(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 670 393**

(51) Int. Cl.:

H01Q 9/28 (2006.01)
H01Q 21/06 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2010 PCT/GB2010/051966**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2011 WO11064586**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2010 E 10787539 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 2504888**

(54) Título: **Agrupación de antenas**

(30) Prioridad:

27.11.2009 GB 0920916
27.11.2009 EP 09252693

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.05.2018

(73) Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

(72) Inventor/es:

HARPER, RICHARD JOHN;
LEWIS, GARETH MICHAEL;
LEWIS, ROBERT ALAN;
PANAGHISTON, GARY DAVID;
TWEEN, LARRY BRIAN;
QURESHI, WASEEM MOHAMMED ANEES y
PINTO, JONATHAN

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 670 393 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

Agrupación de antenas

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un conjunto de antena dipolar adecuado para utilizar en una agrupación de antenas en fase, y a su construcción.

ANTECEDENTES

Las agrupaciones de antenas en fase se utilizan, para vehículos, por ejemplo, para un amplio rango de funciones que incluye comunicaciones, localización del objetivo y seguimiento, medidas de detección electrónica (ESM), contramedidas electrónicas (ECM) y un largo rango de detección remota para cualquier tiempo. Estas funciones requieren un rango de diferentes frecuencias en las bandas de frecuencia de microondas y de radio del espectro electromagnético.

Convencionalmente, cada función es realizada usualmente por una o más antenas de abertura dedicadas.

Una agrupación de antenas en fase destinada a cubrir un rango más amplio de frecuencias y ensambladas utilizando técnicas convencionales haría frente a muchos obstáculos de fabricación y operativos.

En el documento WO2009/077791 A1 se ha descrito un módulo de alimentación de antenas. El documento WO 2009/077791 A1 describe un conjunto de agrupación de dipolos, que comprende una pluralidad de polos dispuestos para proporcionar una pluralidad de dipolos, y una disposición de alimentación prevista en un plano que forma un ángulo con el plano de los dipolos, comprendiendo la alimentación uno o más convertidores equilibradores (“balun”) integrados en la disposición de alimentación y comprendiendo contactos acoplados a los dipolos.

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

En un primer aspecto, la presente invención proporciona un conjunto de agrupación de dipolos, que comprende una pluralidad de polos dispuestos en una agrupación bidimensional para proporcionar una pluralidad de dipolos, estando conformado cada polo de tal manera que bordes adyacentes de polos contiguos que proceden de dipolos contiguos respectivos son relativamente largos y relativamente próximos entre sí comparados con las dimensiones de los polos, aumentando por ello el acoplamiento entre diferentes dipolos; comprendiendo además el conjunto de agrupación de dipolos una disposición de alimentación prevista en un plano que forma un ángulo con el plano de los dipolos, comprendiendo la alimentación uno o más convertidores equilibradores integrados en la disposición de alimentación, y comprendiendo contactos acoplados a los dipolos, en donde los contactos están previstos en el plano de los dipolos. Pares de polos que forman dipolos de una primera polarización pueden ser entrelazados ortogonalmente con pares de polos que forman dipolos de una segunda polarización, permitiendo por ello que una operación polarizada doble sea realizada independientemente entre las dos polarizaciones.

Los polos pueden ser cada uno de una forma aproximadamente triangular de manera sustancial.

Los polos pueden ser cada uno de forma aproximadamente triangular de manera sustancial de tal modo que un punto del triángulo de un primer polo de un dipolo es adyacente a un punto del triángulo de un segundo polo del mismo dipolo, mientras que el lado del triángulo del primer polo opuesto al punto del triángulo del primer polo proporciona el borde que es adyacente a un lado de un triángulo de un polo de un dipolo diferente.

Los contactos pueden ser previstos en la proximidad del lugar en el que dos polos de un dipolo están más próximos. El conjunto de agrupación de dipolos puede comprender además vías previstas de tal modo que puede aplicarse calor a los contactos remotamente a través de las vías conectando los contactos eléctricamente a una disposición de alimentación.

Las vías pueden ser adaptadas aplicando calor para la soldadura.

El conjunto, del que forma parte la agrupación de dipolos, puede comprender además una o más capas sobre la agrupación, en la que en los contactos hay previsto un agujero a través de una o más capas para permitir que la disposición de alimentación sea conectada a los contactos.

La disposición de alimentación puede estar prevista en un plano que es sustancialmente perpendicular al plano de los dipolos.

En otro aspecto, la presente invención proporciona un dispositivo de agrupación de dipolos, que comprende: el conjunto de agrupación de dipolos de los anteriores aspectos; y un plano de tierra, en el que el plano de tierra y el plano de los dipolos están separados por una distancia aproximadamente igual a una décima parte de la longitud de onda de la menor frecuencia de funcionamiento pretendida.

El plano de tierra y el plano de los dipolos pueden estar separados en una distancia aproximadamente igual a 11,7 mm.

El plano de tierra puede ser parte de una caja de plano de tierra rígido que comprende el plano de tierra y los lados.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una ilustración esquemática de una vista en planta de una agrupación de dipolos que es utilizada para formar una agrupación de abertura en fase de múltiples octavas.

La fig. 2 es una ilustración esquemática de una vista en planta de un segundo elemento de dipolo y una cierta parte de un primer elemento de dipolo que es directamente adyacente al segundo elemento de dipolo.

La fig. 3 muestra en una forma esquemática ampliada (no a escala) un área de la fig. 2.

La fig. 4 es un diagrama de flujo de un proceso de un método de fabricación ejemplar para fabricar la agrupación de dipolos.

La fig. 5 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando la operación s2 del método de fabricación.

La fig. 6 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2-s4 del método de fabricación.

La fig. 7 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2-s6 del método de fabricación.

La fig. 8 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2-s8 del método de fabricación.

La fig. 9 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2-s10 del método de fabricación.

La fig. 10 muestra esquemáticamente una forma de un agujero de reelaboración.

La fig. 11 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2-s16 del método de fabricación.

La fig. 12 es una ilustración esquemática de una vista despiezada ordenadamente de una estructura de alimentación a través de la cual son enviadas señales entre la agrupación de dipolos y el módulo de transmisión-recepción.

La fig. 13 es una ilustración esquemática de una vista inferior de la punta de una segunda protuberancia de una placa de pilar.

La fig. 14 es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva de un sistema de antenas ensamblado; y

La fig. 15 muestra esquemáticamente (no a escala) como están posicionadas unas aberturas en la superficie superior de un bloque conector.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La fig. 1 es una ilustración esquemática de una vista en planta de una agrupación de dipolos 100 que es utilizada en una antena de agrupación de barrido electrónico activo (AESA).

En esta realización, la agrupación de dipolos 100 es formada modelando fotolitográficamente una capa de cobre que está unida a una capa de Polímero de Cristal Líquido (LCP).

En esta realización, cada elemento de dipolo comprende cuatro elementos de forma sustancialmente triangular modelados sobre una superficie superior de la agrupación de dipolos 1. Los elementos de dipolo serán descritos con más detalle a continuación con referencia a la fig. 2.

En esta realización, la agrupación de dipolos 100 comprende dieciséis elementos de dipolo dispuestos en una rejilla de cuatro filas por cuatro columnas. Las cuatro filas son de aquí en adelante denominadas como la primera fila 10, la segunda fila 20, la tercera fila 30, y la cuarta fila 40. Las cuatro columnas son de aquí en adelante denominadas como la primera columna 11, la segunda columna 21, la tercera columna 31, y la cuarta columna 41.

La estructura de la agrupación de dipolos 100 será descrita con referencia a los cuatro elementos de dipolo en la primera fila 10. Estos cuatro elementos son de aquí en adelante denominados como el primer elemento 1 de dipolo, el segundo elemento 2 de dipolo, el tercer elemento 3 de dipolo, y el cuarto elemento 4 de dipolo.

El primer elemento 1 de dipolo está en la primera fila 10 y en la primera columna 11. El segundo elemento 2 de dipolo está en la primera fila 10 y en la segunda columna 21. El tercer elemento 3 de dipolo está en la primera fila 10 y en la tercera columna 31. El cuarto elemento 4 de dipolo está en la primera fila 10 y en la cuarta columna 41.

La fig. 2 es una ilustración esquemática de una vista en planta del segundo elemento 2 de dipolo y una cierta parte del primer elemento 1 de dipolo que es directamente adyacente al segundo elemento 2 de dipolo.

El segundo elemento 2 de dipolo comprende un dipolo horizontalmente polarizado y un dipolo verticalmente polarizado.

El dipolo horizontalmente polarizado comprende un primer y un segundo polos, denominados a continuación como el "primer polo horizontal 22" y el "segundo polo horizontal 23" respectivamente.

En esta realización, el primer polo horizontal 22 y el segundo polo horizontal 23 son cada uno de forma sustancialmente triangular. El primer polo horizontal 22 y el segundo polo horizontal 23 están posicionados sustancialmente enfrentados entre sí de tal manera que formen una forma ‘de pajarita’, teniendo cada polo triangular 22, 23 un vértice en el centro de la forma de pajarita, siendo dichos vértices próximos al centro del segundo elemento 2 de dipolo.

El vértice del primer polo horizontal 22 próximo al centro del segundo elemento 2 de dipolo, es de aquí en adelante denominado como el "primer vértice", y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 200. El borde del primer polo horizontal 22 que no forma el primer vértice 200, es decir el borde del primer polo horizontal 22 que es el borde más alejado del primer polo horizontal 22 desde el centro del segundo elemento 2 de dipolo es de aquí en adelante denominado como el "primer borde exterior" y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 202.

