

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 869**

51 Int. Cl.:

H01Q 21/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2005 PCT/IT2005/000703**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.06.2006 WO06061865**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2005 E 05823808 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 1842265**

54 Título: **Antena de alta eficiencia y proceso de fabricación relacionado**

30 Prioridad:

10.12.2004 IT RM20040605

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

07.03.2018

73 Titular/es:

**SPACE ENGINEERING S.P.A. (100.0%)
VIA DEI BERIO, 91
I-00155 ROMA, IT**

72 Inventor/es:

**RUSSO, PASQUALE;
ROSA, ALESSANDRO;
CATALANI, ALFREDO y
D'IPPOLITO, ANNAMARIA**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 657 869 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 alta eficiencia y proceso de fabricación relacionado

5 La presente invención concierne a una antena plana, que se puede emplear en particular en terminales fijas y móviles adaptadas para la recepción de TV satelital y para enlaces satelitales a multimedia, que es confiable, simple y eficiente, que tiene un ancho de banda de operación amplio y dimensiones volumétricas muy limitadas, y que es extremadamente económica con respecto a los costes de fabricación, instalación y mantenimiento.

La presente invención además concierne al proceso de fabricación de una antena plana como tal.

Es sabido que para la recepción de TV satelital y para enlaces satelitales a multimedia, por ejemplo pertenecientes a Internet, en la actualidad normalmente se utilizan antenas reflectoras.

10 Sin embargo, las antenas reflectoras adolecen de algunos inconvenientes tales como una eficiencia de apertura insuficiente, dimensiones volumétricas significativas, la necesidad de una regulación eléctrica precisa y costes de fabricación, instalación y mantenimiento altos.

Con el fin de resolver esos problemas de las antenas reflectoras, se han desarrollado antenas planas con matrices de elementos radiantes.

15 Sin embargo, incluso este tipo de antenas adolecen de algunos inconvenientes, sustancialmente debidos al hecho de que la arquitectura de esta antena tiene considerables pérdidas de combinación de la red de alimentación o BFN (*Beam Forming Network* – Red de Conformación de Haces) de los elementos radiantes individuales.

20 De hecho, a diferencia del reflector, una antena plana tiene beneficios en términos de la ganancia de antena derivada de la suma coherente de las contribuciones debidas a los elementos individuales que constituyen la antena plana. Tales contribuciones deben ser añadidas de forma coherente a través de una Frecuencia de Radio o un combinador de RF.

25 La tecnología en implementación de una antena plana en la actualidad está esencialmente basada en las microbandas. Aunque la metodología de microbandas trae consigo ventajas en términos de dimensiones, asegurando espesores muy pequeños, las antenas planas con microbandas tienen pérdidas significativas debido a la disipación óhmica de las mismas líneas de microbandas. Algunas soluciones recientemente desarrolladas en la tecnología plana pueden mitigar este problema, pero éstas no pueden resolverlo con certeza, especialmente a altas frecuencias, particularmente a partir de los 10 GHz utilizados normalmente en aplicaciones de satélites.

30 La pérdida óhmica asociada con la BFM, que crece con el aumento de las dimensiones de la antena, limita la obtención de la ganancia de la antena, haciendo ineficiente, al mismo tiempo, a la antena. Esto significa que la antena no saca provecho totalmente de su tamaño.

35 Las tecnologías desarrolladas para eliminar las pérdidas óhmicas BFM, que dan como resultado las “antenas activas”, se basan en componentes activos. Éstos, dispuestos adecuadamente dentro de la BFM lo más cerca posible del elemento radiante, permiten minimizar la contribución de pérdidas como tales, mejorando de este modo la eficiencia y, por lo tanto, la ganancia de las antenas. La posibilidad de insertar un elemento activo directamente en el elemento radiante, tal como un Amplificador de Bajo Ruido o LNA (*Low Noise Amplifier*), un Amplificador de Potencia de Estado Sólido o SSPA (*Solid State Power Amplifier*), o un módulo transmisor/receptor o Tx/Rx, permite además controlar, por ejemplo a través del uso de desfases, la forma y el objetivo del patrón de radiación de la antena.

