

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 819**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 5/00 (2006.01)

H01Q 9/16 (2006.01)

H01Q 13/08 (2006.01)

H01Q 21/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2008 E 08006243 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 1983610**

54 Título: **Matriz de antenas de banda ultraancha con resonancia de baja frecuencia adicional**

30 Prioridad:

16.04.2007 US 735822

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

12.04.2013

73 Titular/es:

**RAYTHEON COMPANY (100.0%)
870 WINTER STREET
WALTHAM, MASSACHUSETTS 02451-1449, US**

72 Inventor/es:

MCGRATH, DANIEL

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 400 819 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

Matriz de antenas de banda ultraancha con resonancia de baja frecuencia adicional

Campo técnico

5 Esta invención se refiere en general a antenas, y más particularmente a métodos y sistemas para elementos radiantes.

Antecedentes

Las antenas pueden usarse en una variedad de aplicaciones. Algunas aplicaciones tienen ciertas restricciones de diseño, tales como, profundidad física (protrusión y/o intrusión), ancho de banda operativo, funcionamiento a baja frecuencia, y/o recibir y transmitir funcionalidad.

10 Tyzh-Ghuong Ma *et al.*, IEE Antennas and Propagation Society International Symposium, boletín de 2003, 22-27 de junio, vol. 3, páginas 608-611 dan a conocer una antena dipolo impresa de banda ultraancha compacta con alimentación por ranura de sección decreciente.

Sumario

15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método para formar un elemento radiante y un elemento radiante que es poco profundo y eficaz. Este objeto puede lograrse mediante las características definidas en las reivindicaciones independientes. Se caracterizan mejoras adicionales en las reivindicaciones dependientes.

Según las enseñanzas de la presente descripción, se proporciona un elemento radiante según la reivindicación 1 y un método de formación de un elemento radiante según la reivindicación 8.

20 Algunas ventajas técnicas de ciertas realizaciones de la presente descripción incluyen proporcionar una antena eficaz que funciona sobre un ancho de banda de 5:1 superior, con cobertura de punto añadida sobre una banda estrecha por debajo de aproximadamente un décimo de la frecuencia más alta. Otras ventajas técnicas de ciertas realizaciones de la presente descripción incluyen proporcionar una antena con una profundidad poco profunda global que es aproximadamente un séptimo de una longitud de onda a baja frecuencia. Algunas realizaciones pueden proporcionar una antena de estructura poco profunda que puede tanto transmitir como recibir sobre un ancho de banda de 10:1.

25 Otras ventajas técnicas de la presente descripción serán fácilmente evidentes para un experto en la técnica a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones. Además, aunque se han enumerado anteriormente las ventajas específicas, diversas realizaciones pueden incluir todas, algunas o ninguna de las ventajas enumeradas.

Breve descripción de los dibujos

30 Para una comprensión más completa de la presente descripción y sus ventajas, se hace referencia ahora, de ejemplo, a la siguiente descripción, tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en despiece ordenado de una parte de una antena que tiene múltiples elementos radiantes configurados en una matriz según una realización de la presente descripción;

35 la figura 2 es una gráfica que muestra una pérdida de retorno como una función de frecuencia para la antena de la figura 1;

la figura 3 es una vista en despiece ordenado de una parte de una antena que tiene múltiples tarjetas de circuito de línea de cinta según una realización alternativa de la presente descripción;

la figura 4 es una vista en despiece ordenado de una parte de una antena que acopla de manera capacitiva las múltiples tarjetas de circuito de línea de cinta de la figura 3 a una lámina de cubierta; y

40 la figura 5 ilustra una vista en perspectiva de un único elemento radiante que tiene una alimentación coaxial según una realización de la presente descripción.

Descripción detallada

45 Según las enseñanzas de la presente descripción, se proporcionan elementos radiantes mejorados y métodos para formar los mismos. Algunas realizaciones pueden proporcionar una antena de estructura poco profunda que puede tanto transmitir como recibir sobre un ancho de banda de 10:1.

La figura 1 es una vista en despiece ordenado de una parte de una antena 100 que tiene múltiples elementos radiantes 102 configurados en una matriz 104 según una realización de la presente descripción. Cada elemento radiante 102 está acoplado de manera comunicativa a través de una capa dieléctrica 106 a conectores respectivos 108. En funcionamiento, la antena 100 puede transmitir y recibir eficazmente señales sobre un ancho de banda

amplio, tal como se describe adicionalmente a continuación.

En la realización de ejemplo, cada elemento radiante 102a, 102b, 102c y 102d puede tanto recibir como transmitir señales. La trayectoria de propagación de señales a lo largo de cada elemento radiante 102 depende parcialmente de una frecuencia de la señal, tal como se explica adicionalmente a continuación. En ciertas realizaciones, esta dependencia controlada por frecuencia permite que la antena 100 funcione eficazmente sobre un ancho de banda de 5:1 superior, con cobertura de punto añadida sobre una banda estrecha a aproximadamente un décimo de la frecuencia más alta.

Cada elemento radiante 102 incluye generalmente un par de dedos conductores (por ejemplo, los dedos 110a y 110b del elemento radiante 102d) separados al menos parcialmente por un balun 112 y una muesca de sección decreciente 116. Los balun 112 facilitan generalmente la adaptación de impedancia y las muescas de sección decreciente 116 permiten generalmente el funcionamiento de los elementos radiantes 102 en un modo muesca-antena. Adicionalmente, cada dedo 110 tiene una ranura respectiva (por ejemplo, la ranura 114a del dedo 110a y la ranura 114b del dedo 110b) que separa una parte en forma de media pala respectiva 113 de una parte de brazo de dipolo respectiva 115. Aunque las partes 113 son en forma de media pala, puede usarse cualquier forma adecuada. En la realización de ejemplo, las ranuras 114 se forman paralelas aproximadamente al perfil de muesca de sección decreciente 116. De esta manera, el elemento radiante 102 se parece generalmente a un dipolo acampanado dentro de una muesca acampanada.

