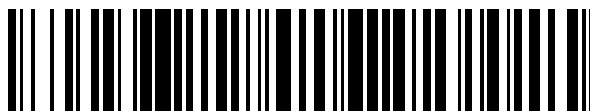


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 780 185**

51 Int. Cl.:

**H01Q 3/26** (2006.01)

**H01P 1/387** (2006.01)

**H01Q 13/10** (2006.01)

**H01Q 21/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2012 PCT/US2012/068313**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.07.2013 WO13106144**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2012 E 12813604 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2020 EP 2803111**

54 Título: **Matriz de antenas de ranura larga respaldada por cavidad de perfil bajo con circuladores integrados**

30 Prioridad:

**11.01.2012 US 201213348015**

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

**24.08.2020**

73 Titular/es:

**RAYTHEON COMPANY (100.0%)  
870 Winter Street  
Waltham, MA 02451 , US**

72 Inventor/es:

**YACCARINO, ROBERT G.;  
CARR, JAMES A.;  
SAUER, ROHN;  
DAVEIGA, THOMAS C.;  
CROCKETT, JOHN A., JR.;  
BRADSHAW, STEVEN E.;  
HADDEN, JOHN M. y  
WALKER, LONNY RICHARD**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 780 185 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 ranura larga respaldada por cavidad de perfil bajo con circuladores integrados

### 5 ANTECEDENTES

#### 1. Campo

10 Las realizaciones descritas en la presente se refieren a matriz de antenas y en particular a una matriz de antenas de barrido electrónico activo.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

15 Una matriz de antenas de barrido electrónico activo (AESA) es una antena que comprende múltiples radiadores o elementos, cuya amplitud y fase relativas pueden controlarse, haciendo posible dirigir el haz de transmisión o recepción sin mover la antena. Dicha antena incluye una apertura para transmitir o recibir ondas que se desplazan en el espacio libre, y puede incluir circuitos de back-end, incluyendo módulos electrónicos para generar señales a transmitir y para procesar señales recibidas. Cada elemento dentro de la apertura puede incorporar, o estar conectado a, un circulador, que separa las señales correspondientes a los canales de transmisión y recepción, y que está conectado a un canal de transmisión y un canal de recepción en la electrónica de back-end. El circulador puede fabricarse como un circuito de microstrip en un sustrato de ferrita, con un imán permanente asegurado en o cerca del lado de señal del sustrato, y con un material magnético, es decir, un material con una alta permeabilidad magnética, en el lado del plano de tierra del sustrato para dar forma al campo magnético producido por el imán permanente.

25 Las estructuras de apertura del estado de la técnica incluyen matrices de radiadores de muesca del tipo descrito en la patente de Estados Unidos 6.600.453, montadas a partir de "varas" o "laminas" largas y planas, cada una de las cuales incluye una serie de radiadores de muesca. En tal realización, puede ser necesaria una cierta profundidad mínima de muesca para lograr un ancho de banda aceptable, y los circuladores pueden instalarse en el plano de los palos, lo que da como resultado una apertura relativamente profunda.

35 Otra estructura de apertura del estado de la técnica se divulga en la Patente de Estados Unidos 7.315.288. Esta estructura incluye elementos de matriz múltiples que abarcan ranuras largas, controlados periódicamente a lo largo de sus longitudes. Las sondas en forma de bucles de corriente, localizadas a intervalos a lo largo de cada ranura, excitan la ranura larga. Las sondas, que son líneas de transmisión equilibradas o estructuras de alimentación, están conectadas a electrónica de transmisión y recepción de un solo extremo a través de baluns. En dicha estructura, los baluns pueden estar detrás de los radiadores, y los circuladores detrás de los baluns, y esta combinación puede aumentar la profundidad de la antena. Además, los baluns pueden ser una causa de pérdida eléctrica.

40 La WO 2010/116357 A1 divulga una matriz de antenas en fase y un método para producir la antena. La US 2009/044399 A1 divulga métodos para producir paneles planos grandes y matriz de antenas activa conformada. La US 2010/066631 A1 divulga una matriz de antenas en fase.

45 Especialmente en aplicaciones con espacio limitado, como en aviones, puede ser importante reducir el espesor y, por lo tanto, el volumen de una matriz de antenas; Además, es deseable producir la antena a un costo moderado. Por lo tanto, hay una necesidad de una antena AESA de perfil bajo y bajo coste.

### 50 SUMARIO

55 Las realizaciones de la presente invención proporcionan una matriz de antenas de perfil bajo y bajo coste. En particular, la invención proporciona una matriz de elementos radiantes como se menciona en las reivindicaciones. Los orificios de separación en las tiras conductoras pueden estar escariados de tal manera que las cabezas de los tornillos no sobresalgan por encima de la superficie de las tiras conductoras, y pueden usarse escariados sobredimensionados para reducir el peso de las tiras conductoras. Pueden formarse bolsillos de aligeramiento adicionales en las tiras conductoras para reducir aún más el peso. Puede unirse una lámina de adaptación de impedancia de ángulo amplio (WAIM) a la superficie frontal de las tiras conductoras.

