-43 de onda, de alimentación, sean acopladas con un conector correspondiente.

35 Con referencia a la figura 7, un ejemplo de un proceso para hacer una antena 10 de matriz de ranuras como se ha descrito anteriormente se describirá a continuación.

40 El proceso, indicado globalmente con 100, comprende un paso primero 101 de proporcionar el sustrato dieléctrico primero 11 en forma de placa que tiene dos caras metalizadas opuestas, es decir, equipadas con dos capas de metalización superficie 1, 2. Un sustrato dieléctrico 11 del tipo indicado anteriormente ya se ha descrito con referencia a las figuras 1-6 y por lo tanto no se detallará más. Del mismo modo, el paso primero 101 comprende una operación de proporcionar el sustrato dieléctrico segundo 12 en forma de placa, como ya se ha descrito anteriormente, equipado con una cara libre y con una cara metalizada opuesta, es decir, acoplada con la capa 3 de metalización.

50 El proceso 100 también comprende un paso 102 que incluye una operación de hacer al menos una ranura 21 de matriz de radiación mediante la eliminación de manera selectiva, preferentemente fotolitográficamente, de dichas porciones de la primera capa metalizada 1 y una operación de hacer al menos una ranura 31 de acoplamiento mediante la eliminación de manera selectiva, preferentemente fotolitográficamente, de al menos una porción de la segunda capa metalizada 2. Como ya se ha indicado anteriormente, en una realización alternativa, la eliminación selectiva de porciones de las capas metalizadas 1 y 2 tiene lugar a través de técnicas de láser.

55 El proceso 100 también comprende un paso 103 que comprende una operación de hacer una pluralidad de canales pasantes 22 que se extienden desde la primera capa metalizada 1 a la segunda 2 y una operación de revestimiento de la superficie de las paredes interiores de dichos canales 22, o de llenar tales canales pasantes 22 con un material eléctricamente conductor, de modo que los canales pasantes 22 así llenados o revestidos definen paredes de confinamiento laterales de al menos una guía 10 de onda, de radiación, representando la capa primera 1 y segunda 2 de metalización otras dos paredes de confinamiento opuestas de la mencionada al menos una guía 20 de onda, de radiación. Preferentemente, los canales pasantes 22 mencionados se obtienen perforando la primera capa metalizada 1, el sustrato dieléctrico primero 11 y la segunda capa metalizada 2, por ejemplo a través de un dispositivo de perforación mecánica.

65 De acuerdo con una realización actualmente preferida, los pasos o las operaciones mencionadas anteriormente se llevan a cabo en la secuencia mencionada anteriormente:

- hacer y metalizar (a través de la perforación y posterior revestimiento o llenado) los canales pasantes 22;

5 - hacer dos máscaras fotolitográficas, alinear con exactitud tales máscaras con respecto a los canales pasantes 22 y, posteriormente, fotografiar dichas máscaras respectivamente en una superficie libre de dicha capa primera 1 y de dicha capa de metalización segunda 2;

- hacer y metalizar (a través de perforación y posterior revestimiento o llenado) los canales pasantes 22;

10 - unión para la eliminación selectiva de porciones de la capa de metalización primera 1 y segunda 2 en base a las máscaras fotolitográficas mencionadas anteriormente para hacer las ranuras de radiación y de acoplamiento.

El proceso 100 también comprende:

15 - un paso 104 de acoplar el mencionado sustrato dieléctrico segundo 12 con la segunda capa metalizada 2 (en el lado de la cara que no está metalizado del sustrato dieléctrico segundo 12) por interposición de una capa dieléctrica 4 y por lo tanto adhesiva eléctricamente aislante;

20 - un paso 105 de hacer hendiduras ciegas 44-47 que se extienden desde la tercera capa metalizada 3 hasta que al menos parcialmente cubre la segunda capa metalizada 2 y el revestimiento de las paredes interiores de tales hendiduras ciegas con una metalización o alternativamente de llenar tales hendiduras ciegas con material metálico para definir paredes de confinamiento lateral de una o más guías 40-43 de alimentación.