En la realización de ejemplo, cada elemento radiante 102 tiene una anchura 118, grosor 119 y longitud 120 ajustadas a respuestas de frecuencia particulares. Estas dimensiones 118, 119 y 120 pueden cuantificarse en longitudes de onda con respecto a un límite de alta frecuencia ($f_{m\acute{a}x}$) de la antena 100. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 1, cada elemento radiante tiene una anchura 118 y una longitud 120 aproximada de 0,58 y 2,0 longitudes de onda respectivamente en relación con la longitud de onda de $f_{m\acute{a}x}$; sin embargo, puede usarse cualquier dimensión adecuada dependiendo de la respuesta de frecuencia deseada de la antena 100. Además, cada elemento radiante 102 tiene un grosor 119 y una anchura de ranura 114 de aproximadamente 0,04 y 0,03 longitudes de onda respectivamente; sin embargo, el grosor 119 y la anchura de ranura 114 pueden variar sustancialmente.

Las dimensiones relativas 118, 119 y 120 y la separación de la antena 100 son sólo para fines de ejemplo y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción. En diversas realizaciones, las dimensiones y la separación ilustradas en la figura 1 pueden permitir un ángulo de exploración de $\pm 45^\circ$ a $f_{m\acute{a}x}$; sin embargo, puede usarse cualquier dimensión o separación adecuadas que puedan funcionar para soportar cualquiera de una variedad de ángulos de exploración. Aunque la figura 1 ilustra cuatro elementos radiantes 102a, 102b, 102c y 102d, la antena 100 puede incluir cualquier número adecuado de elementos radiantes. Los elementos radiantes 102 están configurados en una matriz 104 que tiene una única fila; sin embargo, los elementos radiantes 102 pueden tener cualquier configuración adecuada. Por ejemplo, los elementos radiantes 102 pueden configurarse en múltiples filas dispuestas verticalmente, formando de este modo una matriz bidimensional.

La formación de la matriz 104 puede efectuarse mediante cualquiera de una variedad de procedimientos que usan cualquier material adecuado que pueda comunicar una señal. En la realización de ejemplo, la matriz 104 se forma mecanizando una placa sólida, eléctricamente conductora para formar el balun 112, las ranuras 114 y las muescas de sección decreciente 116 de cada elemento radiante 102. Algunos métodos de ejemplo alternativos para formar la matriz 104 se ilustran en las figuras 3 a 5 a continuación.

Un conjunto de condensadores de ranura 105 permiten generalmente que la antena 100 se comporte como una antena dipolo a una o más bajas frecuencias y como una antena de muesca a frecuencias superiores. En la realización de ejemplo, los condensadores de ranura 105 son superficies de componentes discretas montadas en la matriz 104 de manera que acopla de manera capacitiva las partes en forma de media pala 113 a brazos de dipolo adyacentes respectivamente 115. Los condensadores de ranura 105 tienen impedancia dependiente de la frecuencia. Es decir, los condensadores de ranura 105 se comportan como circuitos abiertos a frecuencias inferiores y como cortocircuitos a frecuencias superiores, modificando de este modo la respuesta de frecuencia de la antena 100. Tal como se muestra en la figura 1, los condensadores de ranura 105 se sitúan en diversas ubicaciones a lo largo de la longitud de ranuras respectivas 114, distribuyendo eficazmente de este modo el acoplamiento capacitivo entre las partes 113 a los brazos de dipolo adyacentes respectivamente 115. Algunas realizaciones alternativas pueden colocar condensadores de ranura 105 en otro lugar, tal como, por ejemplo, dentro de las ranuras respectivas 114.

Algunas realizaciones alternativas pueden no incluir condensadores de ranura 105. En algunas de tales realizaciones, las ranuras 114 pueden ser lo suficientemente estrechas en anchura para acoplar de manera capacitiva las partes 113 directamente a los brazos de dipolo respectivos 115 debido a su proximidad relativa. En otro ejemplo, pueden usarse diodos varactores en lugar de condensadores de ranura 105, permitiendo de este modo un diseño controlado por tensión, ajustable por frecuencia. Algunas realizaciones alternativas pueden acoplar eléctricamente las partes 113 y los brazos de dipolo respectivos 115 usando conmutadores, tales como, por ejemplo, transistores de efecto de campo, diodos y/o sistemas electromecánicos. En todavía otro ejemplo alternativo, puede disponerse material conductor sobre la(s) capa(s) dieléctrica(s) 106 o en una segunda capa dieléctrica de manera que superponga y conecte las partes 113 y los brazos de dipolo 115, tal como se describe adicionalmente a

continuación con referencia a la figura 4.

En la realización de ejemplo, un conjunto de condensadores de dipolo 103 acoplan de manera capacitiva los brazos de dipolo 115 de elementos radiantes adyacentes 102, permitiendo de este modo que la antena 100 se ajuste a una resonancia de baja frecuencia deseada. En un ejemplo no limitativo, los condensadores de dipolo 103 y los condensadores de ranura 105 pueden permitir la resonancia a baja frecuencia para la antena 100 al 7,5% de un límite de alta frecuencia ($f_{m\acute{a}x}$), tal como se ilustra adicionalmente más adelante con referencia a la figura 2. Las propiedades capacitivas de los condensadores de dipolo 103 y los condensadores de ranura 105 pueden variar independientemente dependiendo de la respuesta de frecuencia deseada de la antena 100.