60 En una realización de la invención, los circuladores con sondas integradas pueden formarse como circuitos de microstrip en sustratos de ferrita, con almohadillas conductoras en sus puertos de transmisión y recepción. La matriz de antenas puede incluir además una placa de cableado impresa de múltiples capas (PWB) detrás de la matriz de elementos radiantes, y pueden hacerse conexiones entre la PWB de múltiples capas y las almohadillas conductoras en los circuladores con sondas integradas, usando montajes de conductores coaxiales rectos que comprenden conductores centrales de clavija con resorte flotantes. La matriz de antenas también puede incluir una estructura de caja de huevos que contiene módulos electrónicos, detrás de la PWB multicapa. La PWB multicapa

puede incluir una capa de traducción de stripline para compensar las desalineaciones entre las conexiones en los módulos electrónicos y las conexiones correspondientes en los circuladores con sondas integradas. La PWB multicapa también puede incluir una red de alimentación corporativa. La estructura de caja de huevos puede incluir un colector de refrigerante para refrigerar los módulos electrónicos. Los módulos electrónicos pueden mantenerse en su sitio en la estructura de la caja de huevos mediante resortes de retención.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características, aspectos y realizaciones se describen junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1 es una vista en perspectiva en despiece frontal de una apertura de ranura larga de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 2 es una vista en sección transversal fragmentaria ampliada de una parte de una apertura de ranura larga de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 3 es una vista en perspectiva posterior ampliada de circuladores en tiras conductoras, en una parte, situada dentro de la línea 3 de la FIG. 1, de la apertura;

La FIG. 4 es una vista frontal ampliada de una parte, situada dentro de la línea 4 de la FIG. 1, de la apertura;

La FIG. 5 es una vista en sección transversal ampliada de una parte de una apertura de ranura larga de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 6 es una vista en perspectiva en despiece posterior de una matriz de antenas de ranura larga de perfil bajo de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La FIG. 7 es una ilustración de un módulo electrónico y un resorte de retención de acuerdo con una realización de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se pretende que la descripción detallada que se expone a continuación en relación con los dibujos adjuntos sea una descripción de las realizaciones actualmente preferidas de una matriz de antenas de perfil bajo proporcionada de acuerdo con la presente invención y no se pretende que represente las únicas formas en las que la presente invención puede construirse o utilizarse. La descripción expone las características de la presente invención en relación con las realizaciones ilustradas. Debe entenderse sin embargo, que las mismas funciones y estructuras o unas equivalentes pueden lograrse mediante diferentes realizaciones que también se pretende que estén abarcadas dentro del alcance de la invención. Como se indica en otra parte en la presente, se pretende que números de elementos similares indiquen elementos o características similares.

Para el propósito de esta descripción, la superficie de la antena de la que puede emanar radiación será referida como el "frontal" de la antena. Con referencia a la FIG. 1, una apertura de ranura larga 100 puede incluir una lámina de coincidencia de impedancia de gran angular (WAIM) 101, tiras conductoras 108, circuladores con sondas integradas 107 y una placa base 103. El montaje puede mantenerse unido mediante tornillos 106 instalados a través de orificios un escariados en las tiras conductoras 108 y orificios de separación 118 en la placa base 103, y roscados en orificios roscados en una placa de soporte como la pared frontal 508 de una estructura conocida como una estructura de "caja de huevos" 503 (FIG. 6).

La placa base 103, que puede estar hecha de aluminio, contiene varias depresiones o muescas 114 que abarcan su anchura, y varias cavidades de circuladores 116 inmediatamente debajo, y separadas a lo largo de cada muesca 114. La placa base 103 también tiene orificios de separación de tornillos 118, y orificios de pasadores de alineación (no mostrados).

Aunque la invención funcionará en cualquier orientación, para el propósito de esta descripción, la orientación de la apertura y de la antena será la que se muestra en la FIG. 1. Cada tira conductora 108, excepto aquellas de la fila inferior, se instala contra la placa base 103 de modo que su borde superior esté nivelado con el borde inferior de una muesca 114, y su borde inferior esté nivelado con el borde superior de la muesca adyacente inmediatamente por debajo. La muesca 114 y los bordes de las tiras conductoras adyacentes 108 forman una ranura 205 más profunda que la muesca 114 por sí misma (FIG. 2). Los bordes de las tiras conductoras 108 pueden tener chaflanes 132 que dan como resultado una ranura 205 que se ensancha en la parte delantera (FIG. 2). La instalación de la fila más baja de tiras conductoras difiere solo en que no hay una muesca 114 debajo de ellas en la placa base 103. No se necesita una tira conductora 108 por encima de la muesca superior si la placa base 103 tiene una región más gruesa o reborde 120, a lo largo de su borde superior para proporcionar la pared superior de la ranura superior (FIG. 2).

La FIG. 2 muestra una vista en sección transversal ampliada a través de la ranura 205, que muestra las cavidades de circuladores 116 y los bolsillos de aligeramiento 124 en sección transversal, así como circuladores con sondas integradas 107.

La apertura 100 también incluye una pluralidad de circuladores con sondas integradas 107. En referencia a

la FIG. 3, cada circulador con sonda integrada 107 incluye un sustrato circulador 110, un imán permanente 126 y un espaciador dieléctrico 140 (FIG. 2) instalado entre el imán permanente 126 y el sustrato circulador 110. El sustrato 110 puede estar hecho de ferrita. El imán 126 puede estar unido al espaciador dieléctrico 140, y el espaciador 140 al sustrato 110, con un adhesivo adecuado, de manera que el espaciador dieléctrico 140 soportará el imán permanente 126 en la separación deseada del sustrato de ferrita 110.

El circulador con sonda integrada 107 incluye una parte de circulador y una parte de sonda 128. La parte de circulador separa las ondas salientes de las ondas entrantes en el puerto de antena, enrutándolas desde el puerto de transmisión del circulador, o hacia el puerto de recepción del circulador, respectivamente.. La parte de circulador puede construirse, por ejemplo, de la manera del circulador divulgado en la Patente de Estados Unidos 3.935.548. La parte de sonda 128 del circulador con sonda integrada 107 acopla las ondas que se desplazan en una línea de transmisión de microstrip en el puerto de antena del circulador con las ondas que se propagan en el espacio libre frente a la apertura radiante. La parte de sonda 128 puede formarse como una traza conductora que se extiende hacia afuera desde el circulador, en una pestaña formada con este propósito en el sustrato 110. En la apertura montada 100, la parte de sonda 128 puede sobresalir en la ranura 205 (FIG. 2).