25 De acuerdo con una realización particularmente ventajosa, después de haber hecho las ranuras 31 de acoplamiento y antes de conectar de manera fija los dos sustratos 11, 12, una operación de incrementar selectivamente el espesor de la segunda capa metalizada 2 se lleva a cabo, por ejemplo galvánicamente, en las áreas en las que no se ha eliminado para hacer las ranuras 41 de acoplamiento. Por ejemplo, tal operación de ampliación es tal como para llevar la capa metalizada 2 de un espesor de aproximadamente 8 a 20 micras a un espesor de aproximadamente 40 a 70 micras. De esta manera, el paso 105 de hacer las hendiduras ciegas 44-47 se puede llevar a cabo de una manera simple, por ejemplo, con un cortador de fresado de precisión relativamente pequeño, sin correr el riesgo de perforar completamente la capa metalizada 2. En ausencia de tal ampliación, si no se usa un cortador de fresado muy exacto, dados los pequeños espesores implicados habría de hecho un alto riesgo de pasar completamente a través de la capa metalizada 2 durante el corte. Cabe señalar que el recurso de la ampliación mencionada anteriormente no es equivalente a usar una capa metalizada 2 de partida de mayor espesor, porque en este caso sería más complicado hacer ranuras 31 de acoplamiento en ella teniendo una forma con la precisión adecuada para el rendimiento requerido por la aplicación.

40 El proceso 100 también comprende un paso 105 de hacer al menos una ranura 49 de entrada mediante la eliminación, preferentemente fotolitográficamente, de al menos una porción de la tercera capa metalizada 3 y preferentemente también un paso de hacer una o más matrices de canales pasantes 50 que pasan a través de toda la estructura multicapas como se hizo anteriormente y de metalizar internamente dichas matrices de canales pasantes 50 para dividir al menos una guía (40 a 43) de onda, de alimentación, en dos o más guías de onda, de alimentación, operativamente separadas.

45 El proceso 100 también comprende preferentemente un paso 106 de hacer uno o más grupos de orificios no pasantes 51 para acoplar uno o más conectores de entrada con la estructura multicapas tal como se obtuvo anteriormente en el lado de la capa 3 de metalización tercera.

50 El proceso 100 también comprende preferentemente un paso 107 de chapado selectivamente las partes metalizadas expuestas con una capa de material de protección, por ejemplo, con oro.

55 De lo que se ha descrito anteriormente, por lo tanto, es posible comprender cómo una antena de matriz de ranuras del tipo descrito anteriormente se puede hacer con un proceso menos complejo o caro en comparación con lo que ocurre actualmente en el estado de la técnica. También debe tenerse en cuenta que la antena 10 tiene una estructura compacta en términos de dimensiones verticales y es relativamente ligera y no tiene los problemas de pérdidas debido al acoplamiento entre los dos sustratos descritos con referencia a la técnica anterior.

60 También se debe observar que, dado que las guías de radiación están hechas de un sustrato de material dieléctrico (es decir, tales guías están "cargadas"), tales guías pueden tener una anchura relativamente pequeña (por anchura se quiere decir el lado más largo de la sección de la guía) y hacen que sea posible hacer las distancias de posicionamiento de dos ranuras consecutivas dentro de la misma guía que para la misma frecuencia de trabajo son relativamente más pequeñas que las de las guías de aire de la técnica anterior. Por esta razón, por lo tanto, para las mismas dimensiones planas de la antena, es posible hacer una antena que tiene un mayor número de guías y/o guías con un mayor número de ranuras de radiación obteniendo, por lo tanto, para las mismas dimensiones planas, una mejora en rendimiento en términos de directividad y ganancia.

65 Sin afectar el principio de la invención, las realizaciones y los detalles se pueden variar ampliamente con respecto a

lo que se ha descrito e ilustrado puramente a modo de ejemplo no limitativo, sin por esta razón apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

5 Por ejemplo, de acuerdo con una variante de realización, representada esquemáticamente en la figura 8 en una sección lateral, la antena 10 como se describió con referencia a las figuras 1-6, en la que los conectores 13 no se proporcionan, tiene un comparador monopulso 80 que está operativamente conectado a las ranuras 49 de entrada acopladas con él en el lado de la capa metalizada 3. De acuerdo con una realización particularmente ventajosa, el comparador monopulso 80 es un comparador de guía de onda, hecho en un sustrato dieléctrico 81 análogo al sustrato 11 descrito anteriormente (por lo tanto equipado con dos capas 82 y 83 de metalización) en el que las paredes de guía laterales están hechas con matrices de canales pasantes 22 del tipo descrito con referencia a las guías 20 de radiación. Tal comparador 80 se puede acoplar con la capa metalizada 3 por ejemplo a través de una capa (no representada en la figura 8) análoga a la capa adhesiva 4 descrita anteriormente. De acuerdo con una realización alternativa no mostrada en las figuras, el comparador monopulso es un comparador convencional hecho en un bloque de aluminio y que ha excavado paredes de guía y se fija a la capa metalizada 3 que puede ventajosamente en este caso estar hecha de aluminio y con un espesor mayor de manera que permita el acoplamiento estable con el comparador.