40 Sin embargo, las antenas activas adolecen del inconveniente de ser particularmente complejas y, consecuentemente, caras. Más aún, el uso de elementos activos requiere un rastreo preciso en amplitud y en fase de las mismas (sintonización), que es difícil de lograr y que depende de parámetros ambientales (por ejemplo, temperatura), especialmente con el aumento de la frecuencia de operación.

45 Un tipo adicional de antena es la antena con sistema de ranuras. Estas antenas consisten esencialmente en una guía de onda provista de ranuras diseñadas adecuadamente, las cuales interrumpen las líneas de energía presentes en la misma guía y que, consecuentemente, se convierten en pequeños elementos radiantes.

Dependiendo de las características radiantes deseadas para la antena, la estructura de la guía de onda puede terminar, ya sea con una terminación resistiva, y en este caso se trata de una denominada antena de onda viajera, o con una terminación de cortocircuito simple, y en este caso se trata de una antena resonante.

Sin embargo, incluso las antenas de ranuras adolecen de algunos inconvenientes.

50 En primer lugar, desde el punto de vista de la configuración, esta arquitectura de antena logra sustancialmente una antena lineal, no plana. Por lo tanto, en el caso en que se requiere una antena plana, es necesario tener un juego de antenas de ranuras lineales provistas con una serie de combinadores que permitan la suma coherente de entradas / salidas de las antenas lineales individuales. Consecuentemente, las antenas planas resultantes son

complejas, tienen pérdidas óhmicas significativas y sus dimensiones se incrementan por el espesor requerido por los diversos componentes.

Más aún, la doble polarización simultánea, así como la polarización circular, se pueden obtener sólo con dificultad y con un aumento considerable de la complejidad de la antena.

5 Además, el objetivo del pico del patrón de radiación se mueve con la frecuencia.

A pesar de eso, en el caso de una antena de terminación en cortocircuito o resonante, el ancho de banda de operación está limitado a unos pocos valores porcentuales, del orden del 3 - 5% alrededor de la frecuencia central, y también es necesaria una precisión muy alta en la fabricación de las ranuras.

10 Finalmente, en el caso de uso de una antena de terminación resistiva o de onda viajera, la eficiencia de la antena lineal individual es menor que la teórica dado que, debido a requerimientos de diseño, para su propia operación, la antena debe disipar absolutamente parte de su potencia en la carga resistiva final.

El documento US 6246264 divulga un formador de haces reconfigurable modular de bajo nivel, ligero de peso, para antenas matriciales, en el cual el BFN está diseñado mediante la división de una matriz grande en un número discreto de submatrices más pequeñas de elementos radiantes.

15 El documento US 6225960 divulga una antena plana de microondas y el proceso de fabricación relacionado, incluyendo un par de pluralidades de canales de sección rectangular que comunican con cavidades de recepción de bocinas de sección cuadrada, actuando cada pluralidad de canales como guías de ondas para señales de microondas polarizadas de forma diferente, separadas por la conformación específica de las cavidades.

20 El documento US 5909191 divulga una antena matricial de haces múltiples o en fase y una red de formación de haces integrados en un conjunto único, en el cual el elemento de antena y la red de formación de haces comprende una pluralidad de radiadores y una serie de componentes de microondas.

Por lo tanto, es un objetivo de la presente invención proporcionar una antena plana, que se puede emplear en particular en aplicaciones de alta frecuencia, que es confiable, simple y eficiente, y que tiene un ancho de banda de operación amplio.

25 También es un objetivo de la presente invención proporcionar una antena como tal que tiene un pico de patrón de radiación que es constante sobre el ancho de banda de operación y que es extremadamente barato con respecto a los costes de fabricación, instalación y mantenimiento.