Durante el montaje, los circuladores con sondas integradas 107 pueden colocarse sobre las tiras conductoras 108 y asegurarse en su sitio con un adhesivo, como un epoxi conductor. Esta colocación puede realizarse manual o robóticamente. El espesor de la capa adhesiva puede ser de aproximadamente 0,002 pulgadas (51 micras).

Las tiras conductoras 108 están hechas de material conductor, que también puede ser magnético, y que puede tener un coeficiente de expansión térmica (CTE) similar al del sustrato 110. Para una función apropiada, en una realización cada circulador con sonda integrada 107 se instalará en la superficie de una parte hecha de un material magnético. Esta parte completa el circuito magnético del imán permanente 126, dando como resultado un campo magnético adecuado en el circulador. La superficie sobre la cual está instalado el circulador con sonda integrada 107 también puede tener un coeficiente de expansión térmica similar al del sustrato 110.

En una realización, las tiras conductoras 108 están hechas de un acero inoxidable magnético conocido como acero resistente a la corrosión (CRES). Este material tiene las tres propiedades deseadas: es conductor, es magnético y su CTE es similar al de la ferrita. En otra realización, las tiras conductoras 108 pueden estar hechas de material conductor que no sea magnético, como aluminio, y pueden instalarse insertos separados hechos de un material magnético con un CTE adecuado entre los circuladores con sondas integradas 107 y las tiras conductoras 108. Sin embargo, esta realización puede dar como resultado un mayor coste de fabricación.

La lámina de WAIM 101 puede tener un espesor de aproximadamente 0,040 pulgadas (1000 micras), y puede estar formada por un laminado de cuarzo de éster de cianato, fabricado a partir de varias láminas, cada una de 0,005 pulgadas (130 micras) de espesor, curadas juntas. Proporciona una coincidencia de impedancia con el espacio libre, y también puede proporcionar un sello ambiental.

Los orificios de separación en las tiras conductoras 108 pueden estar escariados de tal manera que en el montaje las cabezas de los tornillos 106 no sobresalgan por encima de las superficies frontales de las tiras conductoras 108. Esto permite que una lámina de WAIM plana 101 se una a las superficies frontales de las tiras conductoras 108. Puede usarse un adhesivo de polisulfuro que contenga perlas de vidrio de diámetro uniforme para unir la lámina de WAIM 101 a las tiras conductoras 108. Por ejemplo, un adhesivo que contiene perlas de 0,005 pulgadas (127 micras) de diámetro dará como resultado una línea de unión de 0,005 pulgadas (127 micras) de espesor entre la lámina de WAIM 101 y las tiras conductoras 108. Para reducir el peso, los orificios de espacio libre con escariados pueden tener escariados sobredimensionados, y los bolsillos de aligeramiento 124 pueden mecanizarse en la cara frontal de cada tira conductora 108. Siempre que los bolsillos de aligeramiento 124 y los escariados no son demasiado grandes, el área de contacto entre las tiras conductoras 108 y la lámina de WAIM 101 puede ser adecuada para formar una unión fuerte entre las tiras conductoras 108 y la lámina de WAIM 101, lo que da como resultado un montaje mecánicamente robusto. Las tiras conductoras 108 pueden no tener características mecanizadas, excepto los orificios de separación escariados, los chaflanes 132, los bolsillos de aligeramiento 124, y los orificios de los pasadores de alineación, y, de estos, solo los orificios de los pasadores de alineación pueden requerir un mecanizado de precisión, lo que puede dar como resultado bajos costes de fabricación. Las tiras conductoras 108 pueden fabricarse usando métodos de control numérico computarizado (CNC), como la fabricación en una máquina fresadora CNC.

En referencia a la FIG. 4, la placa base 103 tiene dos orificios pasantes en cada cavidad del circulador 116 para dos conectores coaxiales, para formar conexiones de línea de transmisión coaxial a los puertos de transmisión y recepción del circulador con sonda integrada 107. Cada conector coaxial 111 puede consistir en un revestimiento dieléctrico 134 sosteniendo un conductor central 305, un extremo del cual contacta con una almohadilla conductora 130 correspondiente (FIG. 3) en un circulador con sonda integrada 107 cuando se monta la antena. El otro extremo del conductor central 305 puede contactar con una almohadilla conductora en una PWB multicapa 502, que proporciona conexiones a los módulos electrónicos de antena 603 (FIG. 6). En tal realización, la pared conductora

del orificio pasante, el revestimiento dieléctrico 134 y el conductor central 305 forman juntos una línea de transmisión coaxial. Para proporcionar presión de contacto en ambos extremos, el conductor central 305 en el conector coaxial 111 puede ser un pasador de resorte flotante, es decir, un pasador comprimible con un resorte interno, que se ajusta holgadamente dentro del revestimiento dieléctrico 134. En otra realización, el pasador de resorte puede comprender una parte central no flotante que está asegurada dentro del revestimiento 134, y dos pasadores de contacto cargados por resorte, uno en cada extremo; sin embargo, este estilo de conector puede ser más costoso de fabricar.

En una realización alternativa, cada circulador con sonda integrada 107 puede instalarse con su imán permanente 126 más cerca del frontal de la antena. En este caso, pueden usarse vías, o metalización de envoltura de borde, para formar conexiones entre las superficies frontal y posterior del sustrato 110, y en particular para conectar trazas conductoras en la superficie frontal del sustrato 110 a las almohadillas conductoras 130 en la superficie posterior del sustrato 110.