El vértice del segundo polo horizontal 23 próximo al centro del segundo elemento 2 de dipolo, es de aquí en adelante denominado como el "segundo vértice", y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 210. El borde del segundo polo horizontal 23 que no forma parte del segundo vértice 210, es decir el borde del segundo polo horizontal 23 que es el borde más alejado del segundo polo horizontal 23 desde el centro del segundo elemento 2 de dipolo es de aquí en adelante denominado como el "segundo borde exterior" y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 212.

En esta realización, el primer borde exterior 202 es de 4,8 mm de largo. En esta realización, el segundo borde exterior 212 es de 4,8 mm de largo. También el primer y el segundo bordes exteriores 202, 212 son sustancialmente paralelos.

En esta realización, el primer vértice 200 y el segundo vértice 210 están separados por una distancia de 0,4 mm.

El dipolo verticalmente polarizado comprende un primer y un segundo polos, denominados de aquí en adelante como el "primer polo vertical 24" y el "segundo polo vertical 25" respectivamente.

En esta realización, el primer polo vertical 24 y el segundo polo vertical 25 son cada uno de forma sustancialmente triangular. El primer polo vertical 24 y el segundo polo vertical 25 están posicionados sustancialmente enfrentados entre sí de tal manera que constituyen una forma "de pajarita", teniendo cada polo triangular 24, 25 un vértice en el centro de la forma de pajarita, estando dichos vértices próximos al centro del segundo elemento 2 de dipolo.

El vértice del primer polo vertical 24 próximo al centro del segundo elemento 2 de dipolo, es de aquí en adelante denominado como el "tercer vértice", y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 240. El borde del primer polo vertical 24 que no forma el tercer vértice 240, es decir el borde del primer polo vertical 24 que es el borde más alejado del primer polo vertical 24 desde el centro del segundo elemento 2 de dipolo, es de aquí en adelante denominado como el "tercer borde exterior" y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 242.

El vértice del segundo polo vertical 25 próximo al centro del segundo elemento 2 de dipolo, es de aquí en adelante denominado como el "cuarto vértice", y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 250. El borde del segundo polo vertical 25 que no forma el cuarto vértice 250, es decir el borde del segundo polo vertical 25 que es el borde más alejado del segundo polo vertical 25 desde el centro del segundo elemento 2 de dipolo, es de aquí en adelante denominado como el "cuarto borde exterior" y está indicado en la fig. 2 por el número de referencia 252.

En esta realización, el tercer borde exterior 242 es de 4,8 mm de largo. En esta realización, el cuarto borde exterior 252 es de 4,8 mm de largo. También, el tercer y cuarto bordes exteriores 242, 252 son sustancialmente paralelos. Además, el tercer y cuarto bordes exteriores 242, 252 son sustancialmente perpendiculares al primer y segundo bordes exteriores 202, 212.

En esta realización, el tercer vértice 240 y el cuarto vértice 250 están separados por una distancia de 0,4 mm.

Cada uno de los polos 22, 23, 24, 25 tiene una almohadilla de contacto respectiva, que será descrita a continuación con más detalle con referencia a la fig. 3. La fig. 3 muestra en una forma esquemática ampliada (no a escala) el área de la fig. 2 indicada por el número de referencia 28, es decir los vértices de los polos. Como tal, en la fig. 3 solamente se han mostrado las partes de extremidad de los polos 22, 23, 24, 25.

El primer polo horizontal 22 comprende una almohadilla de contacto, denominada de aquí en adelante como el “primer contacto 32”, a través de la cual el primer polo horizontal 22 es alimentado con una señal o reenvía una señal recibida, como se ha descrito con más detalle posteriormente más adelante. El primer contacto 32 está posicionado adyacente, o sustancialmente cerca del primer vértice 200.

El segundo polo horizontal 23 comprende una almohadilla de contacto, denominada de aquí en adelante como el

"segundo contacto 33", a través de la cual el segundo polo horizontal 23 es alimentado con una señal, o reenvía una señal recibida, como se ha descrito con más detalle posteriormente más adelante. El segundo contacto 33 está posicionado adyacente, o sustancialmente cerca del segundo vértice 210, y está en contacto con el segundo polo horizontal 23.

El primer polo vertical 24 comprende una almohadilla de contacto, denominada de aquí en adelante como el "tercer contacto 34", a través de la cual el primer polo vertical 24 es alimentado con una señal, o reenvía una señal recibida, como se ha descrito con más detalle posteriormente más adelante. El tercer contacto 34 está posicionado adyacente, o sustancialmente cerca del tercer vértice 240, y está en contacto con el primer polo vertical 24.

El segundo polo vertical 25 comprende una almohadilla de contacto, denominada de aquí en adelante como el "cuarto contacto 35", a través de la cual el segundo polo vertical 25 es alimentado con una señal, o reenvía una señal recibida, como se ha descrito con más detalle posteriormente más adelante. El cuarto contacto 35 está posicionado adyacente, o sustancialmente cerca del cuarto vértice 250, y está en contacto con el segundo polo vertical 25.

Para cada uno de los contactos antes descritos, el contacto y el polo son áreas conectadas respectivas de la capa de cobre modelada.

Así, el segundo elemento 2 de dipolo comprende cuatro contactos 32, 33, 34, 35 sustancialmente cerca del centro del segundo elemento 2 de dipolo.

Cada uno de los otros elementos de dipolo en la agrupación de dipolos 100, por ejemplo el primer elemento 1 de dipolo, el tercer elemento 3 de dipolo, y el cuarto elemento 4 de dipolo, comprenden dipolos horizontales y verticales, que comprenden polos y contactos correspondientes a los descritos anteriormente para el segundo elemento 2 de dipolo.

La fig. 2 muestra además un polo del dipolo horizontal del primer elemento de dipolo. Este polo, denominado de aquí en adelante como el "tercer polo horizontal 27", corresponde al segundo polo horizontal 23 del segundo elemento 2 de dipolo. De manera similar al segundo polo horizontal 23, el tercer polo horizontal comprende un borde exterior, denominado de aquí en adelante como el "quinto borde exterior 272", y, en la proximidad del vértice, un contacto, denominado de aquí en adelante como el "quinto contacto" (no mostrado).

El primer polo horizontal 22 es adyacente al tercer polo horizontal 27. El primer polo horizontal 22 y el tercer polo horizontal 27 están posicionados de tal manera que el primer borde exterior 202 y el quinto borde exterior 272 son sustancialmente paralelos. También, en esta realización el primer polo horizontal 22 y el tercer polo horizontal 27 están posicionados de tal manera que el primer polo horizontal 22 y el tercer polo horizontal 27 están separados en 0,4 mm. En otras palabras, el primer borde exterior 202 y el quinto borde exterior 272 están separados en 0,4 mm.

La separación relativamente pequeña entre el primer polo horizontal 22 y el tercer polo horizontal 27, es decir la separación relativamente pequeña entre el primer borde exterior 202 y el quinto borde exterior 272, y el tamaño relativamente grande del primer polo horizontal 22 y del tercer polo horizontal 27 en el primer borde exterior 202 y el quinto borde exterior 272 respectivamente, tienden de manera ventajosa a proporcionar que el diodo horizontal del primer elemento 1 de dipolo y el diodo horizontal del segundo elemento 2 de dipolo estén muy acoplados. En otras palabras, la separación relativamente pequeña entre los dipolos horizontales del primer y segundo elementos 1, 2 de dipolo, junto con los tamaños relativamente grandes de las superficies de los dipolos horizontales del primer y segundo de elementos 1, 2 de dipolo que son directamente adyacentes, tienden a proporcionar una capacitancia relativamente grande entre los dipolos horizontales del primer y segundo de elementos 1, 2 de dipolo.

De una manera correspondiente al modo en que los dipolos horizontales del primer y segundo elementos 1, 2 de dipolo, están muy acoplados juntos (como se ha descrito anteriormente), cada dipolo horizontal de cada elemento está muy acoplado al dipolo horizontal del elemento que está horizontal y directamente adyacente a él. Por ejemplo, en la primera fila 10 de la agrupación de dipolos 100 el dipolo horizontal del primer elemento 1 está muy acoplado al dipolo horizontal del segundo elemento 2. También, el dipolo horizontal del segundo elemento 2 está muy acoplado tanto al dipolo horizontal del primer elemento 1 como al dipolo horizontal del tercer elemento 3. También, el dipolo horizontal del tercer elemento 3 está muy acoplado tanto al dipolo horizontal del segundo elemento 2 como al dipolo horizontal del cuarto elemento 4. También, el dipolo horizontal del cuarto elemento 4 está muy acoplado al dipolo horizontal del tercer elemento 3.

Además, de una manera correspondiente al modo en el que los dipolos horizontales del primer y segundo elementos 1, 2 de dipolo, están muy acoplados juntos (como se ha descrito anteriormente), cada dipolo vertical de cada elemento está muy acoplado al dipolo vertical del elemento que está vertical y directamente adyacente a él. Por ejemplo, en la primera columna 11 de la agrupación de dipolos 100 el dipolo vertical del primer elemento 1 está muy acoplado al dipolo vertical del elemento de dipolo en la segunda fila 20 y en la primera columna 10. También, el dipolo vertical del elemento de dipolo en la segunda fila 20 y en la primera columna 10 está muy acoplado tanto al dipolo vertical del primer elemento 1 como al dipolo vertical del elemento de dipolo en la tercera fila 30 y en la primera columna 11. También, el dipolo vertical del elemento de dipolo en la tercera fila 30 y en la primera columna 11 está muy acoplado tanto al dipolo vertical del elemento de dipolo en la segunda fila 20 y en la primera columna 11 como el dipolo vertical del elemento de dipolo en la cuarta fila 40 y en la primera columna 11. También, el dipolo vertical del elemento de dipolo en la cuarta fila 40 y en la

primera columna 11 está muy acoplado al dipolo vertical del elemento de dipolo en la tercera fila 30 y en la primera columna 11.