20 Con referencia a la figura 9, de acuerdo con otra variante de realización particularmente ventajosa, dos antenas multicapas del tipo descrito anteriormente con referencia a las figuras 1 y 6, antena superior e inferior respectivamente, diseñadas y dimensionadas para funcionar en dos bandas de frecuencia diferentes (por ejemplo, respectivamente, en las bandas ka y X), están apiladas y acopladas entre sí cara a cara. De esta manera, una se forma antena multibanda y, en particular, una antena de doble banda. Con el fin de permitir que las ranuras de radiación 91 de la antena inferior tengan acceso a la cara 1 de la antena, algunos canales pasantes 91 se hacen por anticipado, internamente revestidos con material eléctricamente conductor, que atraviesan completamente la antena superior y que están dispuestos, como se representa en la figura 9, a fin de no interferir con las guías 20 de onda, de radiación y de alimentación, de la antena superior. En la práctica, tales canales pasantes están dispuestos entre las guías de onda, de radiación, adyacentes de la antena superior. Tales canales pasantes por lo tanto representan una toma de corriente de la cara 10 de las ranuras de radiación de la antena inferior, y por lo tanto su número es igual al número de ranuras de radiación de la antena inferior y que están dispuestas alineadas con ellas. Como puede verse, 30 los canales pasantes 91 que se comunican con las ranuras de radiación de la antena inferior se hacen explotar los espacios intermedios presentes entre las guías 20 de onda, de radiación, adyacentes de la antena superior. Por esta razón, tales canales pasantes 91 pueden ser definidos como que no interfieren con las guías de onda, de radiación, porque ya que no pasan a través de ellos, al menos sustancialmente, no influyen en sus características de propagación. También es adecuado para tales canales pasantes no pasar a través de ninguna guía de onda, de alimentación, de la antena superior.

40 De manera similar, en la antena inferior hay canales pasantes que no interfieren con las guías de tal antena, en el mismo número que y en una posición correspondiente a las ranuras 49 de entrada de la antena superior 10. Con el fin de que tales canales no influyan en el rendimiento de la antena superior, el espesor del canal debe ser ventajosamente de tal manera que la impedancia vista desde el plano de tierra superior que mira hacia el canal esté cerca de cero.