El revestimiento dieléctrico 134 del conector coaxial 111 puede tener una arista circunferencial 112 en cada extremo (FIG. 5). Esta arista circunferencial 112 puede tener casi el mismo diámetro que el orificio, o ser un poco más grande, de tal manera que mantenga el conector centrado en el orificio de la placa base. Si, por diseño o como resultado de las tolerancias de fabricación, el diámetro de la arista circunferencial 112 excede el del orificio, entonces la arista circunferencial 112 se deformará ligeramente durante la inserción del conector coaxial 111, dando como resultado una fuerza de inserción modesta. Si, en lugar de tener aristas circunferenciales 112, el revestimiento dieléctrico tuviera un diámetro exterior uniforme a lo largo de su longitud, se requerirían tolerancias de fabricación muy ajustadas para lograr simultáneamente un centrado preciso del conector y una fuerza de inserción aceptable.

La placa base 103 puede estar hecha de aluminio y puede fabricarse usando un proceso de mecanizado CNC. En esta aplicación, el aluminio tiene varias ventajas sobre otros materiales: alta conductividad eléctrica, baja densidad y bajo coste de mecanizado. En otra realización, la placa base puede estar hecha de un material dieléctrico con un recubrimiento de superficie conductor.

La FIG. 5 muestra una vista en sección transversal de una realización ejemplar de una apertura 100, basada en un plano de corte que pasa a través de dos conectores coaxiales 111. Los campos electromagnéticos que se propagan a lo largo de los conectores coaxiales 111 y en las líneas de transmisión de microstrip correspondientes en el sustrato 110 forman una transición entre estas estructuras de línea de transmisión. Esta transición representa una discontinuidad eléctrica en la ruta de la línea de transmisión, y pueden tomarse precauciones para minimizar los reflejos que podría provocar esta discontinuidad. Dichas precauciones pueden incluir ajustar las dimensiones y la forma del conductor central 305 y los conductores de tierra en y cerca de la transición. También pueden incluir el ajuste de los parámetros de brazos coincidentes en el circulador con sonda integrada 107. Estos brazos coincidentes pueden incluir, por ejemplo, secciones estrechas o anchas en las líneas de transmisión que conectan el circulador a las almohadillas conductoras 130.

Los detalles del diseño de la apertura pueden ajustarse usando un software como HFSS, vendido por Ansys Incorporated, de Canonsburg, Pennsylvania. Al usar este software, puede usarse un método de celda Floquet, también conocido como método de celda unitaria o método de matriz infinita, para determinar los campos electromagnéticos dentro y delante de un elemento de antena dentro de una matriz infinita. Esta solución luego aproxima los campos dentro y delante de un elemento de antena de una gran matriz finita. Usando este enfoque, los parámetros de diseño detallados, como las dimensiones de la ranura 205, el tamaño y el ángulo de los chafanes 132, las dimensiones de las secciones de microstrip en los brazos coincidentes, la forma de la traza conductora y la parte del sustrato en el la sonda 128, el espesor de la lámina de WAIM 101 y el espacio entre el extremo de la sonda 128 y la pared opuesta de la ranura 205 pueden ajustarse para obtener los valores deseados, como funciones de frecuencia y ángulo de barrido, para medidas de rendimiento como el coeficiente de reflexión activo.

La apertura 100 puede integrarse con un extremo posterior de la antena, como se muestra en la FIG. 6. Los tornillos 106 se extienden a través de orificios escariados en las tiras conductoras 108, a través de orificios de separación 118 en la placa base 103 (FIG. 1) y en la PWB multicapa 502, y dentro de orificios roscados en la pared frontal 508 de la estructura de caja de huevos 503, asegurando estas partes entre sí. Pueden usarse tornillos de cabeza hueca que, a diferencia de los tornillos cruciformes con rebaje, pueden instalarse con un par de apriete altamente repetible. Los pasadores de alineación pueden instalarse en los orificios correspondientes en las tiras conductoras 108 y la placa base 103 durante el montaje para garantizar un registro preciso de estas piezas. Los circuladores con sondas integradas 107 pueden haberse unido a las tiras conductoras 108 en un paso de montaje anterior (FIG. 3).

En referencia a la FIG. 7, los módulos electrónicos 603 pueden mantenerse en su sitio en los compartimentos de la estructura de caja de huevos mediante los resortes de retención 602. Cada resorte de retención 602 tiene dos alas 610, cada una de las cuales sostiene un módulo electrónico 603 contra la pared frontal 508 de la estructura de caja de huevos 503. Cada resorte de retención 602 también tiene dos brazos 608 que se acoplan a los extremos recortados de un recorte 510 en la pared de la estructura de caja de huevos que separa los compartimentos que contienen los dos módulos electrónicos asegurados por el resorte de retención 602.

En referencia a la FIG. 6, una placa base de CC 505 puede estar asegurada a la superficie posterior de la estructura de caja de huevos 503, cubriendo los compartimentos. La estructura de caja de huevos 503 forma la columna vertebral estructural de la antena, y su pared frontal 508 puede contener un colector de refrigerante, que puede ser del tipo divulgado en la Patente de Estados Unidos 7.032.651, que comprende cavidades de refrigerante que contienen aletas estampadas o mecanizadas de alta densidad. El refrigerante que fluye a través de este colector elimina el calor generado por los módulos electrónicos 603. Pueden usarse juntas entre los módulos electrónicos 603 y la pared frontal 508 de la estructura de caja de huevos 503, con el propósito de formar tanto un buen contacto eléctrico como un buen contacto térmico entre el módulo electrónico 603 y la pared frontal 508. Tales juntas pueden contener una lámina de berilio-cobre con dedos de resorte para garantizar un buen contacto eléctrico. También pueden contener capas de material termo-conductor en ambos lados de la lámina de berilio-cobre para proporcionar un buen contacto térmico. Los resortes de retención 602 proporcionan una presión adecuada sobre los módulos electrónicos 603 para comprimir la junta. En una realización, los resortes de retención 602 pueden ejercer aproximadamente 30 libras (13,6 kg) de presión sobre cada módulo electrónico 603 cuando se instalan.