Además, debido a la disposición anteriormente descrita, algún acoplamiento tiende ventajosamente a ocurrir entre elementos en la agrupación que no son los vecinos más próximos, es decir el acoplamiento tiende a ocurrir entre todos los elementos de dipolo en la agrupación.

Así, la agrupación de dipolos 100 puede ser considerada como que comprende dipolos muy acoplados.

Además, en virtud de la naturaleza sustancialmente ortogonal del posicionamiento/alineación relativo de cada dipolo vertical con sus dipolo horizontal correspondiente (por ejemplo la relación posicional ortogonal entre el dipolo vertical que comprende el primer polo vertical 24 y el segundo polo vertical 25 y el dipolo horizontal que comprende el primer polo horizontal 22 y el segundo polo horizontal 23), se proporciona una polarización doble independiente, es decir las dos polarizaciones (vertical y horizontal) pueden ser operadas de manera independiente. Esto permite ventajosamente, por ejemplo, que las dos polarizaciones sean accionadas con fases diferentes. La forma total sustancialmente triangular de los polos individuales, con los triángulos previstos de la manera entrelazada antes descrita, permite ventajosamente que tal relación posicional ortogonal sustancial sea conseguida mientras también se consiguen los efectos de acoplamiento elevado descritos anteriormente.

Se apreciará que la forma sustancialmente triangular descrita anteriormente de los polos individuales proporciona una implantación preferida en la que los bordes adyacentes de polos adyacentes en los que los polos adyacentes proceden de diferentes elementos dipolares contiguos más próximos respectivos (por ejemplo el primer borde 202 que es adyacente al quinto borde 272 donde estos dos bordes proceden de elementos de dipolo continuos, es decir el polo cuyo borde distal es el borde 202 forma un dipolo con el polo cuyo borde distal es el borde 212, no con el polo con el borde adyacente 272) tienen una pequeña separación entre ellos comparada con las dimensiones de los polos y son de longitudes relativamente grandes comparadas con las dimensiones de los polos de tal modo que proporcionen dipolos muy acoplados como se ha descrito anteriormente. Como tal se apreciará que, aunque una verdadera forma triangular representa una implementación preferida, sin embargo la forma sustancialmente triangular puede variar desde una forma triangular absoluta en una variedad de maneras mientras que se consiguen aún algunos o todos los efectos ventajosos anteriormente descritos. Por ejemplo, la forma total de un polo puede aparecer como un triángulo absoluto, pero siendo o comprendiendo sus tres lados en detalle dentados, parcialmente curvados o con algunas otras desviaciones de la forma recta. Otra posibilidad es que la forma total pueda ser sólo aproximadamente triangular, por ejemplo evaluada como más parecida a un triángulo que a cualquier otra forma geométrica simple, incluso aunque no sea verdaderamente un triángulo. Así se apreciará que en otras realizaciones pueden preverse cualesquiera polos de forma aproximadamente triangular de manera sustancial. Más generalmente, en otras realizaciones, pueden además proporcionarse aún otras formas que proporcionan algunos o todos los efectos ventajosos proporcionados por los polos de forma aproximadamente triangular de manera sustancial descritos anteriormente. Por ejemplo, pueden proporcionarse formas irregulares o más entrelazadas, en tanto en cuanto tales formas proporcionen una forma de entrelazado o posicionamiento relativo entre los cuatro polos separados de un par de dipolos dado de tal modo que se consiga un elevado grado de acoplamiento entre polos contiguos por bordes distales adyacentes respectivos procedentes de polos contiguos que son de dipolos contiguos respectivos que son relativamente largos y están relativamente próximos entre sí comparados con las dimensiones de los polos.

La fig. 4 es un diagrama de flujo del proceso de un método de fabricación ejemplar para fabricar la agrupación de dipolos 100.

En la operación s2, dos capas de polímero de cristal líquido (LCP) revestidas con cobre son unidas juntas de tal manera que haya una película de cobre en cada una de las superficies exteriores de la estructura unida.

La fig. 5 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando la operación s2. El apilamiento de material comprende una primera película 52 de cobre, una primera capa 53 de LCP, una primera capa 54 de unión, una segunda capa 55 de LCP , y una segunda película 56 de cobre. En esta realización, cada capa de LCP y película de cobre está prevista en forma de 50 µm de grosor de LCP 3850 de Rogers Corporation Ultralam (TM) originalmente con 0,5 oz/sq.ft (17,5 µm) de recubrimiento de cobre en ambas caras pero que a continuación se ha retirado del cobre de una de sus caras. En esta realización, la primera capa 54 de unión está hecha de película de unión de Ultralam (TM) 3908. (En otras realizaciones, puede utilizarse una única capa de LCP dejando el cobre en ambas caras en lugar del apilamiento unido mostrado en la fig. 5, si tal capa individual de LCP es de suficiente grosor para una implementación particular).

En la operación s4, la primera y segunda películas 52, 56 de cobre son modeladas fotolitográficamente para retirar partes de la primera y segunda películas 52, 56 de cobre. La primera película 52 de cobre, a su terminación, contiene almohadillas, denominadas de aquí en adelante por conveniencia como "almohadillas térmicas", que son posteriormente utilizadas para aplicar calor que es a continuación conducido a la capa inferior a través de estructuras de ‘vía’ descritas subsiguientemente, a la segunda capa 56 de película de cobre inferior. Las almohadillas térmicas están previstas en el primer modelo de película de cobre de tal modo que correspondan a las almohadillas de contactos descritas anteriormente en la segunda película 56 de cobre. La segunda película 56 de cobre está modelada para formar las partes de elemento de dipolo descritas anteriormente y las almohadillas de contacto, tales como los polos 22, 23, 24, 25

y las almohadillas de contacto 32, 33, 34, 35. La fig. 6 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2 – s4. A modo de ejemplo, en la fig. 6, como parte de la segunda película 56 de cobre modelada restante, se ha mostrado esquemáticamente (no a escala) una parte del primer polo horizontal 22 y del primer contacto 32 en sección transversal. Además, en la fig. 6, como parte de la primera película 52 de cobre modelada restante, se ha mostrado esquemáticamente (no a escala) una parte de una almohadilla térmica 532 correspondiente en sección transversal.

En la operación s6 se han formado vías. Se han taladrados agujeros a través del conjunto en puntos sobre una superficie del conjunto correspondientes a las posiciones de los contactos, por ejemplo el primer, segundo, tercer y cuarto contactos 32, 33, 34, 35 y el quinto contacto, de tal modo que pasen también a través de las almohadillas térmicas correspondientes tales como la almohadillas térmicas 532. Estos agujeros son revestidos con cobre para producir vías pasantes, que así acoplan térmicamente un contacto respectivo con su almohadilla térmica correspondiente. Estas vías son ventajosas en un proceso de ensamblaje de una antena de la agrupación de dipolos100 por razones descritas posteriormente más adelante con referencia a la fig. 14.

La fig. 7 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2 – s6. Además de aquellos elementos mostrados en las figs. 5 y 6, la fig. 8 muestra un ejemplo de las vías, en particular de una vía 110. La vía 110 está posicionada para pasar a través del contacto 32 y de la almohadilla térmica 532, acoplando de este modo térmicamente el contacto 32 y la almohadilla térmica 532.

En la operación s8, una tercera capa de LCP es unida a la superficie inferior expuesta de la segunda capa 55 de LCP/las partes modeladas restantes de la segunda película 56 de cobre.

La fig. 8 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2 – s8, que muestra además la tercera capa 114 de LCP unida a la segunda capa 55 de LCP/las partes modeladas restantes de la segunda película 56 de cobre por una segunda capa 116 de unión. En esta realización, la segunda capa 116 de unión es una película de unión de Ultralam(TM) 3908.

En la operación s10, partes de la tercera capa 114 de LCP y de la segunda capa 116 de unión son retiradas, o raspadas, para exponer los contactos, tal como los contactos 32, 33, 34, 35. En esta realización, esta retirada o raspado es realizado utilizando una ablación con láser.

La fig. 9 es una ilustración esquemática del conjunto producido realizando las operaciones s2 – s10. La fig. 9 muestra, a modo de ejemplo, una región 117 raspada que ha expuesto el contacto 32.

Los contactos expuestos tales como el contacto 32 son a continuación preferiblemente revestidos con oro con propósitos de protección contra la corrosión.

En la operación s12, se han proporcionado a continuación agujeros de alineación (no mostrado) taladrando a través del conjunto total. Tales agujeros de alineación están previstos lejos de cualesquiera áreas funcionales, y son utilizados para una alineación posterior del conjunto total de la fig. 9 a otras partes de la agrupación. Tales agujeros de alineación no son esenciales, y pueden utilizarse en su lugar otras técnicas de alineación.