45 La realización que acaba de describirse anteriormente puede implementarse gracias al hecho de que, dado que las guías de radiación se hacen en el sustrato de material dieléctrico (es decir, estas guías están "cargadas"), dichas guías, para la misma frecuencia de trabajo, tienen una anchura inferior a las guías de aire de la técnica anterior, y por lo tanto, para las mismas dimensiones planas de la antena, pueden estar separadas de las guías adyacentes por una cantidad suficiente para hacer canales pasantes 91 entre guías adyacentes sin degradar el rendimiento de la antena debido al efecto lóbulos de rejilla.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Antena (10) de matriz de ranuras con alimentación de guía de onda que comprende al menos una guía (20) de onda, de radiación, que comprende una matriz (21) de ranuras de radiación y al menos una ranura (31) de acoplamiento adaptada para alimentar al menos la guía (20) de onda, de radiación, con radiación electromagnética de radiofrecuencia, teniendo la antena (10) una estructura multicapas y comprendiendo:
- un primer sustrato en forma de placa (11) hecho de material dieléctrico que comprende una primera capa metalizada (1) y una segunda capa metalizada (2) dispuestas respectivamente en una primera cara y una segunda cara opuestas del primer sustrato en forma de placa (11), representando las capas metalizadas primera (1) y segunda (2), respectivamente, una primera pared de confinamiento y una segunda pared de confinamiento opuestas de dicha guía (20) de onda, de radiación, siendo las ranuras (21) de radiación aberturas hechas en la primera capa metalizada (1) y siendo la al menos una ranura (31) de acoplamiento una abertura hecha en la segunda capa metalizada (2);
  - un segundo sustrato en forma de placa (12) hecho de material dieléctrico que tiene una tercera cara acoplada a la segunda capa metalizada, comprendiendo también la antena al menos una guía (40 a 43) de onda, de alimentación, de dicha guía (20) de radiación acoplada operativamente con esta última a través de dicha ranura (31) de acoplamiento, estando hecha la guía (40 a 43) de onda, de alimentación, en el espesor del segundo sustrato en forma de placa (2);
- caracterizada porque la segunda capa metalizada (2) representa una pared de confinamiento superior de la al menos una guía de onda, de alimentación, que es una pared de confinamiento compartida entre dicha guía de onda, de radiación, y dicha guía de onda, de alimentación; y porque los sustratos primero y segundo están acoplados entre sí a través de una capa adhesiva dieléctrica y eléctricamente aislante, la cual, en dicha guía de onda, de alimentación, constituye parte de dicha guía de onda, de alimentación.
- 2.- Antena (10) de matriz de ranuras de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende también una pluralidad de canales pasantes (22) que se extienden en dicho espesor del primer sustrato (11) entre las capas metalizadas primera (1) y segunda (2), estando dichos canales pasantes (22) revestidos internamente o llenos de material eléctricamente conductor, y en la que la guía (20) de onda, de radiación, comprende paredes laterales de confinamiento que comprenden, cada una, una respectiva matriz de dichos canales pasantes (22).
- 3.- Antena (10) de matriz de ranuras de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que el segundo sustrato (2) comprende una cuarta cara opuesta a dicha tercera cara y en la que la antena (10) comprende también una tercera capa metalizada (3) dispuesta sobre dicha cuarta cara, representando la tercera capa metalizada, respectivamente, una pared de confinamiento de la guía (40-43) de onda, de alimentación.
- 4.- Antena (10) de matriz de ranuras de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende también una pluralidad de canales pasantes (91) que se extienden desde la primera capa metalizada (1) a la tercera capa metalizada (3), internamente revestidos con un material eléctricamente conductor, provistos en posiciones tales como para poder acoplar una antena de matriz de ranuras adicional, diseñada para funcionar en una banda diferente, con dicha antena (10) en el lado de dicha tercera capa metalizada (3), a fin de obtener un antena multibanda, estando adaptados dichos canales pasantes para estar orientados hacia las ranuras de radiación de dicha antena adicional y no interferir sustancialmente con dichas guías de radiación, estando dispuestos entre guías de radiación adyacentes.
- 5.- Antena (10) de matriz de ranuras de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, que comprende al menos una primera hendidura ciega (44-47) y una segunda que se extienden desde una superficie libre de la tercera capa metalizada (3), a través del segundo sustrato (12) hasta que parcialmente van sobre dicha segunda capa metalizada (2), comprendiendo las hendiduras primera y segunda, respectivamente, una primera pared y una segunda pared revestidas con una capa metalizada, en la que dichas paredes primera y segunda representan paredes de confinamiento laterales de la guía (40 a 43) de onda, de alimentación.
- 6.- Antena (10) de matriz de ranuras de acuerdo con las reivindicaciones 3 ó 4 ó 5, que comprende también al menos una matriz de canales pasantes (50), que se extienden desde la primera capa metalizada (1) a la tercera (3), revestidos o llenos de un material metálico conductor, estando la al menos una matriz de canales pasantes (51) adaptada para dividir dicha guía (40 a 43) de onda, de alimentación, en dos o más guías de onda, de alimentación.
- 7.- Proceso (100) para hacer una antena (10) de matriz de ranuras que comprende:
- un paso (101) de proporcionar un primer sustrato dieléctrico en forma de placa (11), equipado con dos capas metalizadas opuestas (1, 2) y adaptado para alojar al menos una guía de onda, de radiación, y un segundo sustrato dieléctrico en forma de placa (12), que tiene una cara libre y una cara opuesta revestida con una tercera capa metalizada (3), estando adaptado dicho segundo sustrato para alojar al menos una guía de onda, de alimentación, de dicha guía de onda, de radiación;