En referencia a la FIG. 6, la PWB multicapa 502 puede tener dos propósitos: puede proporcionar una red de alimentación colectiva de stripline y una capa de traducción de stripline. Esto puede lograrse usando una PWB 502 que consiste de cuatro capas de dieléctrico y cinco capas conductoras. Dos capas de dieléctrico, por ejemplo, las dos primeras capas adyacentes a la pared frontal 508 de la estructura de caja de huevos 503, junto con las tres capas conductoras en contacto con ellas, pueden formar una red de alimentación colectiva de stripline. Las capas restantes pueden formar una capa de traducción de stripline. La PWB multicapa 502 puede fabricarse a partir de otras almohadillas de cobre y capas dieléctricas hechas de un material de alto peso molecular como CLTE, vendido por Arlon-MED de Rancho Cucamonga, California. Pueden usarse otros metales, o combinaciones de diferentes metales, para formar las capas conductoras. Por ejemplo, puede ser indeseable tener una capa de cobre en contacto con una placa base de aluminio 103 o una pared frontal de aluminio 508. En este caso, cada capa conductora exterior de la PWB multicapa 502 puede formarse como una capa de impacto de cobre, chapada con níquel y oro. El chapado en oro puede mejorar la resistencia a la corrosión.

La capa de traducción compensa las desviaciones entre las almohadillas conductoras en los módulos electrónicos 603 y las almohadillas correspondientes 130 en los circuladores con sondas integradas 107. Por ejemplo, un módulo electrónico 603 puede tener un par de almohadillas conductoras que deben conectarse a un par de almohadillas conductoras 130 en un circulador con sonda integrada 107, pero la separación entre las almohadillas en cada par puede ser diferente, de tal manera que no se pueden usar conectores coaxiales rectos 111, perpendiculares al plano de la matriz. La capa de traducción resuelve esta dificultad proporcionando una almohadilla, orientada hacia adelante, alineada con una almohadilla 130 en el circulador con sonda integrada 107 y otra almohadilla, orientada hacia atrás, conectada a la primera con un trazado de stripline, alineada con la almohadilla correspondiente en el módulo electrónico 603. Los conectores coaxiales rectos 111 pueden usarse luego para formar conexiones entre la capa de traducción y los circuladores con sondas integradas 107 y entre la capa de traducción y los módulos electrónicos 603. En cada caso, los conectores coaxiales 111 pueden usarse con conductores centrales de pasadores de resorte 305.

La red de alimentación colectiva distribuye la señal de salida a, y combina la señal recibida de, los módulos electrónicos 603. Al igual que con la capa de traducción, las conexiones entre la capa de alimentación colectiva y los módulos electrónicos 603 pueden realizarse usando conectores coaxiales rectos 111 con conductores centrales con pasadores de resorte 305.

La PWB multicapa 502 se intercala entre dos superficies metálicas, a saber, las superficies de la placa base 103 y la pared frontal 508 de la estructura de caja de huevos 503. Por tanto, en otra realización, una o ambas de las capas de stripline en la PWB multicapa 502 pueden reemplazarse con una capa de microstrip canalizada, mecanizando canales en la superficie metálica adyacente y modificando la PWB 502 en consecuencia.

Pueden usarse vías en la PWB multicapa 502 para varios propósitos. Las vías de señales pueden usarse para llevar un trazo de señal a la superficie de la PWB multicapa 502. Un conector coaxial 111 puede entonces formar una conexión con una almohadilla de superficie que rodea dicha vía de señal. La almohadilla de superficie es preferiblemente lo suficientemente grande como para garantizar el contacto con el conductor central 305 del conector coaxial 111 en presencia de tolerancias de fabricación, pero lo suficientemente pequeña como para evitar un cortocircuito contra la pared del orificio que sostiene el conector coaxial 111. Las vías de tierra, que conectan las capas de tierra entre sí pueden usarse para proporcionar aislamiento eléctrico entre múltiples rutas de señal en la PWB multicapa 502, o para proporcionar una impedancia característica uniforme para las líneas de transmisión en la PWB multicapa 502, especialmente en vías de señal. Las vías también puede servir para un propósito mecánico. A diferencia de los dieléctricos como CLTE, las vías tienen una excelente estabilidad dimensional en presencia de presión mecánica prolongada. En ausencia de las vías, la PWB multicapa 502 podría comprimirse después de una exposición prolongada a la presión de sujeción de los tornillos 106, permitiendo que todo el conjunto se afloje. Las vías en la PWB multicapa 502 pueden evitar que esto ocurra.

En referencia a la FIG. 6, la placa base de CC 505 puede proporcionar funciones de baja frecuencia como suministrar energía de CC a los módulos electrónicos 603, y puede asegurarse a la estructura de caja de huevos 503 con sujeciones roscadas. Las conexiones entre los módulos electrónicos 603 y la placa base de CC 505 pueden formarse usando conectores de CC 601 (FIG. 7) que en una realización pueden comprender un cuerpo dieléctrico con múltiples orificios y conductores con pasadores de resorte instalados en los orificios para proporcionar conexiones entre las almohadillas de contacto correspondientes en los módulos electrónicos 603 y la placa base de CC 505.