En la operación s14, son proporcionados otros agujeros a través del conjunto total. En esta realización tales agujeros serán utilizados con propósitos de reelaboración después de una operación de soldadura principal, y como tal pueden ser denominados convenientemente agujeros de reelaboración. Sin embargo, el término reelaboración no es limitativo, y en otras realizaciones algunos o todos estos agujeros pueden ser utilizados para un proceso de soldadura principal, o para primeras operaciones particulares de soldar contactos particulares con otros de los contactos soldados por medios diferentes. Más generalmente, si otros procesos de soldadura son adecuados de tal modo que no se requiere o se considera una reelaboración, entonces estos agujeros de reelaboración pueden en vez de ello ser omitidos. Los agujeros de reelaboración están previstos en la proximidad de los contactos tales como los contactos 32, 33, 34, 35. Los agujeros están preferiblemente conformados de modo que están tan próximos como sea posible a los contactos, pero no eliminen ninguna película de cobre que forme el contacto o ninguna película de cobre que forme los polos, tal como los polos 22, 23, 24, 25. Preferiblemente los agujeros de reelaboración están previstos de una forma que permite que un agujero de reelaboración proporcione acceso a los cuatro contactos de un elemento de dipolo dado.

La fig. 10 muestra uno de tales agujeros 118 de reelaboración conformado, mostrado esquemáticamente (no a escala) y de forma aproximada como un área sombreada 118 alrededor de los componentes previamente mostrados en la fig. 3, y descritos con referencia a la misma. La forma puede ser denominada de manera conveniente parecida sustancialmente a una esvástica.

La fig. 11 muestra esquemáticamente (no a escala) una parte de la sección transversal del agujero de reelaboración en el contexto de la representación en sección transversal del conjunto. Se ha observado que en la fig. 11 el agujero de reelaboración está mostrado simplemente en una posición nominal para permitir que la figura indique el agujero en principio para una comprensión mejorada, y que su posición como se ha mostrado puede no necesariamente ser consistente con respecto a la verdadera forma o ubicación del agujero de reelaboración comparado con el contacto y el polo.

En la operación s16, se aplica soldadura a los contactos tales como los contactos 32, 33, 34, 35. A modo de ejemplo, en la fig. 11 se ha mostrado una soldadura humectante 119 aplicada al contacto expuesto 32. Sin embargo, no es esencial aplicar esta soldadura en este momento, y en otras realizaciones la soldadura puede ser aplicada en una etapa posterior, o incluso no ser aplicada, ya que por ejemplo en otras realizaciones la soldadura puede en su lugar ser aplicada al elemento al que el contacto 32 ha de ser soldado, o aún en otras realizaciones pueden ser utilizadas otras técnicas, por ejemplo adhesivos térmicos, en lugar de la soldadura. En el último caso, puede aplicarse adhesivo térmico a los contactos tales como el contacto 32 en la operación s16, o puede aplicarse en otra etapa.

Así, se ha proporcionado un método de fabricación ejemplar de la agrupación de dipolos 100.

La agrupación de dipolos 100 forma una antena adecuada para transmitir y/o recibir señales. Las señales que han de ser transmitidas (o señales recibidas) por la antena son enviadas desde (o hacia) una agrupación de módulos de transmisión-recepción a través de una estructura de alimentación que incorpora convertidores equilibradores integrados con el fin de conseguir una amplia correspondencia de impedancia de los elementos con las entradas de alimentación de la línea de transmisión. Los dipolos horizontales y verticales en los elementos de dipolo de la agrupación de dipolos 100 están conectados a la estructura de alimentación a través de los contactos, tales como los contactos 32, 33, 34, 35 que están sustancialmente en el centro de cada uno de los elementos de dipolo, como se ha descrito anteriormente con referencia a la fig. 2. La estructura de alimentación será descrita posteriormente con referencia a la fig. 12.

La agrupación de dipolos 100 tiende a ser capaz de funcionar en un rango de frecuencias diferentes en las bandas de frecuencia de microondas y radio del espectro electromagnético. Estas características de rendimiento tienden a proporcionar que un número de funciones puedan ser realizadas por la agrupación de dipolos 100. Así, tienden a dar como resultado reducciones de peso, coste y tamaño de una antena que comprende dicha agrupación de dipolos 100.

La fig. 12 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista despiezada ordenadamente de la estructura de alimentación 44 a través de la cual son enviadas señales entre la agrupación de dipolos 100 y la entrada/salida de la antena a través de convertidores equilibradores integrados. La red de alimentación no se ha mostrado en la fig. 12. La conexión de la agrupación de dipolos 100 a la alimentación será descrita posteriormente más adelante con referencia a la fig. 13.

En esta realización, la estructura de alimentación 44 comprende cuatro placas de pilar. Para claridad y facilidad de comprensión una de tales placas de pilar está representada en la fig. 5. Esta placa de pilar está indicada por el número de referencia 152 y será denominada a continuación como la “primera placa de pilar”. La estructura de alimentación 144 comprende además una caja 154 de plano de tierra, y una capa 156 de espuma.

El propósito de cada placa de pilar respectiva es conectar las entradas de antena, a través de convertidores equilibradores integrados (no mostrados en la fig. 12) a los cuatro contactos de cada uno de los cuatro elementos dipolares en una fila respectiva de la agrupación de dipolos 100. Cómo una placa de pilar hace contacto con los cuatro contactos de un elemento de dipolo está descrito posteriormente más adelante con referencia a la fig. 13 después de la descripción de las formas y configuración de las placas de pilar, de la caja 154 de plano de tierra, y de la capa 156 de espuma.

La primera placa de pilar 152 está conectada a módulos de transmisión-recepción (no mostrados) a través de una disposición de conexión 58 que está indicada simplemente de forma conceptual en la fig. 12. Cualquier disposición de conexión adecuada puede ser empleada. La disposición de conexión 58 particular empleada en esta realización será descrita con más detalle a continuación con referencia a la fig. 14.

La forma de la primera placa de pilar 152 es un bloque que tiene cuatro protuberancias (que pueden también ser denominadas pilares), denominadas a continuación como la “primera protuberancia 62”, la “segunda protuberancia 64”, la “tercera protuberancia 66”, y la “cuarta protuberancia 68”.

Cada protuberancia respectiva tiene un extremo, o punta libre. La punta de la primera protuberancia será de aquí en adelante denominada como la “primera punta 63”. La punta de la segunda protuberancia será de aquí en adelante denominada como la “segunda punta 65”. La punta de la tercera protuberancia será de aquí en adelante denominada como la “tercera punta 67”. La punta de la cuarta protuberancia será de aquí en adelante denominada como la “cuarta punta 69”.

Cada protuberancia respectiva está posicionada a través de un agujero respectivo en la caja 154 de plano de tierra y a través de un agujero respectivo en la capa 156 de espuma de tal modo que la punta respectiva hace contacto con los cuatro contactos de un par de elementos de dipolo respectivos (uno en cada una de dos polarizaciones), como se ha descrito con más detalle a continuación con referencia a la fig. 13.

La caja 154 de plano de tierra es una caja sustancialmente cuadrada, con la parte superior abierta, hecha de aluminio. En esta realización, la caja 154 de plano de tierra es fabricada mecanizando un único lingote de aluminio.

La caja 154 de plano de tierra comprende cuatro ranuras, denominadas de aquí en adelante como la “primera ranura 72”, la “segunda ranura 74”, la “tercera ranura 76”, y la “cuarta ranura 78”. Cada ranura respectiva está adaptada para

mantener en su sitio una placa de pilar respectiva. Por ejemplo, la primera ranura 72 está adaptada para alojar la primera placa de pilar 152.

La caja 154 de plano de tierra comprende además dieciséis agujeros a través de una superficie inferior de la caja 154 de plano de tierra. Cuatro agujeros están posicionados en cada una de las cuatro ranuras, 72, 74, 76, 78. Los cuatro agujeros a través de la caja 154 de plano de tierra en la primera ranura 72 son de aquí en adelante denominados como el “primer agujero 82 de plano de tierra”, el “segundo agujero 84 de plano de tierra, el “tercer agujero 86 de plano de tierra, y el “cuarto agujero 88 de plano de tierra”.

La caja 154 de plano de tierra tiende a proporcionar ventajosamente una estabilidad dimensional a la disposición completa, proporcionando por ello estabilidad dimensional a los elementos de dipolo, que tienden a mejorar su funcionamiento en términos de fase correcta y así sucesivamente. Además, las ranuras en la caja 154 de plano de tierra proporcionan ventajosamente un grosor reducido en las ubicaciones en las que están las protuberancias de la placa de pilar, lo que tiende a proporcionar una primera ventaja porque la longitud de la protuberancia puede ser reducida y/o una segunda ventaja porque la longitud del conjunto total puede ser reducida. Además, previendo las ranuras solo cuando se requieren (por ejemplo comparado con hacer toda la parte inferior de la caja de suelo más delgada) estas ventajas tienden a ser obtenidas al tiempo que se mantiene una parte sustancial de la resistencia física de la caja de suelo, y por tanto su capacidad para proporcionar la estabilidad dimensional antes descrita, etc. La caja de plano de tierra permite además que las placas de pilar, en particular las protuberancias, sean mantenidas perpendiculares a los elementos de dipolo.

La capa 156 de espuma es una capa de espuma de grosor sustancialmente uniforme. En esta realización, las capa 156 de espuma es de aproximadamente 11,7 mm de grosor.