- un paso (102) de hacer al menos una matriz (21) de ranuras de radiación por la eliminación selectiva de porciones de la primera capa metalizada (1) y una operación de hacer al menos una ranura (31) de acoplamiento por la eliminación selectiva de al menos una porción de la segunda capa metalizada (2);
- 5 - un paso (104) de acoplar el segundo sustrato (12) con la segunda capa metalizada (2) de manera que dicha segunda capa metalizada sea adecuada para constituir una pared de confinamiento de dicha guía de onda, de alimentación.
- 10 8.- Proceso (100) de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende también un paso (103) que incluye las siguientes operaciones:
- hacer una pluralidad de canales pasantes (22) que se extienden desde la primera capa metalizada (1) a la segunda (2); y
- 15 - revestir superficialmente paredes interiores de dichos canales (22), o llenar tales canales pasantes (22) con un material eléctricamente conductor, de modo que los canales pasantes (22) de este modo llenos o revestidos definen paredes de confinamiento laterales de al menos una guía (20) de onda, de radiación, representando las capas metalizadas primera (1) y segunda (2) otras dos paredes de confinamiento opuestas de dicha guía de onda, de radiación.
- 20 9.- Proceso (100) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el segundo sustrato (2) comprende una cuarta cara opuesta a dicha tercera cara y en el que la antena (10) también comprende una tercera capa metalizada (3) dispuesta en dicha cuarta cara, representando la tercera capa metalizada respectivamente una pared de confinamiento de la guía (40-43) de onda, de alimentación, en el que dicho proceso también comprende un paso (105) de hacer hendiduras ciegas (44, 47) que se extienden desde la tercera capa metalizada (3) hasta que cubren al menos parcialmente la segunda capa metalizada (2) y de revestir paredes internas de tales hendiduras con una metalización, de llenar tales hendiduras con material metálico eléctricamente conductor, para definir paredes de confinamiento laterales de una o más guías (40-43) de onda, de alimentación.
- 25 10.- Proceso (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas 7 a 9, que comprende también un paso de incrementar selectivamente el espesor de dicha segunda capa metalizada (2) para ser llevado a cabo antes de llevar a cabo dicho paso (104) de acoplamiento y después de haber hecho dicha ranura (31) de acoplamiento.
- 30 11.- Proceso de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha antena comprende una pluralidad de dichas guías (20) de radiación y en el que el proceso también comprende un paso de hacer canales pasantes (91) que se extienden desde la primera capa metalizada (1) a la tercera capa metalizada (3), de revestir internamente tales canales con un material eléctricamente conductor, para acoplar dicha antena (10) en el lado de dicha tercera capa metalizada (3) con una antena de matriz de ranuras adicional destinada a funcionar en una banda diferente, siendo adecuados dichos canales pasantes (91) para estar orientados hacia ranuras de radiación de dicha antena adicional y no interferir sustancialmente con dichas guías de radiación, estando dispuestos entre guías (20) de radiación adyacentes.
- 35 40 12.- Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 7 a 11, en el que dicha eliminación selectiva se lleva a cabo fotolitográficamente.
- 45 13.- Antena multibanda que comprende una antena multicapas de acuerdo con la reivindicación 4 y que también comprende dicha antena adicional destinada a funcionar en una banda diferente, estando dichas antenas apiladas una encima de otra y acopladas entre sí.