Aunque en la presente se han descrito e ilustrado específicamente realizaciones limitadas de una matriz de antenas de perfil bajo, muchas modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Por consiguiente, debe entenderse que la matriz de antenas de perfil bajo construida de acuerdo con los principios de esta invención puede realizarse de forma distinta a la descrita específicamente en la presente. La invención también se define en las siguientes reivindicaciones.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

1. Una matriz de elementos radiantes que comprende:

5 una placa base (103) que tiene una superficie que comprende una pluralidad de muescas (114) que se extienden a lo ancho de la placa base (103), y una pluralidad de cavidades de circuladores (116) inmediatamente por debajo, y separadas a lo largo de cada una de la pluralidad de muescas (114)  
 10 una pluralidad de tiras conductoras (108) colocadas en una pluralidad de filas en la placa base (103) en donde cada tira conductora (108) está instalada contra la placa base de tal manera que un borde superior de la tira conductora (108) esté nivelada con un borde inferior de una de la pluralidad de muescas (114), y para todas las tiras conductoras (108) excepto aquellas en una fila inferior de la pluralidad de filas, un borde inferior de la tira conductora (108) está nivelada con un borde superior de una muesca adyacente, de tal manera que las muescas (114) y los bordes de las tiras conductoras adyacentes (108) forman una pluralidad de ranuras (205), y  
 15 una pluralidad de circuladores con sondas integradas (107), cada uno de los circuladores con sondas integradas (107) siendo coplanar con la placa base (103) y estando asegurado entre una de las tiras conductoras (108) y la placa base en una de la pluralidad de cavidades de circuladores, en donde los circuladores con sondas integradas son dispuestos de tal manera que cada una de las sondas (107) se proyecta en la adyacente de la pluralidad de ranuras (205).

20 2. La matriz de la reivindicación 1, en la que por lo menos una de las tiras conductoras (108) está hecha de acero inoxidable magnético.

25 3. La matriz de la reivindicación 1 o 2, en la que por lo menos una de las tiras conductoras (108) se asegura a la placa base (103) usando tornillos (106) insertados a través de orificios de separación (118) en la tira conductora.

4. La matriz de una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que por lo menos una de las tiras conductoras (108) comprende un chaflán (132) en por lo menos uno de sus bordes superior e inferior.

30 5. La matriz de una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que por lo menos uno de los circuladores con sondas integradas (107) está asegurado a una tira conductora con adhesivo.

6. La matriz de una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la placa base (103) está hecha de aluminio.

35 7. La matriz de una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además una lámina de coincidencia de impedancia de ángulo amplio (WAIM) (101) asegurada por lo menos a una de las tiras conductoras (108).

40 8. La matriz de la reivindicación 7, en la que la lámina de WAIM (101) se asegura a por lo menos una de las tiras conductoras usando un adhesivo de polisulfuro que contiene perlas de vidrio de diámetro uniforme.

9. La matriz de una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que por lo menos una conexión eléctrica a por lo menos uno de los circuladores con sondas integrados (107) está formada por un pasador comprimible en contacto con una almohadilla conductora en el circulador con sonda integrada.

45 10. La matriz de una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además una placa de circuitos impresos (502) asegurada a la placa base.

50 11. La matriz de la reivindicación 10, en la que la placa de circuitos impresos (502) comprende además una red de alimentación colectiva y una capa de traducción.

12. La matriz de la reivindicación 11, en la que por lo menos una de la red de alimentación colectiva y la capa de traducción es un circuito de stripline.

55 13. La matriz de la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en la que por lo menos una de la red de alimentación colectiva y la capa de traducción es un circuito de microstrip canalizado.

60 14. La matriz de una de las reivindicaciones 10 a 13, que comprende además una estructura de caja de huevos (503) que comprende una pluralidad de compartimentos, en donde por lo menos un compartimento contiene un módulo electrónico.

15. La matriz de la reivindicación 1, en la que:

65 cada uno de los circuladores con sondas integradas (107) comprende un imán (126), y el imán está adyacente a la placa base (103).