En esta realización, la capa de espuma comprende 16 agujeros dispuestos de tal modo que cuando la caja 154 de plano de tierra es posicionada sobre la parte superior de la capa 156 de espuma, los dieciséis agujeros de la caja 154 de plano de tierra se alinean con los dieciséis agujeros de la capa 156 de espuma. En otras palabras, los agujeros de la capa de espuma están dispuestos en las cuatro filas de cuatro agujeros y están separados sustancialmente del mismo modo que los agujeros en la caja 154 de plano de tierra. En esta realización, una fila de agujeros en la capa 156 de espuma comprende un primer agujero 92 de la capa de espuma, un segundo agujero 94 de la capa de espuma, un tercer agujero 96 de la capa de espuma, y un cuarto agujero 98 de la capa de espuma. Cuando la caja 154 de plano de tierra es posicionada sobre la parte superior de la capa 156 de espuma, el primer agujero 82 de plano de tierra está alineado con el primer agujero 92 de la capa de espuma, el segundo agujero 84 de plano de tierra está alineado con el segundo agujero 94 de la capa de espuma, el tercer agujero 86 de plano de tierra está alineado con el tercer agujero 96 de la capa de espuma, y el cuarto agujero 88 de plano de tierra está alineado con el cuarto agujero 98 de la capa de espuma.

En esta realización, la primera placa de pilar 152, la caja 154 de plano de tierras y la capa 156 de espuma están posicionadas relativamente entre sí de tal modo que la primera placa de pilar 152 se encuentra a lo largo de la primera ranura 72 de la caja 154 de plano de tierra. También, la primera protuberancia 62 pasa a través del primer agujero 82 de plano de tierra y el primer agujero 92 de la capa de espuma de tal manera que la primera punta 63 hace contacto con los cuatro contactos del primer elemento 1 de dipolo. También, la segunda protuberancia 64 pasa a través del segundo agujero 84 de plano de tierra y del segundo agujero 94 de la capa de espuma de tal manera que la segunda punta 65 hace contacto con los cuatro contactos del segundo elemento 2 de dipolo. También, la tercera protuberancia 66 pasa a través del tercer agujero 86 de plano de tierra y del tercer agujero 96 de la capa de espuma de tal manera que la tercera punta 67 hace contacto con los cuatro contactos del tercer elemento 3 de dipolo. También, la cuarta protuberancia 68 pasa a través del cuarto agujero 88 del plano de tierra y del cuarto agujero 98 de la capa de espuma de tal manera que la cuarta punta 69 hace contacto con los cuatro contactos del cuarto elemento 4 de dipolo.

De manera similar, una segunda placa de pilar (no mostrada) que comprende cuatro protuberancias, y conectada a los módulos de transmisión-recepción por un conector de microondas correspondiente, está posicionada a lo largo de la segunda ranura 74 de tal modo que las protuberancias respectivas de la placa de pilar pasan a través de agujeros en la caja 154 de plano de tierra y de la capa 156 de espuma para hacer contacto con los cuatro contactos en un elemento de dipolo diferente respectivo sobre la segunda fila 20.

De manera similar, una tercera placa de pilar (no mostrada) que comprende cuatro protuberancias, y conectada a los módulos de transmisión-recepción por un conector de microondas correspondiente, está posicionada a lo largo de la tercera ranura 76 de tal modo que las protuberancias respectivas de la placa de pilar pasan a través de agujeros en la caja 154 de plano de tierra y en la capa 156 de espuma para hacer contacto con los cuatro contactos en un elemento de dipolo diferente respectivo sobre la tercera fila 30.

De manera similar, una cuarta placa de pilar (no mostrada) que comprende cuatro protuberancias, y conectada a los módulos de transmisión-recepción por un conector de microondas correspondiente, está posicionada a lo largo de la cuarta ranura 78 de tal modo que las protuberancias respectivas de la placa de pilar pasan a través de agujeros en la caja 154 de plano de tierra y en la capa 156 de espuma para hacer contacto con los cuatro contactos en un elemento de dipolo diferente respectivo sobre la cuarta fila 40.

Cómo una placa de pilar hace contacto con los cuatro contactos de un elemento de dipolo (es decir un par de dipolos) será descrito a continuación a modo de ejemplo con referencia a la segunda punta 65 y al segundo elemento 2 de dipolo descritos anteriormente con referencia a la fig. 2.

La figura 13 es una ilustración esquemática de una vista inferior de la segunda punta 65.

La segunda junta 65 es aproximadamente un cuadrado de 3 mm situado en el extremo de la segunda protuberancia 64. La segunda punta 65 comprende almohadillas de contacto eléctrico, denominadas de aquí en adelante como la "primera almohadilla 102", la "segunda almohadilla 104", la "tercera almohadilla 106", y la “cuarta almohadilla 108".

En esta realización, las almohadillas están formadas a partir de un primer revestimiento de una superficie exterior de la primera placa de pilar 152, decorando con plantilla a continuación con láser la segunda punta 65 al modelo requerido, y a continuación despegando la metalización excesiva con una cuchilla de escalpelo. Cada almohadilla es sustancialmente rectangular con una anchura de aproximadamente 0,5 mm, y una longitud de aproximadamente 1,25 mm.

Durante el ensamblaje, las protuberancias son insertadas a través de los agujeros en la caja 54 de plano de tierra y en la capa 56 de espuma y posicionadas en las regiones raspadas, tal como la región raspada 117, en la agrupación de dipolos 100. Por ejemplo, la segunda protuberancia 64 es posicionada a través del segundo agujero 84 de plano de tierra y del segundo agujero 94 de la capa de espuma. Consecuentemente, la segunda punta 65 hace contacto con la parte central del segundo elemento 2 de dipolo. Por consiguiente, y con más detalle, cada una de las almohadillas 102, 104, 106, 108 sobre la segunda punta 65 es posicionada en contacto con uno respectivo de los contactos de un elemento de dipolo dado, por ejemplo los contactos 32, 33, 34, 35. Este contacto posicional es a continuación convertido en un contacto eléctrico completo soldando las almohadillas 102, 104, 106, 108 a su contacto respectivo de los cuatro contactos por ejemplo los contactos 32, 33, 34, 35. En esta realización esta soldadura es hecha aplicando calor a las almohadillas térmicas previstas en la primera película 52 de cobre, por ejemplo la almohadilla térmica 532 descrita anteriormente. El calor aplicado es conducido térmicamente por la vía respectiva, es decir la vía 110 en el caso de la almohadilla térmica 532, al contacto respectivo, es decir el contacto 32 en el caso de la almohadilla térmica 532. El calor conducido actúa para calentar el contacto 32, y en esta realización la soldadura humectante 119, tal como la soldadura humectante 119 fluye y forma a continuación un contacto eléctrico completo entre el contacto 32 de la agrupación de dipolos 100 y la almohadilla respectiva de la segunda punta 65 de la segunda protuberancia 64 de la placa de pilar 152. En esta realización, si se encuentra que cualquiera de las uniones soldadas es imperfecta, o por ejemplo se encuentra que ha ocurrido cualquier cortocircuito debido a la soldadura, por ejemplo durante las pruebas, entonces los contactos relevantes pueden ser reelaborados manualmente accediendo a los contactos desde el lado exterior del conjunto completo utilizando los agujeros de reelaboración tales como el agujero 118 de reelaboración descrito anteriormente.

En esta realización, la primera almohadilla 102 y la segunda almohadilla 104 están conectadas a un primer convertidor equilibrador Marchand (no mostrado), integrado en la primera placa de pilar 152, a través de una primera y segunda capas conductoras de la primera placa de pilar 152 respectivamente.

Durante la operación, se envían señales entre el primer convertidor equilibrador Marchand y el primer polo horizontal 22 a través de la primera capa conductora de la primera placa de pilar 152, y entre el primer convertidor equilibrador Marchand y el segundo polo horizontal 23 a través de la segunda capa conductora de la primera placa de pilar 152. En otras palabras, la primera y segunda capas conductoras de la placa de pilar 152 conducen señales entre el primer convertidor equilibrador Marchand y el dipolo horizontal del segundo elemento 2 de dipolo.

Durante la operación, la primera y segunda capas conductoras conducen corrientes iguales en sentidos opuestos, es decir, las señales en la primera y segunda capas conductoras son iguales de magnitud y opuestas en fase (equilibradas). El primer convertidor equilibrador Marchand une la línea equilibrada formada por la primera y segunda capas conductoras a una línea desequilibrada, denominada de aquí en adelante como la "primera línea desequilibrada". La primera línea desequilibrada comprende un primer terminal conectado a tierra eléctrica (la caja 154 del plano de tierra) y otro terminal que transporta una señal desequilibrada correspondiente a señales en la primera y segunda capas conductoras, es decir, una señal de dos veces la magnitud de la señal correspondiente transportada bien por la primera o bien por la segunda capas conductoras.

En esta realización, parte o la totalidad de la primera línea desequilibrada es un primer componente de la disposición de conexión 58. Así, el primer convertidor equilibrador Marchand es conectado al módulo de transmisión-recepción (no mostrado).

En otras palabras las señales equilibradas son enviadas entre el primer convertidor equilibrador Marchand y los dos brazos del dipolo horizontal del segundo elemento 2 de dipolo. Estas señales son transformadas en señales desequilibradas con respecto a la tierra (es decir la primera señal desequilibrada). Las señales desequilibradas son enviadas entre el primer convertidor equilibrador Marchand y el módulo de transmisión-recepción (no mostrado) a través de la disposición de conexión 58.

También en esta realización, la tercera almohadilla 106 y la cuarta almohadilla 108 están conectadas a un segundo convertidor equilibrador Marchand integrado en la primera placa de pilar 152, a través de una tercera y cuarta capas conductoras de la primera placa de pilar 152 respectivamente.