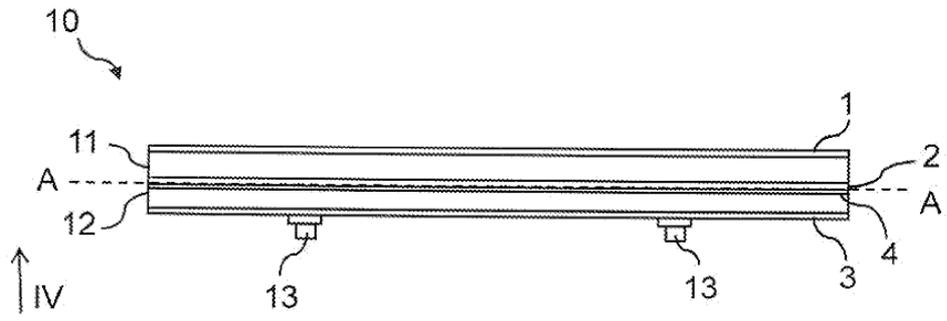


FIG. 1

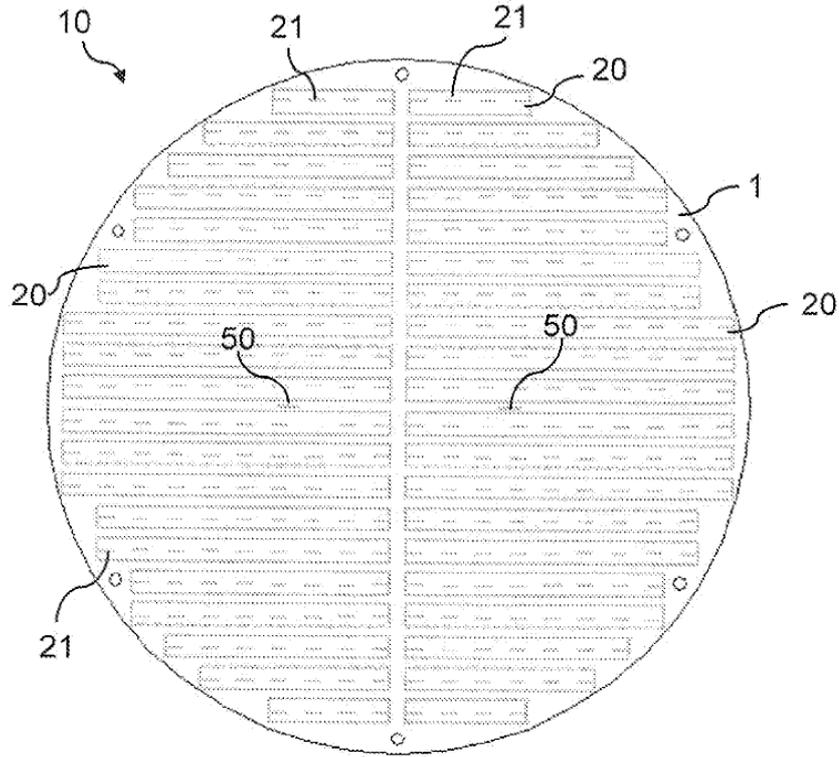


FIG. 2

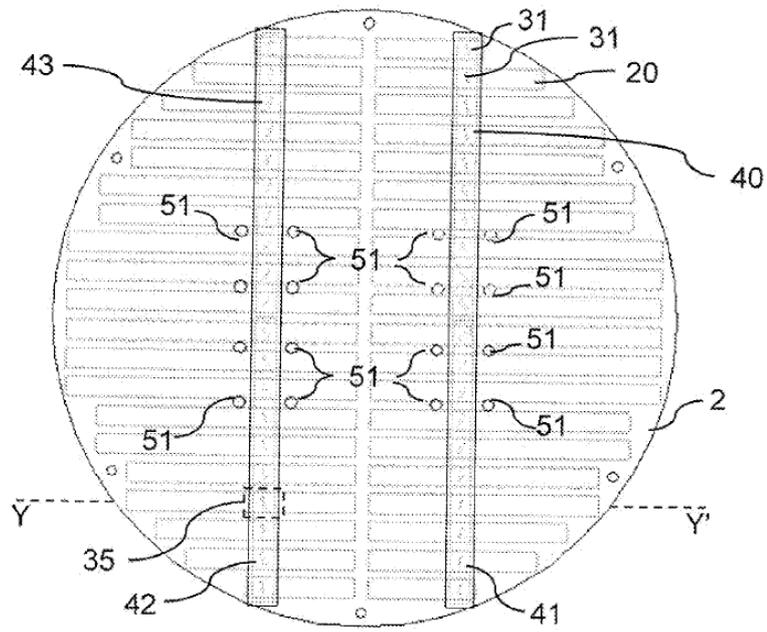


FIG. 3