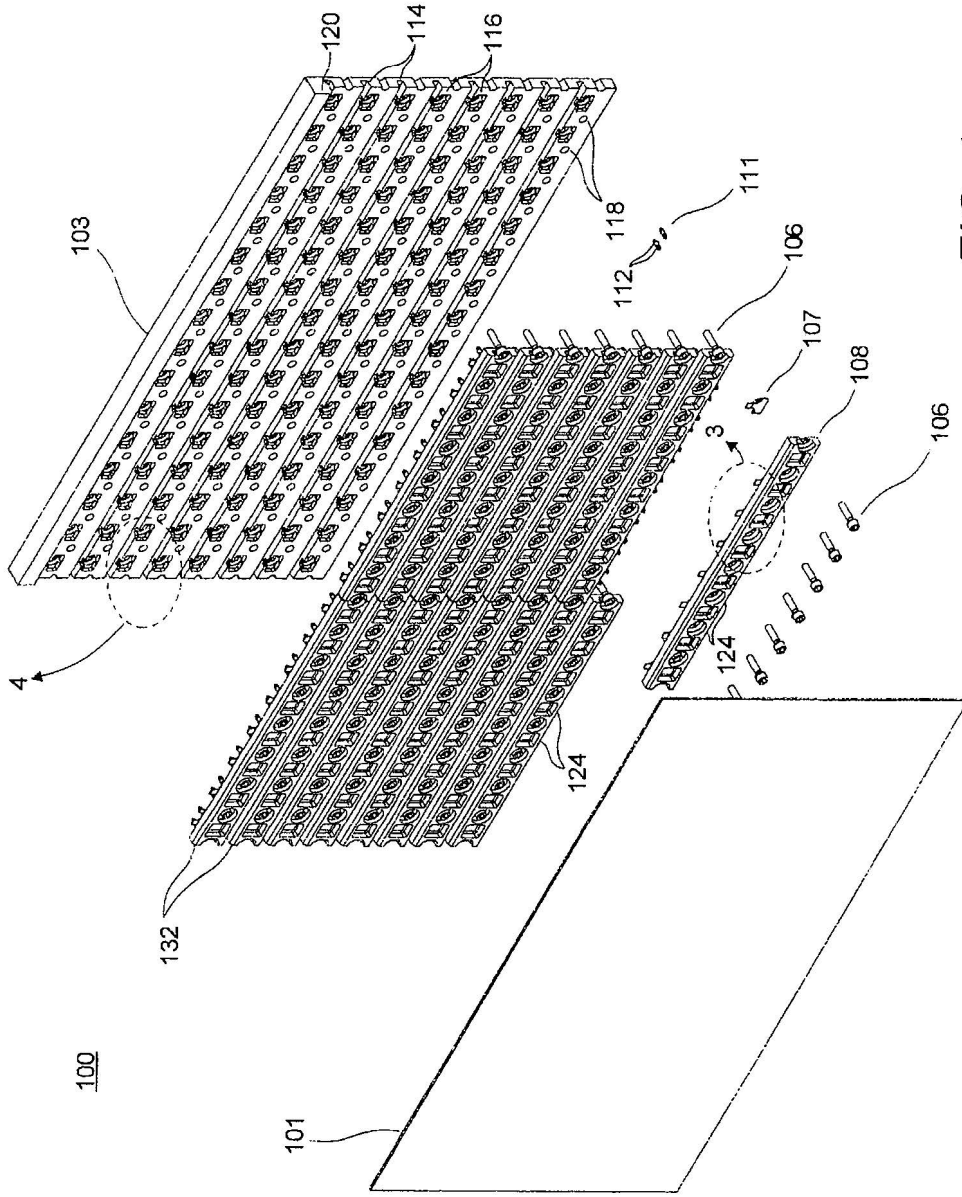


FIG. 1

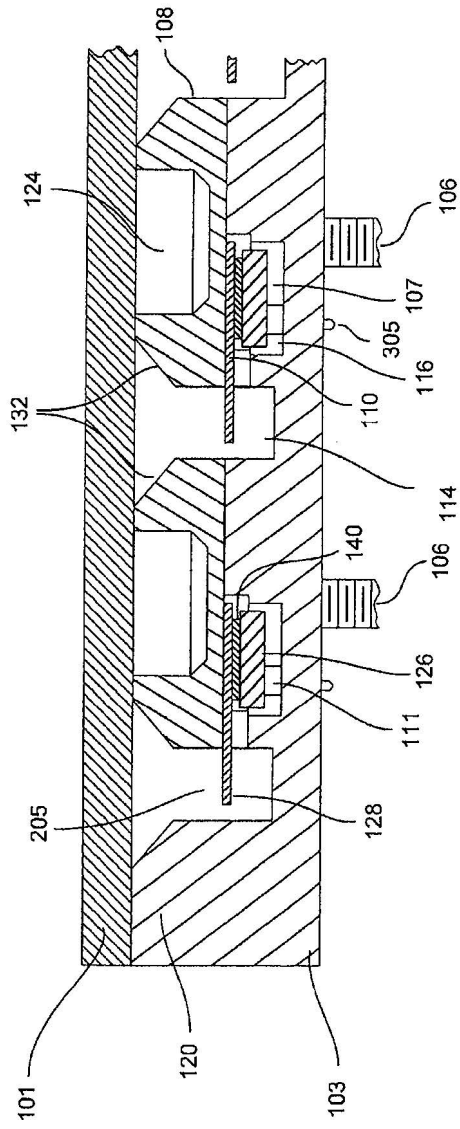


FIG. 2

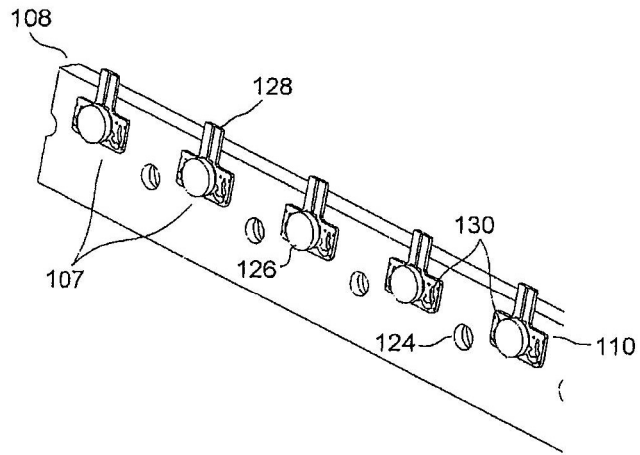


FIG. 3

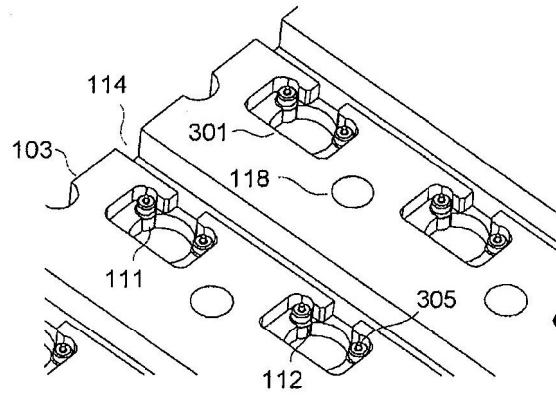