Es un objeto específico de la presente invención, una antena matricial plana como se define en la reivindicación independiente 1.

30 Realizaciones adicionales de la antena matricial plana se definen en las reivindicaciones dependientes 2 - 13.

Es todavía un objeto específico de la presente invención, un proceso de fabricación de una antena matricial plana, como se define en la reivindicación independiente 14.

Se definen realizaciones adicionales del proceso en las reivindicaciones dependientes 15 - 19.

35 Ahora se describirá la presente invención, a modo de ilustración y no a modo de limitación, según sus realizaciones preferidas, con referencia en particular a las Figuras de los dibujos adjuntos, en los cuales:

la Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una primera realización de la antena según la invención, en despiece mostrando las capas que lo conforman;

la Figura 2 muestra una zona particular de la antena de la Figura 1;

la Figura 3 muestra una vista en perspectiva de una primera sección de la antena de la Figura 1;

40 la Figura 4 muestra una vista en perspectiva de una segunda sección de la antena de la Figura 1;

las Figura 5a y 5b muestran respectivamente una disposición de la antena de la Figura 1 y la distribución de amplitud respectiva sobre la apertura en el plano horizontal; y

la Figura 6 muestra una segunda realización de la antena según la invención.

En las Figuras se indican con el mismo número de referencia los elementos similares.

45 Con referencia a las Figuras 1 - 4, se puede observar que la realización preferida de la antena matricial 1 según la invención comprende un conjunto de aberturas conformadas 2 convergentes como una pirámide truncada de base cuadrada, cada una de las cuales constituye un elemento radiante de la matriz. Sin embargo, debería entenderse que la forma cuadrada de las aberturas conformadas 2 de la antena de las Figuras 1 - 4 se muestra a modo de ejemplo y no a modo de limitación, siendo otras realizaciones capaces de adoptar diferentes formas de la base de la

pirámide truncada de las aberturas 2, tales como, por ejemplo, formas rectangular, circular, hexagonal, octogonal, dependiendo de las características electromagnéticas que se desea obtener para las aplicaciones específicas de la antena. De forma similar, la forma de pirámide truncada de las aberturas 2 se muestra a modo de ejemplo y no a modo de limitación.

5 Las aberturas 2 están alimentadas por medio de una red BFN de tipo paralela para un control fino de las características de la antena 1 en términos de ancho de banda operativo, ganancia, mínimo movimiento del haz en el interior de la banda, pureza de polarización. La red BFN está basada en el uso de guías de onda 3 obtenidas directamente de la masa de la antena 1, por debajo de los elementos radiantes 2 de la antena 1. En particular, se puede observar que las salidas 4 de las guías de onda cuadradas de la red BFN están dispuestas con la sección transversal inclinada en 45 grados con respecto a las bases de la pirámide truncada de las aberturas 2. La antena también comprende una entrada de guía de onda (o una salida) (no mostrada), que tiene una sección cuadrada, la cual está preferiblemente dispuesta, o bien al costado de la antena 1, o atrás, sobre la superficie opuesta a la de las aberturas radiantes 2.

10 Obviamente, el tamaño y la forma de las guías de onda 3, así como la configuración de la red BFN, dependen de las características electromagnéticas que se desea obtener para las aplicaciones específicas de la antena, tales como, por ejemplo, de la banda de frecuencia en la cual se usa la antena.

15 Como se muestra en las Figuras 1 – 4 (y más en particular en las Figuras 1 y 2), la antena 1 comprende una capa inferior 5, una capa intermedia 6 y una capa superior 7 (que corresponde a los elementos radiantes 2), cada una de las cuales se obtiene a partir de la mecanización de los materiales usados para fabricar la antena 1. Una mecanización como tal de las tres capas 5, 6 y 7 configura una porción de las guías de onda 3 de la red BFN. Al final de la mecanización se acoplan de forma integral las tres capas 5, 6 y 7 unas a otras con el fin de hacer corresponder las respectivas porciones de las guías de onda 3 de la red BFN y las aberturas 2, unas con las otras (a modo de ejemplo y no de limitación, mediante la ayuda de clavijas conformadas en una capa que se insertan en las correspondientes muescas de la capa adyacente).