La capa dieléctrica 106 facilita generalmente la comunicación de señales entre elementos radiantes 102 y conectores respectivos 108. Tal como se muestra en la figura 1, la capa dieléctrica 106 es una tarjeta de circuito formada de fibra de vidrio con resina epoxídica G10 ($\epsilon_r=4,4$) e incluye líneas de alimentación de microbanda conductoras 107; sin embargo, puede usarse cualquier material y/o configuración adecuados. En la realización de ejemplo, las líneas de alimentación 107 dispuestas sobre o dentro de la capa dieléctrica 106 acoplan de manera comunicativa los elementos radiantes 102 a los conectores coaxiales respectivos 108; sin embargo, diversas realizaciones pueden no incluir conectores coaxiales 108.

Por tanto, la realización de ejemplo proporciona una antena de estructura de soporte poco profunda que puede tanto transmitir como recibir señales sobre un ancho de banda de 10:1. En términos de $f_{m\acute{a}x}$, la longitud 118 o profundidad "poco profunda" de cada elemento radiante 102 es aproximadamente dos longitudes de onda con respecto a $f_{m\acute{a}x}$, o aproximadamente un séptimo de una longitud de onda con respecto a una baja frecuencia de aproximadamente el 7,5% de la de $f_{m\acute{a}x}$. Los detalles asociados con la respuesta de frecuencia de la antena 100 se explican adicionalmente con referencia a la representación gráfica de la figura 2.

La figura 2 es una gráfica 200 que muestra la pérdida de retorno como función de la frecuencia para la antena 100 de la figura 1. Puesto que la pérdida de retorno es una manera convencional de expresar la reflexión, a menudo es deseable que la pérdida de retorno sea lo más baja posible. Tal como se muestra en la figura 2, la antena 100 proporciona un ancho de banda de pérdida de retorno que está continuamente por debajo de -10 dB desde el 19% de $f_{m\acute{a}x}$ hasta el 100% de $f_{m\acute{a}x}$. Además, la antena 100 proporciona cobertura de punto añadida sobre una banda estrecha centrada en aproximadamente el 7,5% de $f_{m\acute{a}x}$. Expresado según otra norma industrial, la antena 100 proporciona un ancho de banda de al menos 5:1 para -10 dB, con cobertura de punto añadida por debajo de un décimo de $f_{m\acute{a}x}$.

Diversas realizaciones alternativas pueden proporcionar también antenas de estructura poco profunda que pueden transmitir y/o recibir sobre un ancho de banda de 10:1. Algunas de tales realizaciones de ejemplo alternativas se ilustran en las figuras 3 a 5.

La figura 3 es una vista en despiece ordenado de una parte de una antena 300 que tiene múltiples tarjetas de circuito de línea de cinta 301 y 303 según una realización alternativa de la presente descripción. En funcionamiento, la antena 300 puede transmitir y recibir eficazmente señales sobre un ancho de banda amplio de manera sustancialmente similar a la antena 100 de la figura 1.

La tarjeta de circuito de línea de cinta 301 incluye generalmente una parte conductora 304 dispuesta dentro de o hacia fuera de una parte dieléctrica 306. La parte conductora 304 puede formarse de cualquier material conductor que pueda funcionar para conducir una señal, tal como, por ejemplo, cobre. La parte dieléctrica 306 puede formarse de cualquier dieléctrico adecuado, tal como, por ejemplo, fibra de vidrio con resina epoxídica. La formación de la parte conductora 302 puede efectuarse mediante cualquiera de una variedad de procedimientos. Por ejemplo, una superficie metalizada puede depositarse sobre la parte dieléctrica 306 y a continuación someterse a ataque químico de manera selectiva para formar elementos radiantes 302. Aunque la realización de ejemplo incluye cuatro elementos radiantes 302a, 302b, 302c y 302d, puede usarse cualquier número adecuado de elementos radiantes.

Cada elemento de radiación 302 incluye generalmente un balun 312, partes en forma de media pala 313, ranuras 314, brazos de dipolo 315 y una muesca 316, que son cada uno sustancialmente similares en función y dimensión descendente a los balun 112, las partes 113, las ranuras 114, los brazos de dipolo 115 y las muescas 116 de la figura 1 respectivamente. Un conjunto de conductos recubiertos 318 y 320 facilitan generalmente el acoplamiento conjunto de las tarjetas de circuito de línea de cinta 301 y 303.

La tarjeta de circuito de línea de cinta 303 incluye generalmente líneas de alimentación de línea de cinta 321 dispuestas sobre o dentro de una parte dieléctrica 322. Cada línea de alimentación 321 acopla un elemento radiante respectivo 302 a un conector coaxial respectivo 323; sin embargo, diversas realizaciones pueden no incluir conectores coaxiales 323. La parte dieléctrica 322 puede ser cualquier dieléctrico adecuado, tal como, por ejemplo, fibra de vidrio con resina epoxídica.

En la realización de ejemplo, un conjunto de condensadores de ranura 305 y un conjunto de condensadores de dipolo 307 son similares sustancialmente en estructura, función y configuración a los condensadores de ranura 105 y los condensadores de dipolo 103 de la figura 1, respectivamente. Diversas realizaciones alternativas que usan múltiples tarjetas de circuito de línea de cinta 301 y 303 pueden no incluir condensadores de componente discretos

305 y 307. Un ejemplo de una realización alternativa de este tipo se ilustra en la figura 4.