Durante la operación, se envían señales entre el segundo convertidor equilibrador Marchand y el primer polo vertical 24 a través de la tercera capa conductora de la primera placa de pilar 152, y entre el segundo convertidor equilibrador Marchand y el segundo polo vertical 25 a través de la cuarta capa conductora de la primera placa de pilar 152. En otras palabras, la tercera y cuarta capas conductoras de la placa de pilar 152 conducen señales entre el segundo convertidor equilibrador Marchand y el dipolo vertical del segundo elemento 2 de dipolo.

Durante la operación, la tercera y cuarta capas conductoras conducen corrientes iguales en sentidos opuestos, es decir, las señales en la tercera y cuarta capas conductoras son iguales de magnitud y opuestas en fase (equilibradas). El segundo convertidor equilibrador Marchand une la línea equilibrada formada por la tercera y cuarta capas conductoras a una línea desequilibrada, denominada de aquí en adelante como la "segunda línea desequilibrada". La segunda línea desequilibrada comprende un primer terminal conectado a tierra eléctrica (la caja 154 de plano de tierra) y otro terminal que lleva una señal desequilibrada correspondiente a señales en la tercera y cuarta capas conductoras, es decir, una señal de dos veces la magnitud de la señal correspondiente transportada bien por la tercera o bien por la cuarta capas conductoras.

En esta realización, parte o la totalidad de la segunda línea desequilibrada es un segundo componente de la disposición de conexión 58. Así, el segundo convertidor equilibrador Marchand es conectado al módulo de transmisión-recepción (no mostrado).

En otras palabras las señales equilibradas son enviadas entre el segundo convertidor equilibrador Marchand y los dos brazos del dipolo horizontal del segundo elemento 2 de dipolo. Estas señales son transformadas en señales desequilibradas con respecto a tierra (es decir la primera señal desequilibrada). Las señales desequilibradas son enviadas entre el segundo convertidor equilibrador Marchand y el módulo de transmisión-recepción (no mostrado) a través de la disposición de conexión 58.

Cada placa de pilar, y cada protuberancia de la misma, está dispuesta sustancialmente del mismo modo que se ha descrito anteriormente para la segunda protuberancia 65 de la primera placa de pilar 152. En esta realización cada placa es fabricada a partir de un material pre-impregnado ("pre-preg") termoendurecible cargado con cerámica reforzada con tejido de vidrio de Rogers Corp. 4350.

En esta realización, cada placa de pilar comprende alimentaciones para cada polo de los elementos de dipolo relevantes, y convertidores equilibradores Marchand integrados que transforman efectivamente señales de entrada de microondas de tal manera que la salida a pares opuestos de brazos de dipolos son alimentadas en anti-fase sobre un amplio rango de frecuencias. Sin embargo, en otras realizaciones, pueden utilizarse convertidores equilibradores de segundo orden que limitan el ancho de banda del convertidor equilibrador a alrededor de 3:1 (menos que el elemento con un ancho de banda de 4:1). Los convertidores equilibradores de orden más elevado tienden a proporcionar ventajosamente un mayor ancho de banda pero añaden complejidad de fabricación adicional y tienden a requerir más espacio de placa. No es esencial utilizar convertidores equilibradores Marchand, sin embargo el convertidor equilibrador Marchand tiende a ser ventajoso sobre otros tipos de convertidor equilibrador, tales como el convertidor equilibrador Y-Y que tiende a ser demasiado sensible a las variaciones de fabricación para entregar un rendimiento en microondas consistente.

Así, se proporciona una estructura de alimentación 44 que comprende una placa de pilar de placa de circuito impreso (PCB) de microondas multicapas, que incorpora convertidores equilibradores de Marchand integrados, para el propósito de accionar una antena de agrupación de banda ancha (la agrupación de dipolos 100). La estructura de alimentación 44 es adecuada para enviar señales desde un módulo de transmisión-recepción (no mostrado) a la agrupación de dipolos 100 para transmisión en delante al espacio libre por la agrupación de dipolos 100. También, la estructura de alimentación 44 es adecuada para enviar señales que son recibidas en la agrupación de dipolos 100 desde la agrupación de dipolos 100 al módulo de transmisión-recepción (no mostrado). La disposición completa proporciona así lo que se ha denominado como "dispositivo recíproco" desde una perspectiva eléctrica.

Puede utilizarse cualquier estructura apropiada, en particular estructura interna, de las placas de pilar, incluyendo los detalles de los convertidores equilibradores integrados en ella. En esta realización, la estructura interna y la funcionalidad es preferiblemente como se ha descrito en la Solicitud de Patente Internacional Nº PCT/GB2008/051196 (Número de Publicación Internacional WO2009/077791 A1). La forma particular utilizada en esta realización para la disposición de conexión 58 antes mencionada será descrita a continuación con referencia a las figs. 14 y 15. La fig. 14 es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva de una antena 301 de barrido eléctrico que comprende los elementos descritos anteriormente. La antena 301 comprende la primera placa de pilar 152, una segunda placa de pilar 302, una tercera placa de pilar 303, una cuarta placa de pilar 304, la caja 154 de plano de tierra, la capa 156 de espuma, y la agrupación de dipolos 100.

La primera placa de pilar 152 está posicionada en la primera ranura 72 de la caja de plano de tierra de tal modo que cada protuberancia de la primera placa de pilar pasa a través de un agujero respectivo en la caja 154 de plano de tierra como se ha descrito anteriormente con referencia a la fig. 12. También, cada protuberancia de la primera placa de pilar pasa a través de un agujero respectivo en la capa 156 de espuma de tal manera que cada protuberancia hace contacto con la parte central de un elemento de dipolo respectivo en la primera fila 10 de la agrupación de dipolos 100 como se ha descrito anteriormente.

Las otras placas de pilar están dispuestas de una manera correspondiente, es decir la segunda, tercera y cuarta placas de pilar 302, 303, 304 están posicionadas en la segunda, tercera y cuarta ranuras respectivas 74, 76, 78 de tal manera que las protuberancias de la placa de pilar respectiva pasan a través de los agujeros en la caja 154 de plano de tierra que se encuentran a lo largo de la ranura respectiva. También las protuberancias de las placas de pilar respectivas pasan a través de un conjunto de agujeros respectivos en la capa 156 de espuma de tal manera que cada protuberancia de la segunda placa de pilar 302 hace contacto con la parte central de un elemento de dipolo respectivo en la segunda fila 20 de la agrupación de dipolos 100, cada protuberancia de la tercera placa de pilar 303 hace contacto con la parte central de un elemento de dipolo respectivo en la tercera fila 30 de la agrupación de dipolos 100, y cada protuberancia de la cuarta placa de pilar 304 hace contacto con la parte central de un elemento de dipolo respectivo en la cuarta fila 20 de la agrupación de dipolos 100.

En esta realización, el borde de cada placa de pilar que es opuesto al borde que tiene las protuberancias es conectado física y eléctricamente a un bloque conector respectivo 311, 312, 313, 314, es decir la primera placa de pilar 152 es unida y conectada eléctricamente a un primer bloque conector 311, la segunda placa de pilar 302 es unida y conectada eléctricamente a un segundo bloque conector 312, la tercera placa de pilar 303 es unida y conectada eléctricamente a un tercer bloque conector 313, y la cuarta placa de pilar 304 es unida y conectada eléctricamente a un cuarto bloque conector 314. Los bloques conectores 311, 312, 313, 314 están hechos de aluminio revestido con oro.

En esta realización, cada placa de pilar es mantenida en su sitio con tornillos en los extremos de los bloques conectores y mediante una resina epoxi conductora aplicada entre las protuberancias de las placas de pilar para unirlas permanentemente a la propia caja.

En esta realización, hay mecanizadas aberturas (no mostradas en la fig. 14) a los bloques conectores 311, 312, 313, 314. Las aberturas se alinean con las capas conductoras en las placas de pilar que conducen a las entradas del convertidor equilibrador Marchand con el fin de permitir que los dipolos sean alimentados con (o enviar de nuevo) radiación de microondas. En esta realización, un conector "SMP" (versión P sub-miniatura, donde "P" se utiliza para "ajuste por empuje") es previsto en cada abertura 320 para proporcionar la conexión eléctrica antes descritas al bloque conector. En funcionamiento, un módulo de transmisión-recepción externo (no mostrado) está acoplado a los conectores SMP por cables coaxiales.

Un par de aberturas (es decir un par de conectores SMP) está previsto para cada protuberancia (siendo un cable para cada polarización). En esta realización, las capas conductoras para las diferentes polarizaciones existen en lados opuestos de cada placa. Ventajosamente, en esta realización las aberturas (y por tanto los conectores SMP) están posicionados desplazados relativamente entre sí. La fig. 15 muestra esquemáticamente (no a escala) tales aberturas 320 como posicionadas sobre la superficie superior, por ejemplo, del bloque conector 311. En términos del plano definido por la superficie superior del bloque conector 311, unas aberturas consecutivas 320 están posicionadas desplazadas entre sí en la dirección de la anchura de la superficie superior (indicada por el número de referencia 322), de tal modo que el total de (en este ejemplo) las ocho aberturas pueden estar previstas en una longitud más corta en la dirección longitudinal (indicada por el número de referencia 322) de la superficie superior de lo que sucedería si la implantación no estuviera escalonada. Esto proporciona ventajosamente que las placas de pilar pueden estar más próximas juntas, lo que tiende a permitir un funcionamiento a mayor frecuencia. En otras palabras, en esta realización unos conectores de microondas (por ejemplo conectores SMP) están escalonados para permitir que los elementos de la agrupación sean acercados más juntos. Esto tiende a facilitar el funcionamiento a alta frecuencia y también permite que las señales sean tomadas desde ambos lados de una placa de pilar de PCB de microondas para doble función polar desde una única placa.