20 En particular, el material puede ser metálico o bien un material de bajo coste, tal como, por ejemplo, un plástico que posteriormente se metaliza.

25 En el caso en el que el material usado es metálico, la mecanización de cada una de las tres capas es una micromecanización, por ejemplo una de tipo mecánico y / o eléctrico, y el acoplamiento integral de las tres capas 5, 6 y 7 se puede obtener mediante técnicas estándar (a modo de ejemplo y no a modo de limitación, mediante soldadura láser).

30 En el caso en el que el material usado es plástico, la mecanización de cada una de las tres capas puede ser simplemente un moldeo, y el acoplamiento integral de las tres capas 5, 6 y 7 se puede obtener mediante técnicas estándar (a modo de ejemplo y no a modo de limitación, mediante soldadura). En particular, después de la mecanización de las capas de plástico, y ya sea antes o después del acoplamiento integral, se metalizan las superficies de las guías de onda 3 y las bocinas que constituyen las aberturas conformadas 2.

35 La antena de las Figuras 1 – 4 comprende aberturas 2 y dos redes BFN capaces de operar con dos polarizaciones ortogonales, lineal y /o circular. La antena de la Figura 1 permite, de este modo, obtener 2 polarizaciones simultáneas muy aisladas.

40 Otras realizaciones de la antena según la invención pueden comprender aberturas radiantes y una red BFN única capaz de proporcionar una polarización única.

Las características de las dos polarizaciones operativas, correspondientes a dos entradas separadas (o salidas) de la antena 1, son muy similares sobre toda la banda de operación.

45 En particular, la antena según la invención puede utilizarse tanto en una configuración pasiva (tal como la mostrada en las Figuras 1 – 4) dado que está caracterizada por unas pérdidas óhmicas extremadamente reducidas de la red BFN, como en una configuración de “antena activa”, es decir, provista (siempre dentro del cuerpo de antena) de un amplificador LNA, y / o un amplificador SSPA, y / o un módulo Ts / Rx, y / o un desfaseador.

Las diferentes realizaciones de la antena según la invención pueden comprender un número de capas mecanizadas diferente de tres, dependiendo de la complejidad de la red BFN que se va a realizar y de los posibles componentes activos de una configuración de “antena activa”.

50 Las ventajas ofrecidas por la antena según la presente invención con respecto a las antenas reflectoras, antenas planas y antenas de ranuras disponibles en la actualidad son considerables.

En primer lugar, ésta tiene un ancho de banda de frecuencia de operación porcentual de por lo menos hasta un 50%.

55 Más aún, la antena según la invención puede operar con cualquier tipo de polarización, por ejemplo lineal simple, lineal dual, circular simple, circular dual, con una separación de los componentes ortogonales mejor que 30 dB. La

polarización circular puede obtenerse ya sea al nivel de la red BFN, o mediante la inserción de “capas” dieléctricas adecuadas en las aberturas radiantes, o mediante el uso de un polarizador externo.

Además, la antena según la invención tiene una eficiencia de apertura sustancialmente igual al valor teórico, con una eficiencia de antena total mejor que el 85%.

- 5 Además, la tecnología de la antena, basada en las guías de onda, hace que sea usada preferiblemente a altas frecuencias, hasta en el orden de 100 GHz.

Además, la facilidad de fabricación y la posibilidad de realizar la antena según la invención en un material de bajo coste, tal como, por ejemplo, plástico metalizado, la hace particularmente atractiva para producción en masa.