5 La figura 4 es una vista en despiece ordenado de una parte de una antena 400 que acopla de manera capacitiva las múltiples tarjetas de circuito de línea de cinta 301 y 303 de la figura 3 a una lámina de cubierta 402 según una realización alternativa de la presente descripción. Por tanto, una diferencia entre la realización de ejemplo de la figura 4 y la de la figura 3 es el uso de la lámina de cubierta 402 en lugar de los conjuntos de condensador 305 y 307.

10 La lámina de cubierta 402 incluye múltiples bandas conductoras 404 y 406 dispuestas hacia fuera de o dentro de una capa dieléctrica delgada 408. Las bandas conductoras 404 y 406 realizan funciones sustancialmente similares a los condensadores de ranura 305 y los condensadores de dipolo 307 de la figura 3, respectivamente. Las bandas conductoras 404 y 406 pueden formarse de cualquier material conductor adecuado usando cualquier técnica de procesamiento adecuada. La capa dieléctrica 408 puede formarse de cualquier dieléctrico adecuado. El acoplamiento capacitivo efectuado por la lámina de cubierta capacitiva 402 se determina mediante el grosor, la permitividad y el área de solapamiento conductora de las bandas conductoras 404 y 406 de la lámina de cubierta capacitiva 402, y las partes conductoras dispuestas hacia dentro de la tarjeta de circuito 301.

15 Aunque las realizaciones de ejemplo de las figuras 1 a 4 usan líneas de alimentación de microbanda o línea de cinta para acoplar de manera comunicativa elementos radiantes a los conectores respectivos, puede usarse cualquiera de una variedad de mecanismos de alimentación. Un ejemplo alternativo se ilustra en la figura 5.

20 La figura 5 ilustra una vista en perspectiva de un único elemento radiante 500 que tiene una alimentación coaxial 502 según una realización de la presente descripción. En la realización de ejemplo, la alimentación coaxial 502 entra a través de y se dispone dentro de un canal 504 de un primer dedo conductor 506. Siguiendo el canal 504, la alimentación coaxial 502 conecta una ranura 514, continúa más allá de un brazo de dipolo 515a, conecta la muesca 516 y se acopla a un segundo brazo de dipolo 515b de un segundo dedo conductor 508. Debido en parte al canal 504, el brazo de dipolo 515a es asimétrico en el ejemplo ilustrado con respecto al brazo de dipolo 515b.

25 Por tanto, la presente descripción proporciona diversas realizaciones económicas para antenas físicamente poco profundas que pueden funcionar para transmitir y recibir eficazmente señales sobre un ancho de banda de 10:1.

REIVINDICACIONES

1. Elemento radiante (102d) que comprende:

5 un par de superficies conductoras (110a, 110b) que tienen partes primera y segunda (113a, 115a), siendo la primera parte (115a) un brazo de dipolo, siendo la segunda parte (113a) una parte en forma de media pala adyacente a la primera parte y separada de la misma mediante una ranura (114a), teniendo las superficies conductoras (110a, 110b) separadas por una muesca de sección decreciente (116) una anchura en un primer extremo inferior a una anchura de un segundo extremo;

un balun (112) próximo al primer extremo; y

10 en el que, para cada superficie conductora (110a), la primera parte (115a) de la superficie conductora (110a) está acoplada de manera capacitiva a la segunda parte (113a) de la superficie conductora (110a) mediante un elemento capacitivo (105), siendo el elemento capacitivo:

un condensador; o

un diodo varactor; o

15 material conductor dispuesto sobre una capa dieléctrica acoplada a las partes primera y segunda (113a, 115a).
2. Elemento radiante (102d) según la reivindicación 1, en el que la ranura (114a) tiene un perfil paralelo aproximadamente a un perfil de sección decreciente de la muesca de sección decreciente (116).
3. Elemento radiante (102d) según la reivindicación 1, en el que la ranura (116) tiene una anchura para acoplar de manera capacitiva la primera parte (115a) de la superficie conductora (110a) a la segunda parte (113a) de la superficie conductora (110a).
- 20 4. Elemento radiante (102d) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

el elemento radiante (102d) puede funcionar para recibir una pluralidad de señales que tienen cada una una longitud de onda respectiva, teniendo la recepción de cada señal un valor de pérdida de retorno inferior a -10 dB, comprendiendo la pluralidad de señales una longitud de onda mínima;

25 el elemento radiante (102d) está diseñado para tener una longitud máxima que es como máximo aproximadamente dos veces la longitud de onda mínima; y

el elemento radiante (102d) está diseñado para tener una anchura máxima que es como máximo aproximadamente 0,58 veces la longitud de onda mínima.
5. Elemento radiante (102d) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

30 el elemento radiante (102d) puede funcionar para recibir y transmitir una pluralidad de señales que tienen cada una una frecuencia, comprendiendo la pluralidad de señales una frecuencia máxima y una frecuencia mínima, teniendo la recepción y transmisión de cada señal una pérdida de retorno inferior a -10 dB; y

en el que el elemento radiante (102d) está formado de tal manera que la frecuencia mínima es inferior a aproximadamente un décimo de la frecuencia máxima.
- 35 6. Antena (100) que comprende:

una matriz de elementos radiantes (102a-102d) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo cada elemento radiante (102a-102d):

un capa dieléctrica (106) acoplada a la matriz de elementos radiantes (102a-102d); y

40 una pluralidad de conductos de señales (107) acoplados a los respectivos de los elementos radiantes (102a-102d).
7. Antena (100) según la reivindicación 8 cuando depende de la reivindicación 1, en la que el material dieléctrico está dispuesto dentro de la ranura (114a).
8. Método de formación de un elemento radiante (102d) que comprende:

45 formar un par de superficies conductoras (110a, 110b) que tienen cada una partes primera y segunda (113a, 115a), siendo la primera parte (115a) un brazo de dipolo, siendo la segunda parte (113a) una parte en forma de media pala adyacente a la primera parte y separada de la misma mediante una ranura (114a), teniendo las superficies conductoras (110a, 110b) separadas por una muesca de sección decreciente (116)

una anchura en un primer extremo inferior a una anchura de un segundo extremo;

formar un balun (112) próximo al primer extremo; y

para cada superficie conductora (110a), acoplar de manera capacitiva la primera parte (115a) de la superficie conductora (110a) a la segunda parte (113a) de la superficie conductora (110a) mediante un elemento capacitivo (105), siendo el elemento capacitivo (105):

un condensador; o

un diodo varactor; o

material conductor dispuesto sobre una capa dieléctrica acoplada a las partes primera y segunda (113a, 115a).

- 5
- 10 9. Método según la reivindicación 8, en el que la ranura (114a) tiene un perfil paralelo aproximadamente a un perfil de sección decreciente de la muesca de sección decreciente (116).
10. Método según la reivindicación 8, en el que la ranura (114a) tiene una anchura para acoplar de manera capacitiva la primera parte (115a) de la superficie conductora (110a) a la segunda parte (113a) de la superficie conductora (110a).
- 15 11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8 a 10, en el que la formación de un par de superficies conductoras (110a, 110b) que tienen partes primera y segunda (113a, 115a) comprende mecanizar una placa sólida, conductora.
12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8 a 10, en el que formar un par de superficies conductoras (110a, 110b) que tienen partes primera y segunda (113a, 115a) comprende retirar selectivamente partes de una capa conductora usando una técnica fotolitográfica.
- 20 13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8 a 10, que comprende además:
- recibir una pluralidad de señales que tienen cada una una longitud de onda respectiva, teniendo la recepción de cada señal un valor de pérdida de retorno inferior a -10 dB, comprendiendo la pluralidad de señales una longitud de onda mínima;
- 25 el elemento radiante (102d) está formado para tener una longitud máxima que es como máximo aproximadamente dos veces la longitud de onda mínima; y
- el elemento radiante (102d) está formado para tener una anchura máxima que es como máximo aproximadamente 0,58 veces la longitud de onda mínima.
14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8 a 12, que comprende además:
- 30 recibir y transmitir una pluralidad de señales que tienen cada una una frecuencia, comprendiendo la pluralidad de señales una frecuencia máxima y una frecuencia mínima, teniendo la transmisión y recepción de cada señal una pérdida de retorno inferior a -10 dB; y
- en el que el elemento radiante (102d) está formado de tal manera que la frecuencia mínima es inferior a aproximadamente un décimo de la frecuencia máxima.