FIG. 4

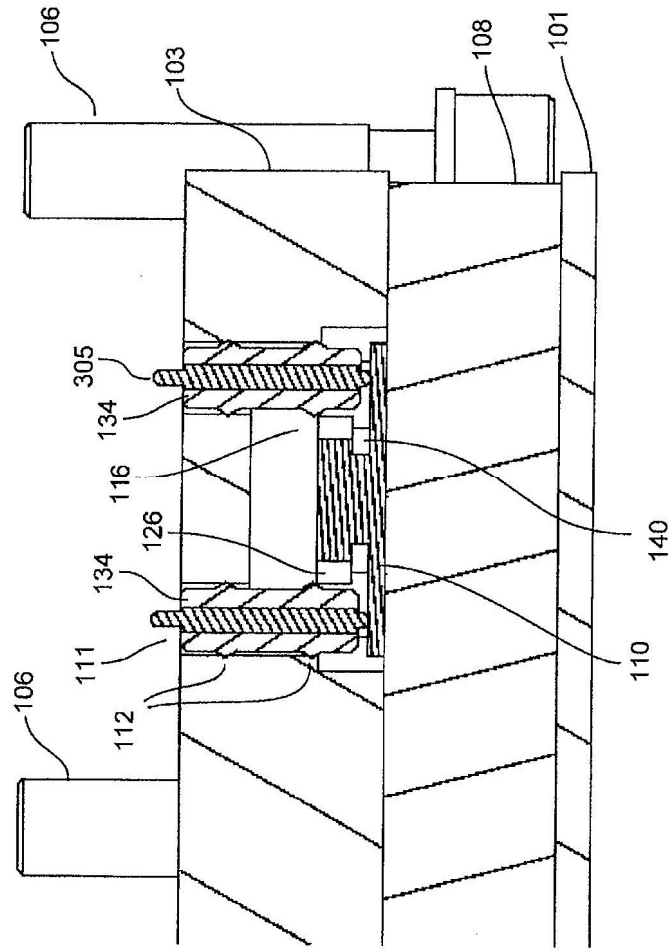


FIG. 5

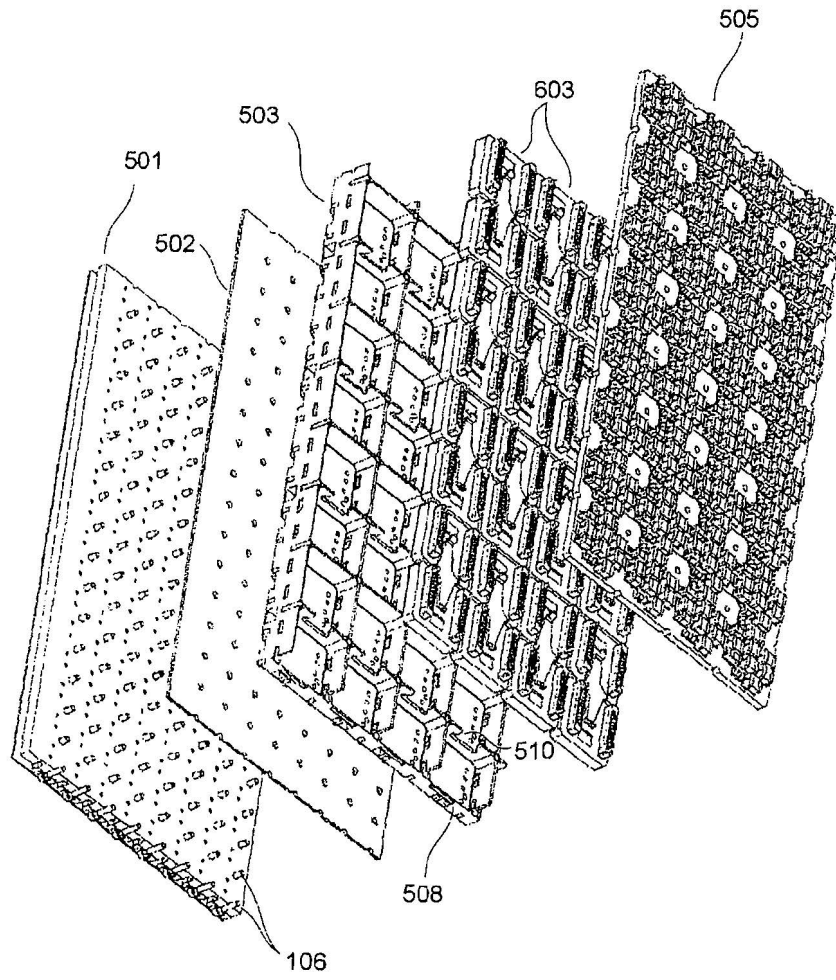


FIG. 6

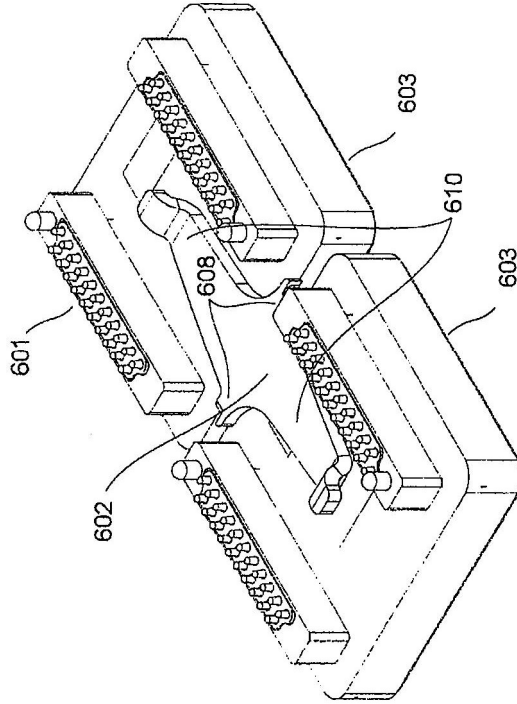


FIG. 7