- 10 La antena según la invención puede ser utilizada en muchas aplicaciones, como por ejemplo: recepción de TV satelital en banda Ku; enlace por satélite a multimedia en banda Ku; enlace por satélite a multimedia en banda Ka; recepción de TV satelital de alta definición en banda Ka; conexión entre enlaces de radio desde banda Ku y en adelante; uso como terminal móvil o medios de transporte tales como trenes, coches, aviones, y cambios en bandas C, Ka, Ku, Q / V y W; uso como terminal fija, y uso para aplicaciones de percepción remota terrestre (repetidor / calibrador) en banda C y en banda X.

- 15 En particular, para la mayoría de las aplicaciones mencionadas anteriormente, la antena según la invención puede necesitar una discriminación espacial entre satélites contiguos.

- 20 Como se muestra en la Figura 5a, esto es fácilmente obtenible mediante posicionamiento de la antena 1 a 45 grados (en caso de antena cuadrada como la de las Figuras 1 – 4) y aprovechamiento de la pendiente natural de la amplitud de iluminación (pendiente de la amplitud) hacia el borde de la misma antena 1 en el plano horizontal, dando como resultado lóbulos laterales muy bajos del patrón de radiación. En otras palabras, esta forma de distribución de amplitud corresponde a un patrón de radiación de campo lejano de una antena, caracterizado por lóbulos laterales extremadamente bajos, capaz de discriminar la recepción de la señal deseada de las de señales de interferencia que llegan de otros satélites ubicados cerca del de interés. En particular, la antena 1 de las Figuras 1 – 4 hace posible polarizaciones lineales que son paralelas (horizontal) y perpendicular (vertical) con respecto al plano horizontal mencionado anteriormente (que es la razón por la cual las bocinas 4 de guía de onda cuadrada de salida de la red BFN se sitúan con la sección transversal inclinada en 45 grados con respecto a las bases de la pirámide truncada de las aberturas 2).

- 25 Otra manera de obtener una pendiente de amplitud capaz de hacer posible una discriminación espacial, ligeramente más compleja en términos de esquema de la red BFN, es la mostrada en la Figura 6, en la cual una antena 1' según la invención comprende un conjunto de aberturas radiantes cuadradas 2 dispuestas en una matriz que tiene una configuración sustancialmente en forma de rombo, en la cual el número de aberturas radiantes 2 en las columnas verticales decrece desde el centro de la antena hacia los lados de la misma.

- 30 Se han descrito anteriormente las realizaciones preferidas y se han sugerido algunas modificaciones de esta invención, pero debería entenderse que aquéllos expertos en la técnica pueden hacer otras variaciones y cambios sin apartarse de este modo del alcance relacionado de protección, como se define mediante las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