35

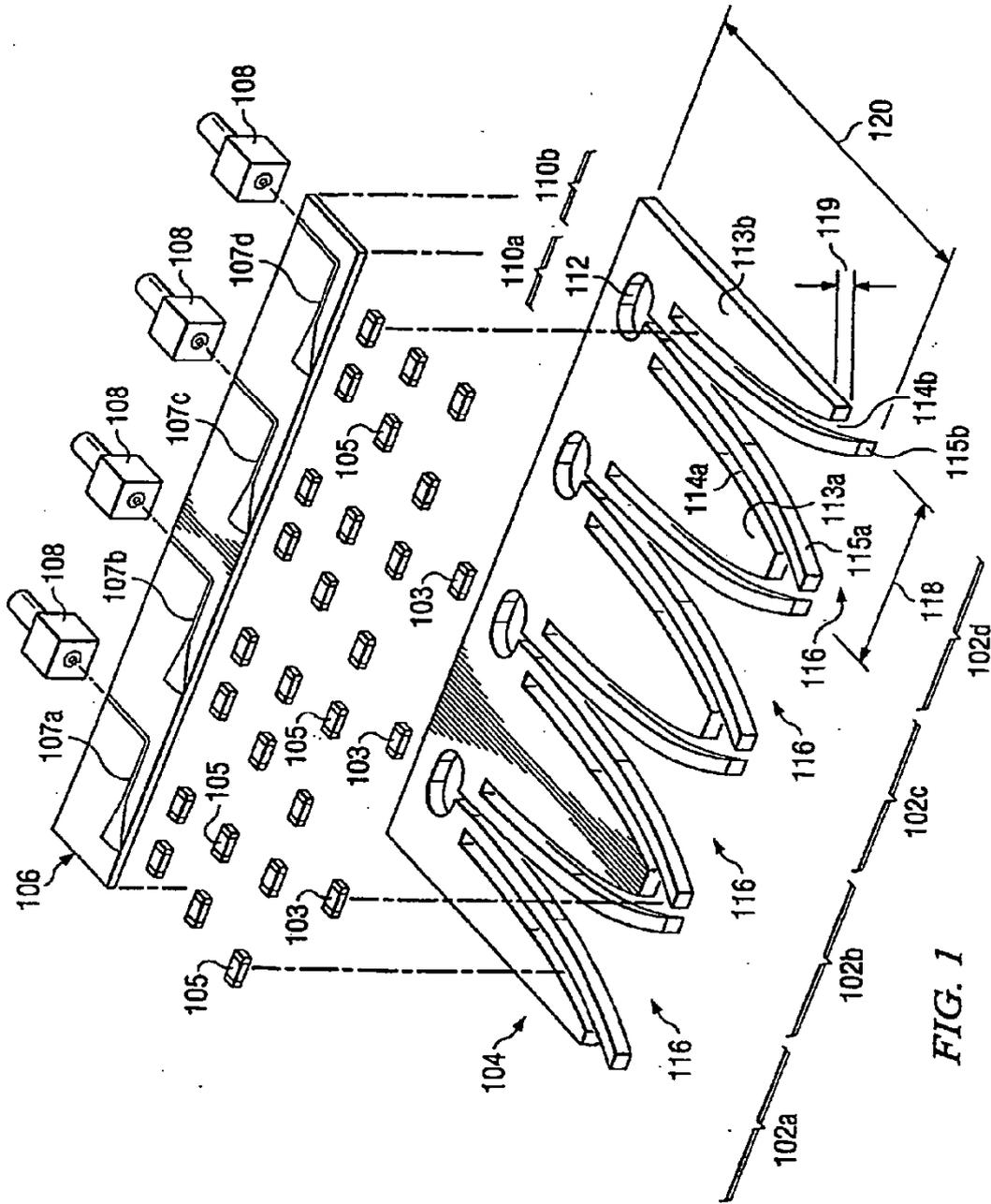


FIG. 1