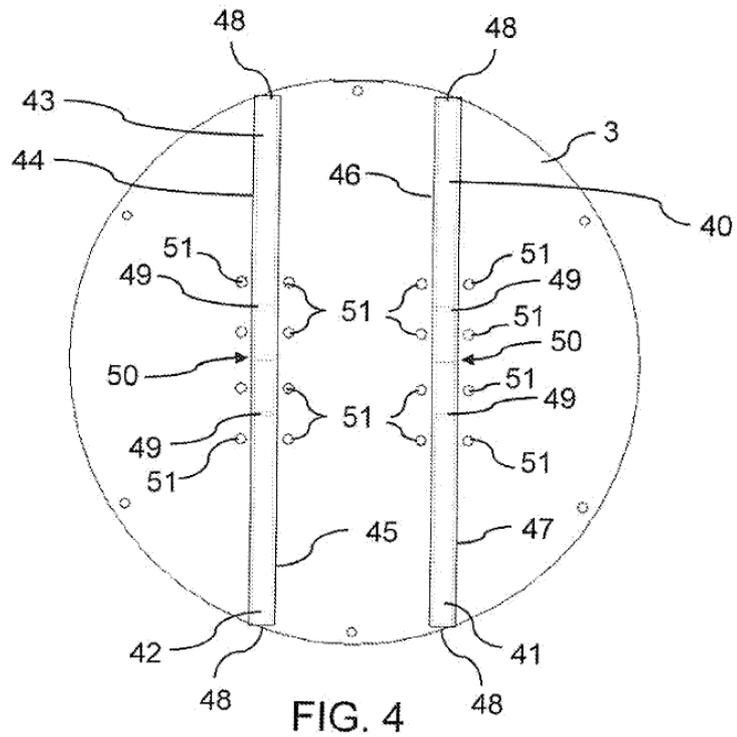


FIG. 4

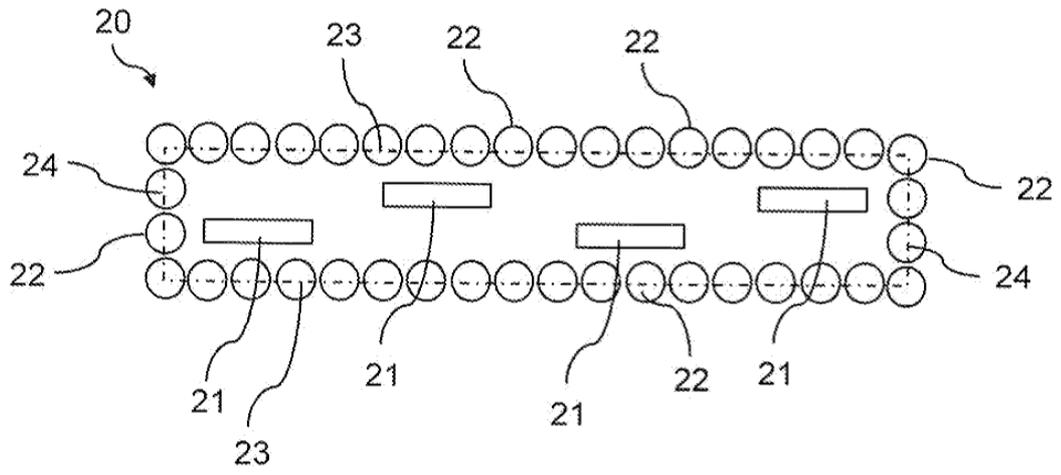


FIG. 5

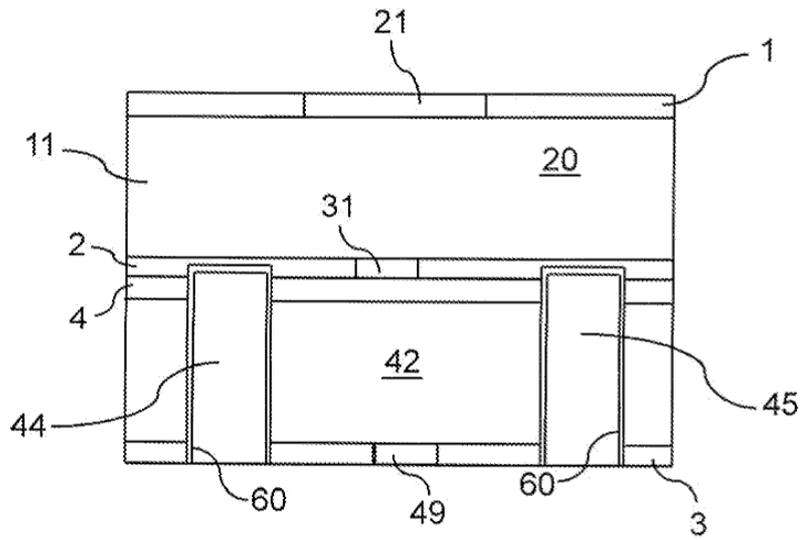


FIG. 6