Así, en esta realización, la disposición de conexión 58 comprende los bloques conectores 311, 312, 313, 314 antes descritos, junto con sus conectores SMP y conexiones coaxiales desde los conectores SMP por ejemplo a un módulo externo de transmisión-recepción.

En esta realización, la capa 156 de espuma comprende una capa de espuma de Rohacell HF31. Esta capa incorpora “postes flotantes’ que tienden ventajosamente a proporcionar una supresión actual de modo común entre elementos. Éstos impiden la formación de corrientes superficiales significativas en aberturas lo que efectivamente elimina la energía que podría ser irradiada de otro modo. Así, la correspondencia activa, es decir la correspondencia de impedancia de la antena al espacio libre cuando es alimentada, tiende a ser mejorada.

También, como se ha descrito anteriormente con referencia a la fig. 12, la capa 156 de espuma es de aproximadamente 11,7 mm de grosor. Así, en el transceptor 301 ensamblado, la agrupación de dipolos 100 está separada de la caja 154 de plano de tierra por una distancia de aproximadamente 11,7 mm. Esta distancia corresponde aproximadamente a una décima parte de una longitud de onda en la frecuencia de funcionamiento más baja, estando ésta diseñada de modo que tienda a maximizar el ancho de banda de frecuencia operativo. Así, más generalmente, en otras realizaciones, el grosor de la capa de espuma puede ser seleccionado en respuesta a la frecuencia de funcionamiento pretendida.

Las placas de pilar son unidas de tal modo que cualesquiera elementos de realización pobre son colocados alrededor de la periferia. Esto tiende ventajosamente a proporcionar que la contribución de los elementos de realización pobre al rendimiento total de la antena es reducida.

En esta realización, una capa de adhesivo de película acrílica soportada Technibond (TM) es utilizada para unir la capa 156 de espuma a la capa 154 de plano de tierra, y para unir la capa 156 de espuma a la agrupación de dipolos 100.

Además de la agrupación de dipolos 100 que es unida a las capa de espuma, cada almohadilla de cada placa de pilar es soldada al contacto correspondiente en un elemento de dipolo. Esto ventajosamente proporciona una buena conexión eléctrica entre elementos de dipolo y la estructura de alimentación 44.

Las vías pasantes antes mencionadas, por ejemplo la vía 110, proporciona ventajosamente una transferencia de calor efectiva a través de un material con una conductividad térmica baja (las capas de LCP de la agrupación de dipolos 100). Esto tiende a permitir que la soldadura aplicada a los contactos de la agrupación de dipolos 100 antes de la unión de la capa 156 de espuma a la agrupación de dipolos 100, sea vuelta a fundir después de la unión de la capa 156 de espuma a la agrupación de dipolos 100, por aplicación de calor a un lado inferior del contacto, es decir, por calentamiento indirecto. Esto permite que la soldadura fluya y forme una unión eléctricamente conductora entre el contacto y la almohadilla correspondiente. Esta técnica de soldadura ventajosa permite que la soldadura, incluyendo el uso de técnicas de soldadura automática, sea llevada a cabo incluso aunque los contactos de los dipolos estén alejados de la fuente de calor de la soldadura.

En esta realización, una capa protectora (no mostrada) está unida a la superficie exterior de la agrupación de dipolos 100, es decir la superficie de la agrupación de dipolos no sea unida a la capa 156 de espuma. En esta realización, la capa protectora comprende una capa de 4 mm de grosor de espuma Rohacell IG71, y una capa de 0,5 mm de grosor de Taconic RF-45. Esto tiende ventajosamente a proporcionar una protección medioambiental y contra impactos de la agrupación de dipolos 100, así como una correspondencia de impedancia adicional entre el conjunto 301 y el espacio libre.

Así, se proporciona una agrupación de antenas de microondas que contiene una estructura de alimentación 44 polarizada doblemente. La estructura de alimentación 44 utiliza protuberancias de una placa de pilar de PCB como mecanismo para transportar radiación de microondas a elementos de antena (elementos de dipolo) que son perpendiculares a la alimentación.

En la realización anterior, el transceptor comprende una caja de plano de tierra, una capa de espuma, una agrupación de dipolos que comprende dieciséis elementos de dipolo dispuestos en cuatro filas de cuatro elementos, cuatro placas de pilar, y cuatro bloques conectores. Sin embargo, en otras realizaciones el transceptor puede contener otros números de elementos de agrupación de dipolos, cajas de plano de tierra, capas de espuma, placas de pilar, bloques conectores, y así sucesivamente. Por ejemplo, en una realización preferida, la agrupación puede comprender unos pocos millares de elementos polarizados dobles, siendo determinado el número de placas de pilar y cajas de conectores de tal manera que acomoden dicho tamaño de agrupación, en una implantación adecuada para la aplicación particular bajo consideración.

En la realización anterior, la agrupación de dipolos, la caja de plano de tierra, la capa de espuma, las placas de pilar y los bloques conectores están hechos de los materiales especificados anteriormente. Sin embargo, en otras realizaciones algunos o la totalidad de la agrupación de dipolos, de la caja del plano de tierra, de la capa de espuma, de las placas de pilar y de los bloques conectores están hechos de materiales apropiados diferentes.

En la realización anterior, la agrupación de dipolos, la caja de plano de tierra, la capa de espuma, las placas de pilar son de las formas y dimensiones especificadas anteriormente. Sin embargo, en otras realizaciones algunas, o la totalidad de la agrupación de dipolos, la caja de plano de tierra, la capa de espuma, las placas de pilar y los bloques conectores son de formas apropiadas diferentes, con diferentes dimensiones apropiadas, de tal modo que se consiga la misma funcionalidad.

También, en otras realizaciones la caja de plano de tierra y las capa de espuma comprenden cualquier número de agujeros, separados de manera apropiada de tal manera que algunos o la totalidad, de cualquier número de elementos bipolares pueda ser accedido a través de estos agujeros.

Además, en otras realizaciones se utiliza cualquier número de placas de pilar, cada una de las cuales comprende cualquier número de protuberancias para contactar con cualquier número de elementos de dipolo. En otras realizaciones, una pluralidad de placas de pilar pueden ser unidas juntas utilizando, por ejemplo la sujeción de las placas de pilar juntas una placa conectora siendo unida la longitud de la suma de las longitudes de las placas de pilar individuales. Una plantilla de ensamblaje puede ser utilizada para facilitar esta unión de las placas de pilar.

En la realización anterior, las películas de cobre están modeladas fotolitográficamente. Sin embargo, esto no es necesariamente el caso, y en otras realizaciones, pueden ser utilizadas otras técnicas de modelado.

En la realización anterior, las almohadillas sobre las puntas de las protuberancias de las placas de pilar son conectadas eléctricamente a los contactos de los elementos de dipolo mediante soldadura. Sin embargo, éste no necesita ser el caso, y en otras realizaciones, pueden ser utilizadas otras técnicas, por ejemplo utilizar adhesivos conductores. Tales adhesivos conductores pueden ser activados por calentamiento, en cuyo caso tal calentamiento puede ser aplicado lejos del adhesivo aplicando el calor utilizando las vías antes descritas, como era el caso en el ejemplo de soldadura anterior. Sin embargo, en otras realizaciones en las que el adhesivo conductor, u otro método apropiado, no requieren calor,

entonces las vías y las almohadillas térmicas descritas anteriormente pueden ser omitidas. Otra posibilidad de que las vías y las almohadillas térmicas descritas anteriormente puedan ser omitidas es si la totalidad de la soldadura (u otra técnica de aplicación de calor) es realizada utilizando los agujeros de reelaboración antes descritos.

En la realización anterior, la agrupación de dipolos es fabricada utilizando el proceso descrito anteriormente. Sin embargo, en otras realizaciones la agrupación de dipolos es fabricada utilizando un método diferente apropiado, por ejemplo puede ser simplificada a una estructura monolítica con conductores depositados sobre ella o bien sólo a un único lado. En otras realizaciones, el método de fabricación para comprender la agrupación de dipolos comprende algunas, la totalidad o ninguna de las operaciones de método antes descritas.

En la realización anterior, la agrupación de dipolos era fabricada utilizando capas de Polímero de Cristal Líquido (LCP). Sin embargo, en otras realizaciones se ha utilizado un material apropiado diferente. Por ejemplo, en otras realizaciones se ha utilizado un material con un grosor similar y una permisividad relativa compleja, tal como Taconic HyRelex TF290, y puede proporcionar un rendimiento mejorado. La estabilidad dimensional en esta capa tiende a ser importante ya que pequeñas variaciones de elemento a elemento se suman sobre la superficie de agrupación de dipolos para producir potencialmente grandes inexactitudes de tal modo que los elementos de dipolo no se alineen con las puntas correspondientes de las placas de pilar. El uso de los materiales especificados tiende a evitar este problema. Además tiende a ser particularmente ventajoso para hacer corresponder el coeficiente de expansión térmica de estas capas a los de otros materiales, en particular al de las cajas de plano de tierra. Hacer esto tiende a minimizar las tensiones internas dentro del transceptor resultantes del funcionamiento a temperaturas variables. El uso de los materiales especificados tiende a evitar este problema.

En la descripción anterior la agrupación de dipolos está descrita en combinación con los ejemplos antes descritos de disposición de alimentación y dispositivo total. Sin embargo, ha de observarse que la agrupación de dipolos (y variaciones de la misma como se ha descrito anteriormente) en sí misma representa una realización de la presente invención, independientemente de qué disposiciones de alimentación y/o dispositivos se utilicen con ella.