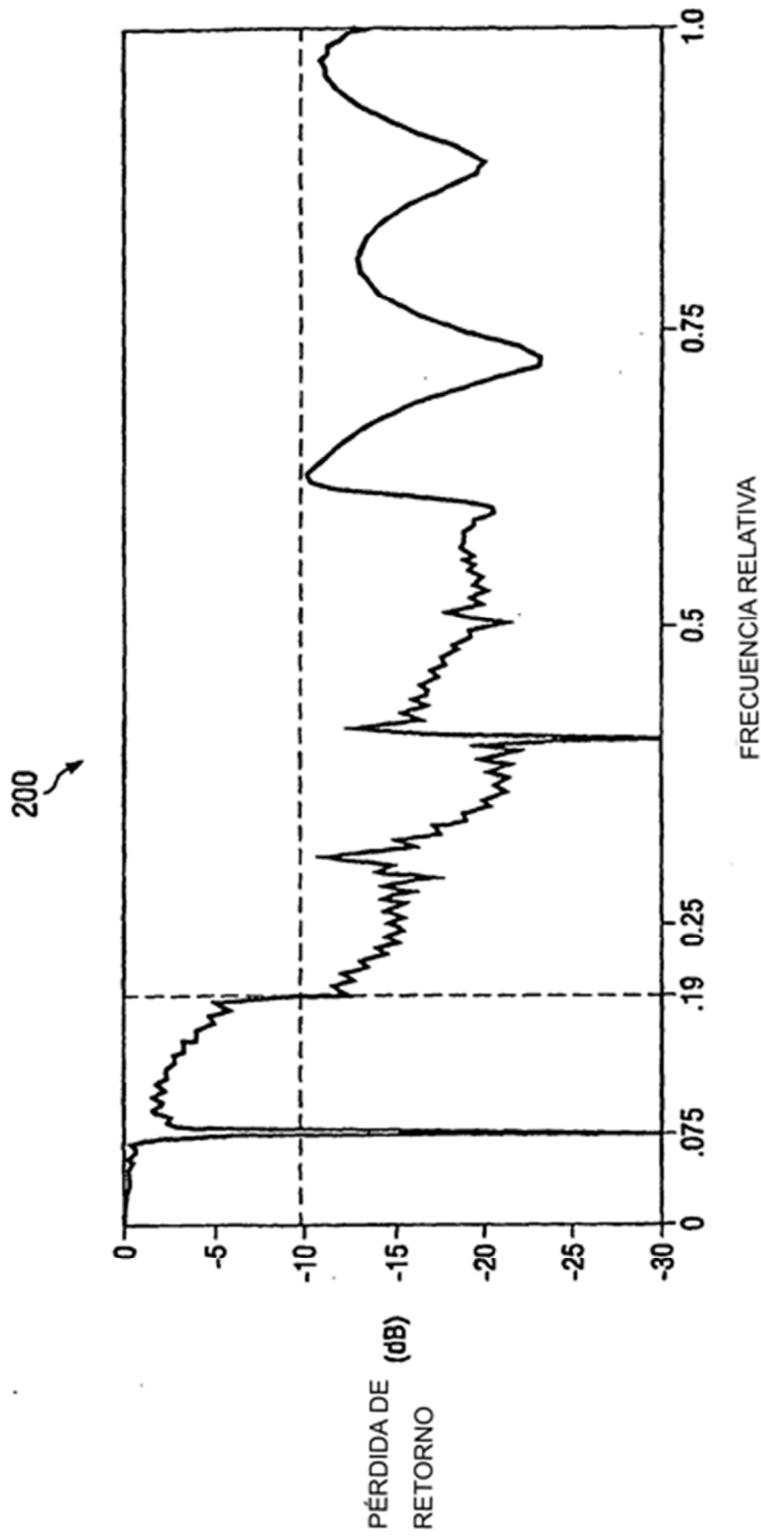
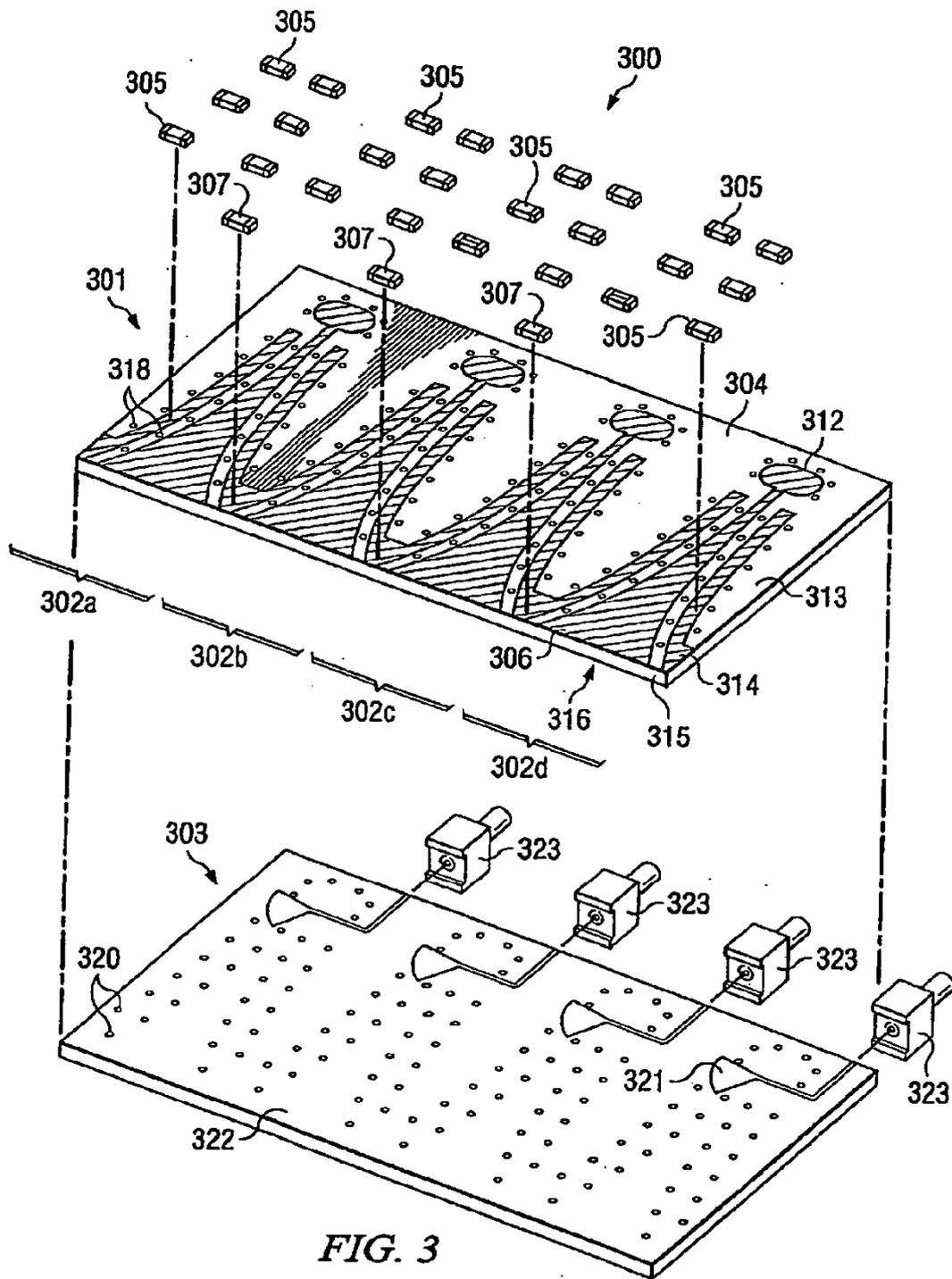