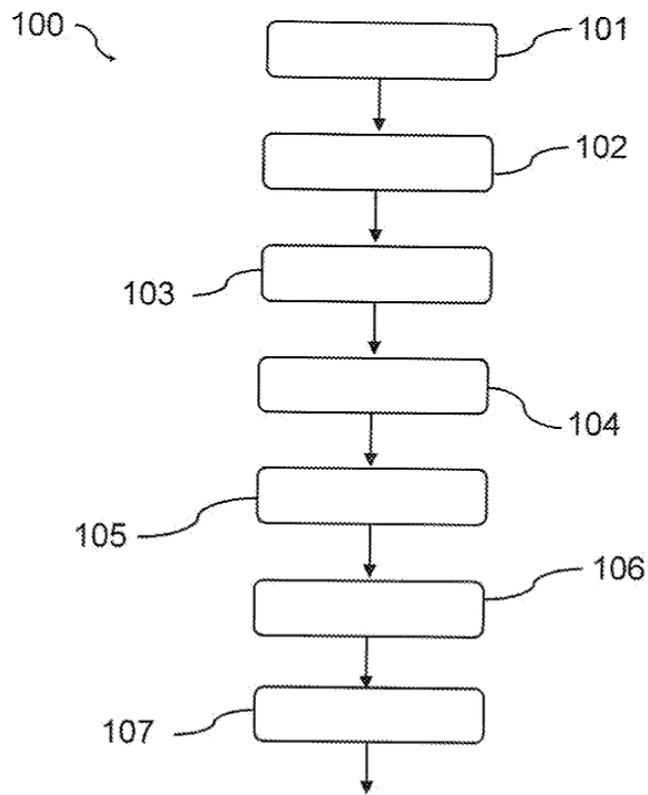


Fig. 7

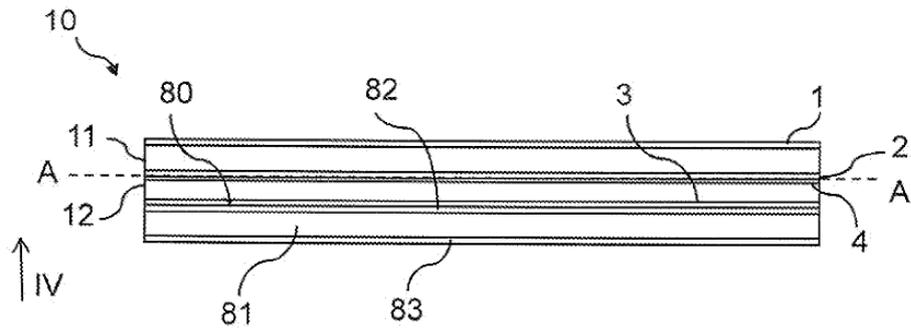


FIG. 8

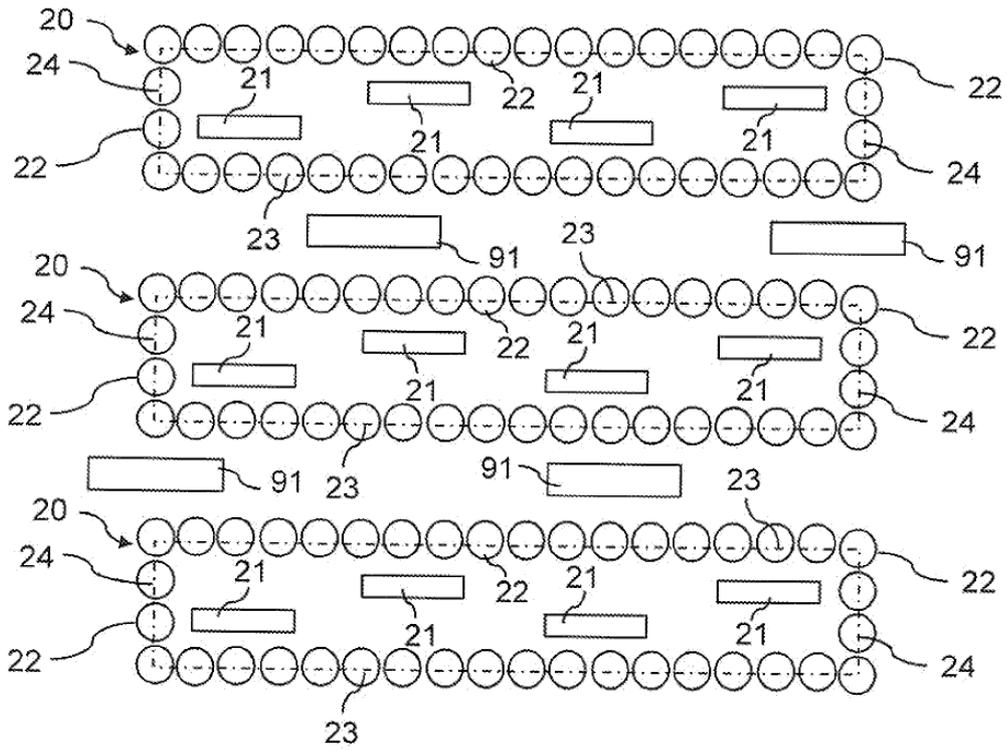


FIG. 9