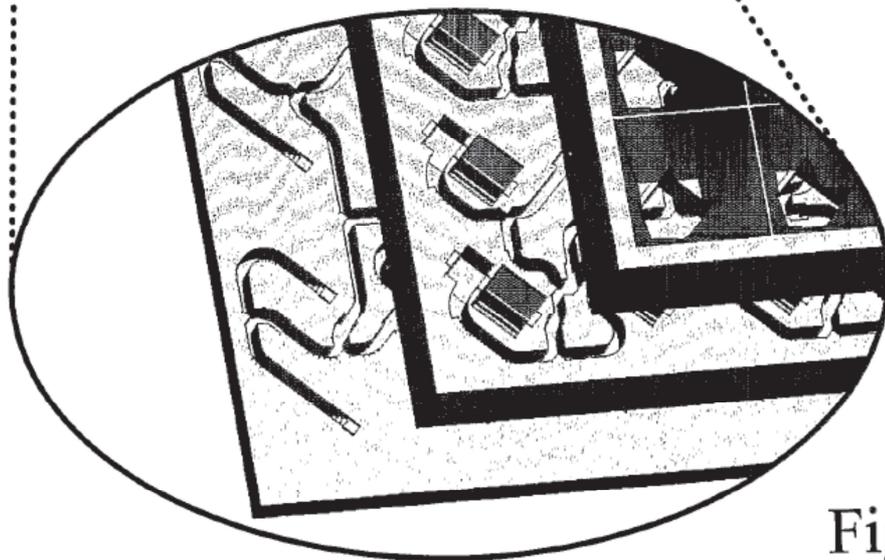
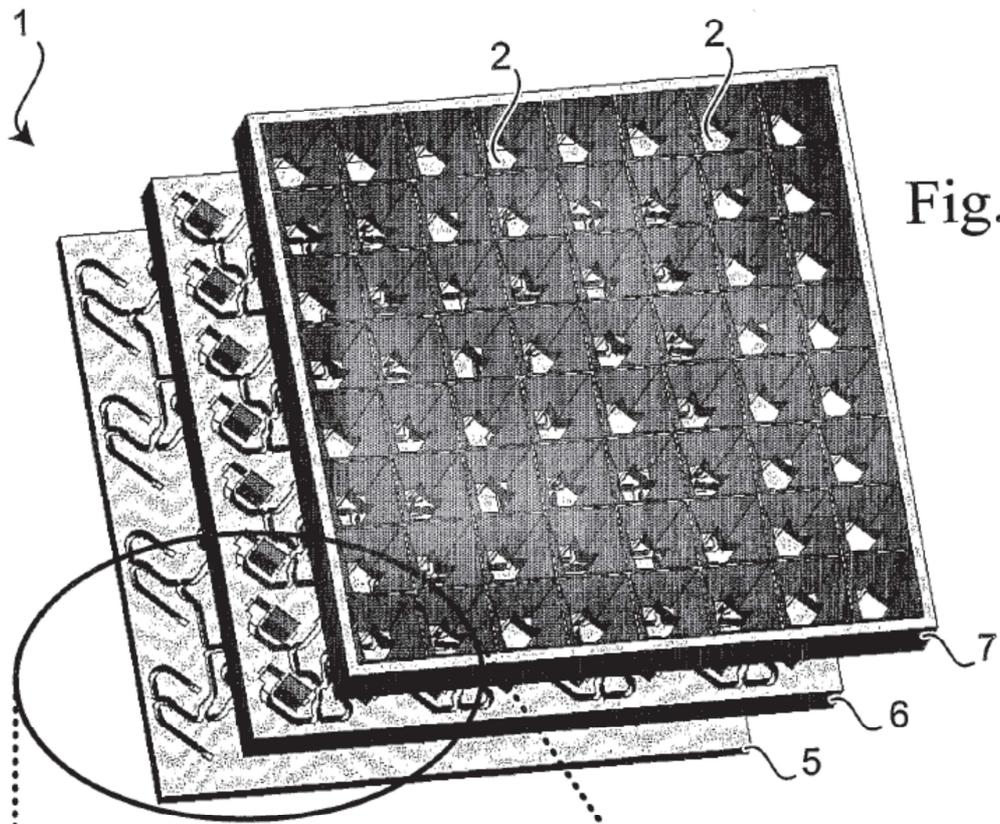
1. Antena matricial plana (1, 1') que comprende un conjunto de por lo menos dos elementos radiantes de recepción y / o transmisión y guías de onda (3) dispuestos en el interior de la masa de la antena (1, 1'), comprendiendo cada uno de dichos elementos radiantes una abertura (2), caracterizada por que dichos por lo menos dos elementos radiantes de recepción y / o transmisión son alimentados por medio de por lo menos una red de conformación de haces o BFN de tipo paralelo, estando hecha dicha por lo menos una red BFN mediante dichas guías de onda (3) dispuestas en el interior de la masa de la antena (1, 1'), por lo cual cada una de las aberturas (2) es una bocina de entrada y / o salida (4) de una guía de onda (3) de la red BFN.
2. Antena matricial según la reivindicación 1, caracterizada por que ésta comprende una red BFN para cada polarización de onda que la antena es capaz de recibir y / o transmitir.
3. Antena matricial según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que ésta comprende por lo menos una conexión de guía de onda de entrada y / o salida, dispuesta ya sea en un costado y / o sobre la superficie opuesta a la de las aberturas (2).
4. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que al menos una abertura (2) tiene una forma cuadrada, o rectangular, o circular, o hexagonal, u octogonal.
5. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que por lo menos una abertura (2) es convergente.
6. Antena matricial según la reivindicación 5, caracterizada por que dicha por lo menos una abertura (2) tiene una forma de pirámide truncada o de cono truncado.
7. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que ésta recibe y / o transmite simultáneamente ondas de polarización dual.
8. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las aberturas (2) están dispuestas en una matriz cuadrada, teniendo cada una de las aberturas (2) una forma de pirámide truncada de base cuadrada y siendo alimentada por una salida (4) de una correspondiente guía de onda cuadrada (3) de dicha por lo menos una red BFN, la sección transversal de la cual está inclinada en 45 grados con respecto a la base cuadrada de la pirámide truncada de la abertura (2).
9. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que cada una de las aberturas (2) tiene una forma de pirámide truncada de base cuadrada y es alimentada por una salida (4) de una correspondiente guía de onda cuadrada (3) de dicha por lo menos una red BFN, la sección transversal de la cual corresponde a una base cuadrada de la pirámide truncada de la abertura (2), estando dispuesto el conjunto de aberturas (2) en una matriz que tiene una configuración en forma de rombo, en la cual el número de aberturas (2) en las columnas verticales de la matriz decrece desde el centro de la antena hacia los lados de la misma.
10. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que además comprende componentes activos de microonda.
11. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que ésta es capaz de operar en banda C y /o en banda Ku y / o en banda Ka y / o en banda Q / V y / o en banda W.
12. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que ésta está hecha de material metálico.
13. Antena matricial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada por que ésta está hecha de material plástico, estando metalizadas las superficies de las guías de onda (3) y de las aberturas (2).
14. Proceso de fabricación de una antena matricial plana (1, 1') según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 – 13, caracterizado por que éste comprende las siguientes etapas:
- fabricación de por lo menos dos capas (5, 6, 7), de manera que se realiza en cada una de dichas por lo menos dos capas (5, 6, 7), por lo menos una respectiva porción de las guías de onda (3) de la red BFN y / o de las aberturas (2);
 - acoplamiento integral de dichas por lo menos dos capas (5, 6, 7), de manera que se hace corresponder las respectivas porciones de capas adyacentes, unas con otras.
15. Proceso según la reivindicación 14, caracterizado por que la antena matricial a fabricar es una antena matricial según la reivindicación 12, y por que la etapa de fabricación de dichas por lo menos dos capas (5, 6, 7) es una etapa de micromecanización mecánica y / o eléctrica.
16. Proceso según la reivindicación 15, caracterizado por que la etapa de acoplamiento integral de dichas por lo menos dos capas (5, 6, 7) es una etapa de soldadura.