FIG. 2



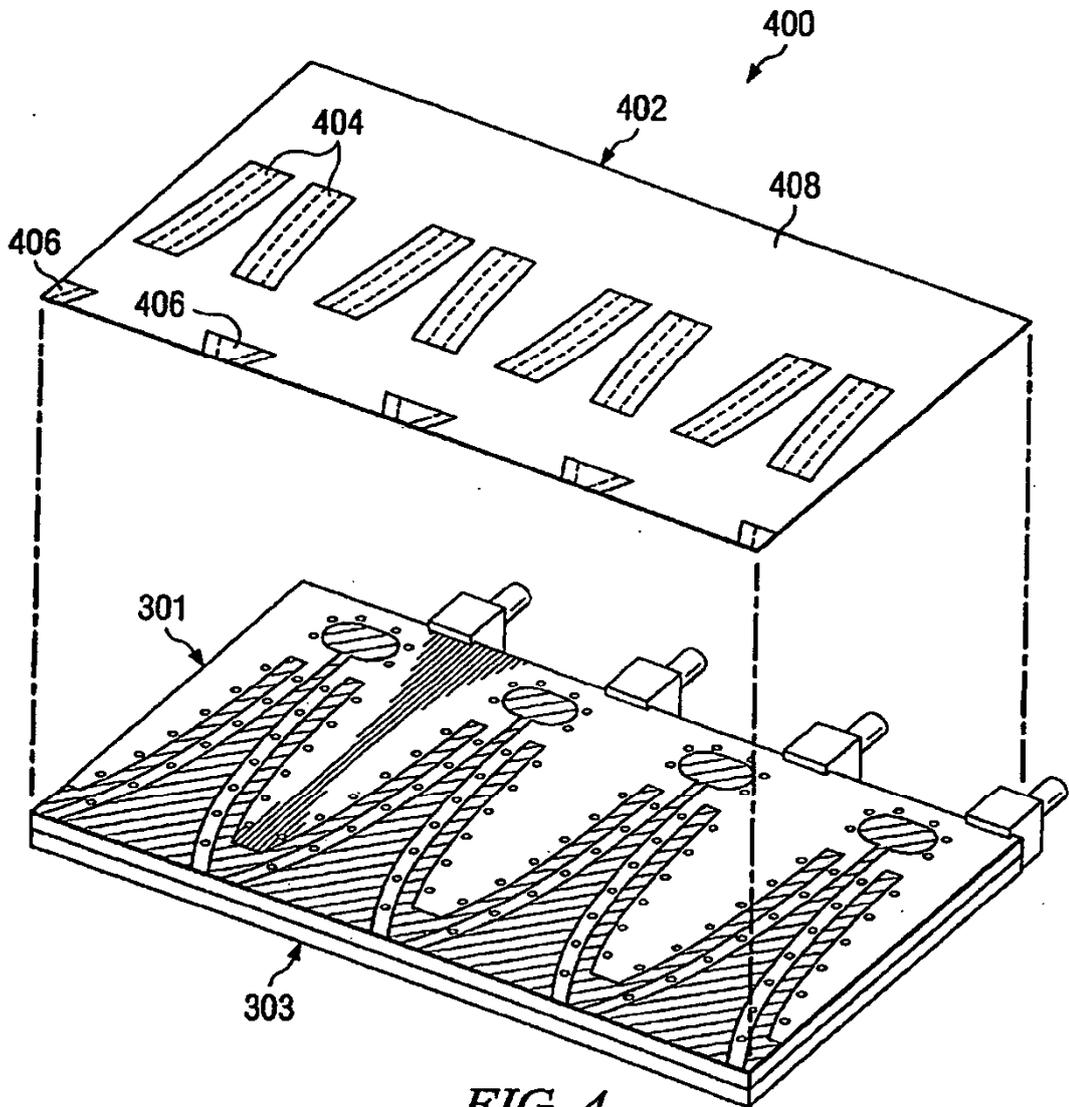


FIG. 4

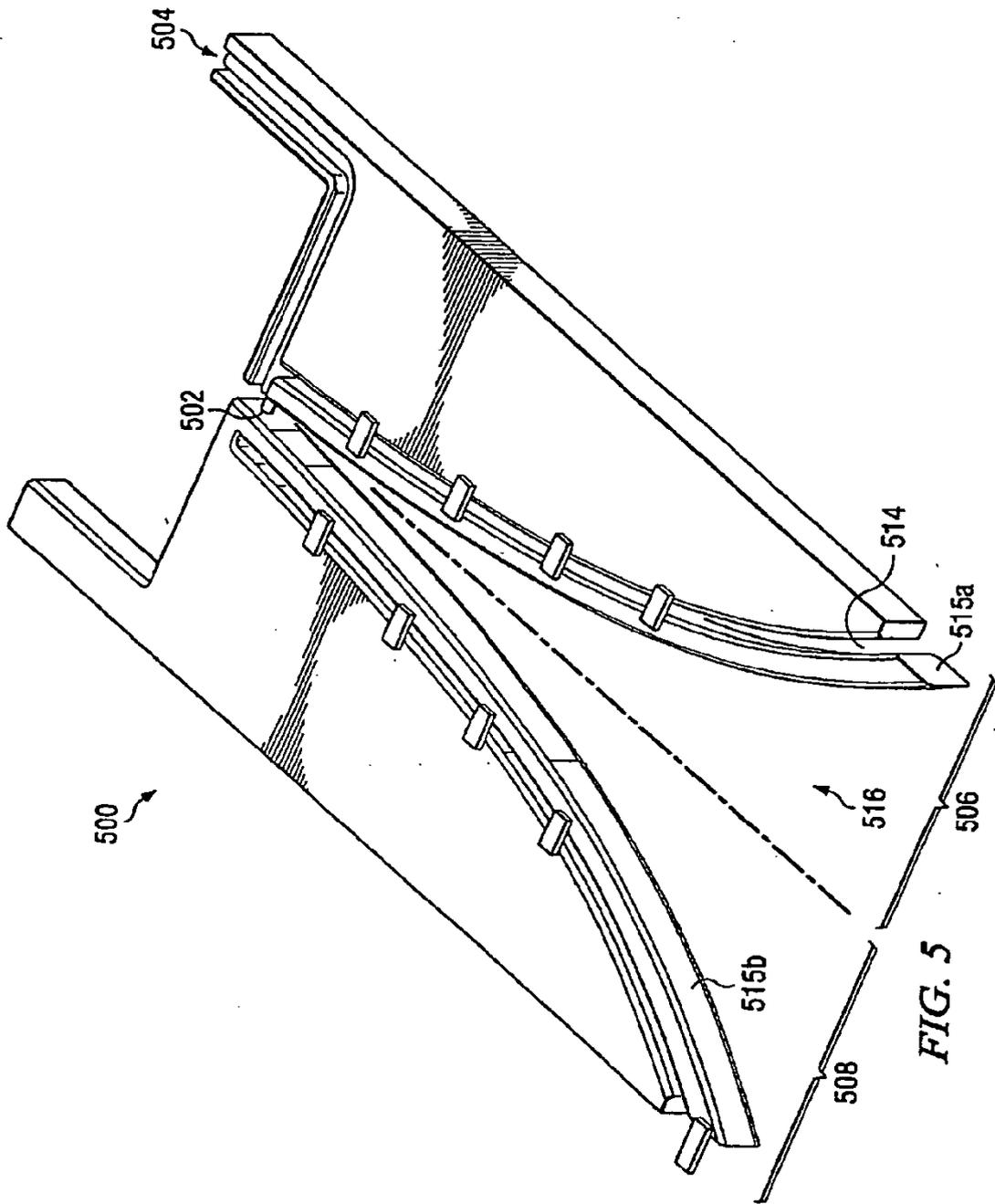


FIG. 5