17. Proceso según la reivindicación 14, caracterizado por que la antena matricial a fabricar es una antena matricial según la reivindicación 13, y por que éste comprende además la siguiente etapa:

- metalización de las superficies de las guías de onda (3) y de las aberturas (2).

5 18. Proceso según la reivindicación 17, caracterizado por que la etapa de fabricación de dichas por lo menos dos capas (5, 6, 7) es una etapa de moldeo.

19. Proceso según la reivindicación 17 o 18, caracterizado por que la etapa de acoplamiento integral de dichas por lo menos dos capas (5, 6, 7) es una etapa de soldadura.



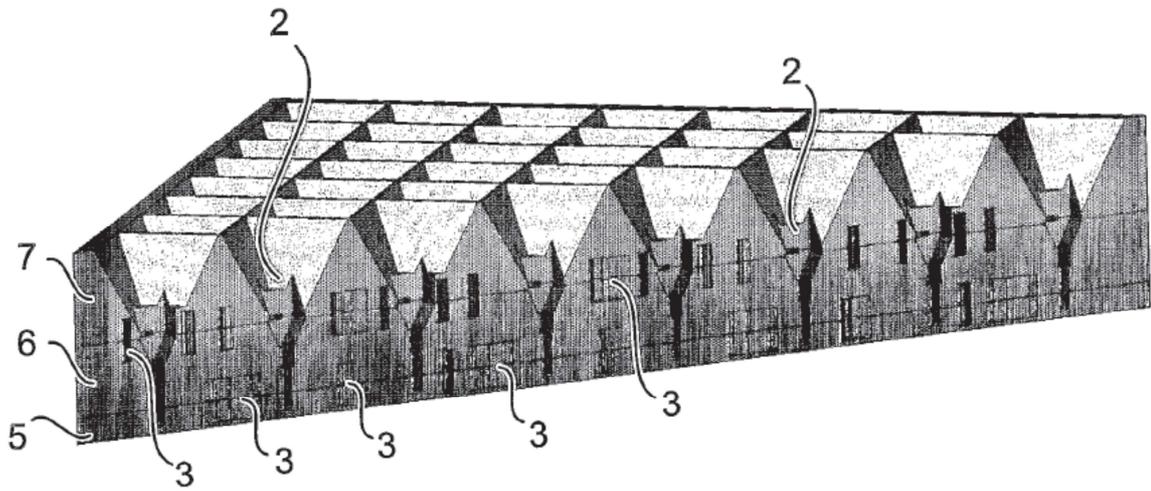


Fig. 3

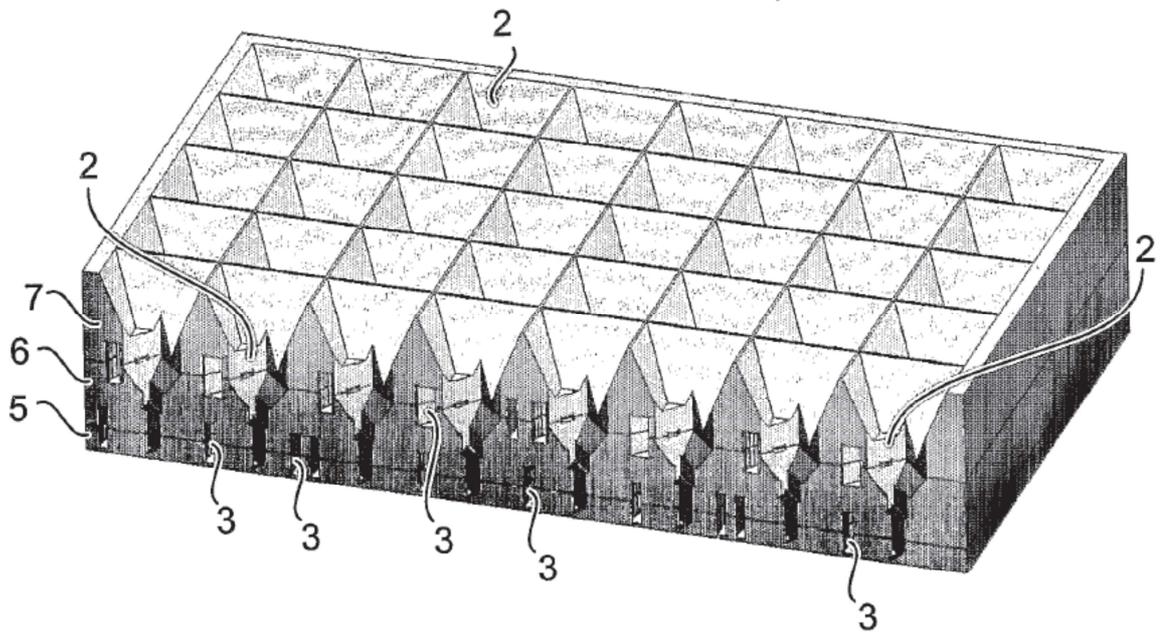


Fig. 4