REIVINDICACIONES

1 Un conjunto de agrupación de dipolos, que comprende:

una pluralidad de polos (22, 23, 24, 25) dispuestos en una agrupación bidimensional (100) para proporcionar una pluralidad de dipolos (1, 2, 3, 4), en la que cada polo está conformado de tal manera que bordes adyacentes de polos contiguos que proceden de dipolos contiguos respectivos son relativamente largos y relativamente próximos entre sí comparados con las dimensiones de los polos, aumentando por ello el acoplamiento entre diferentes dipolos; y

una disposición de alimentación (44) prevista en un plano que forma un ángulo con el plano de los dipolos, comprendiendo la alimentación uno o más convertidores equilibradores integrados en la disposición de alimentación,

y comprendiendo contactos (32, 33, 34, 35) acoplados a los dipolos, en donde los contactos están previstos en el plano de los dipolos.

2. Un conjunto de agrupación de dipolos según la reivindicación 1, en donde pares de polos que forman dipolos de una primera polarización están entrelazados ortogonalmente con pares de polos que forman dipolos de una segunda polarización, permitiendo por ello que una operación polarizada doble sea realizada independientemente entre las dos polarizaciones.

3. Un conjunto de agrupación de dipolos según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que los polos son cada uno de forma aproximadamente triangular de manera sustancial.

4. Un conjunto de agrupación de dipolos según la reivindicación 3, en donde los polos son cada uno de forma aproximadamente triangular de manera sustancial de tal modo que un punto del triángulo de un primer polo de un dipolo es adyacente a un punto del triángulo de un segundo polo del mismo dipolo, mientras que el lado del triángulo del primer polo opuesto al punto del triángulo del primer polo proporciona el borde que es adyacente a un lado de un triángulo de un polo de un dipolo diferente.

5. Un conjunto de agrupación de dipolos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde los contactos están previstos en la proximidad del lugar en el que dos polos de un dipolo están más próximos.

6. Un conjunto de agrupación de dipolos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el conjunto de agrupación de dipolos comprende además vías previstas de tal modo que puede aplicarse calor a los contactos remotamente a través de las vías para conectar los contactos eléctricamente a una disposición de alimentación.

7. Un conjunto de agrupación de dipolos según la reivindicación 6, en donde las vías están adaptadas para aplicar calor para una soldadura.

8. Un conjunto de agrupación de dipolos según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde el conjunto, de cuya agrupación de dipolos forma parte, comprende además una o más capas sobre la agrupación, en la que en los contactos hay previsto un agujero a través de una o más capas para permitir que la disposición de alimentación sea conectada a los contactos.

9. Un conjunto de agrupación de dipolos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la disposición de alimentación está prevista en un plano que es sustancialmente perpendicular al plano de los dipolos.

10. Un dispositivo de agrupación de dipolos, que comprende:

el conjunto de agrupación de dipolos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9; y

un plano de tierra;

en donde el plano de tierra y el plano de los dipolos están separados por una distancia aproximadamente igual a una décima parte de la longitud de onda de la menor frecuencia de funcionamiento pretendida.

11. Un dispositivo de agrupación de dipolos según la reivindicación 10, en donde el plano de tierra y el plano de los dipolos están separados en una distancia aproximadamente igual a 11,7 mm.

12. Un dispositivo de agrupación de dipolos según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, en donde el plano de tierra es parte de una caja de plano de tierra rígido que comprende el plano de tierra y los lados.

Fig.1.

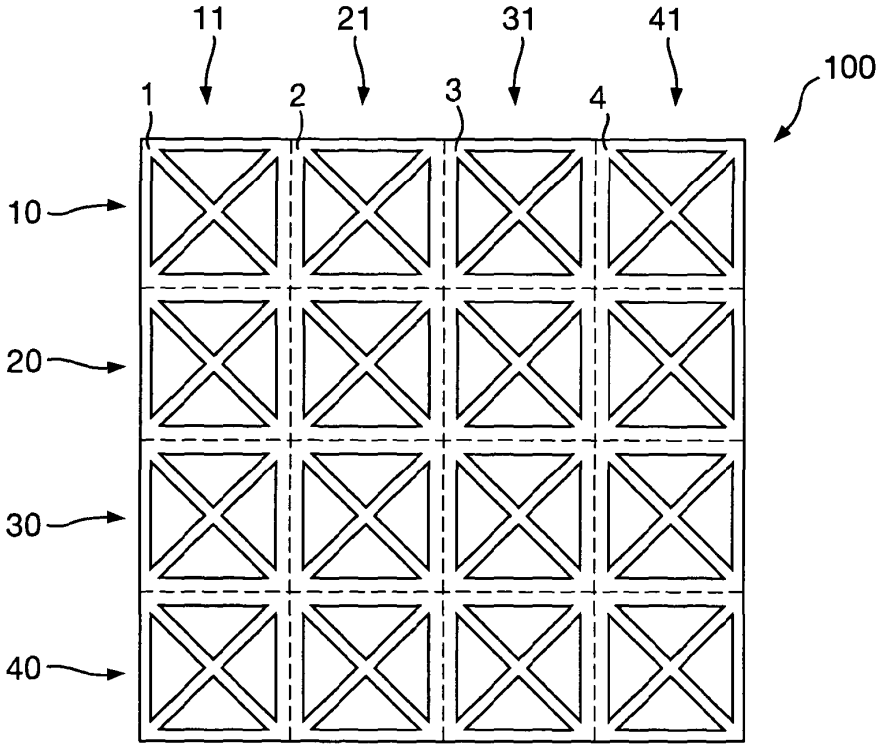
11
21
31
41
100
1
2
3
4
10
20
30
40

Fig.2.

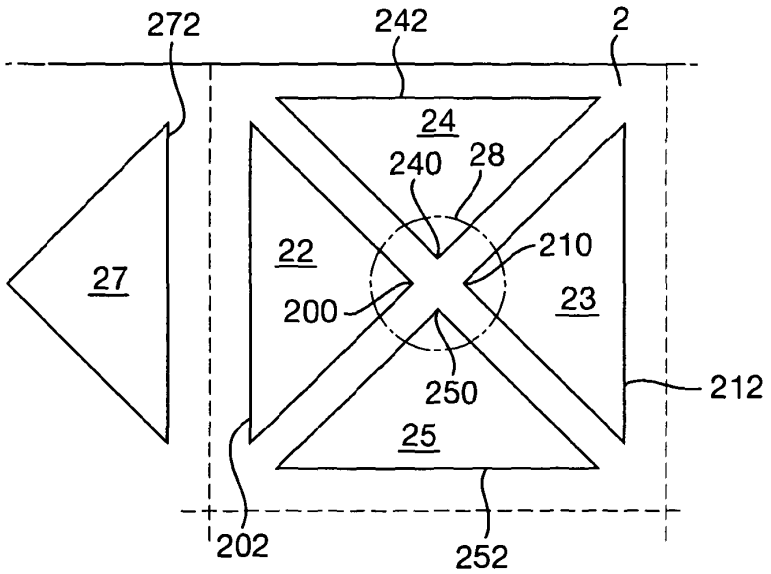
272
242
2
24
240
28
22
210
27
200
23
250
212
25
202
252

Fig.3.

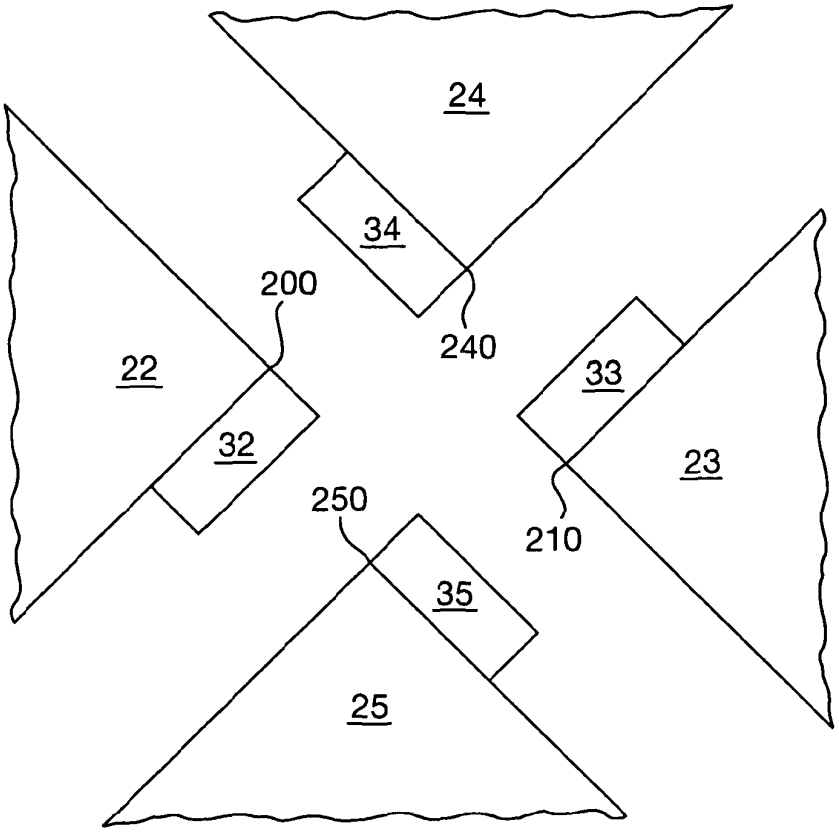

Fig.4.

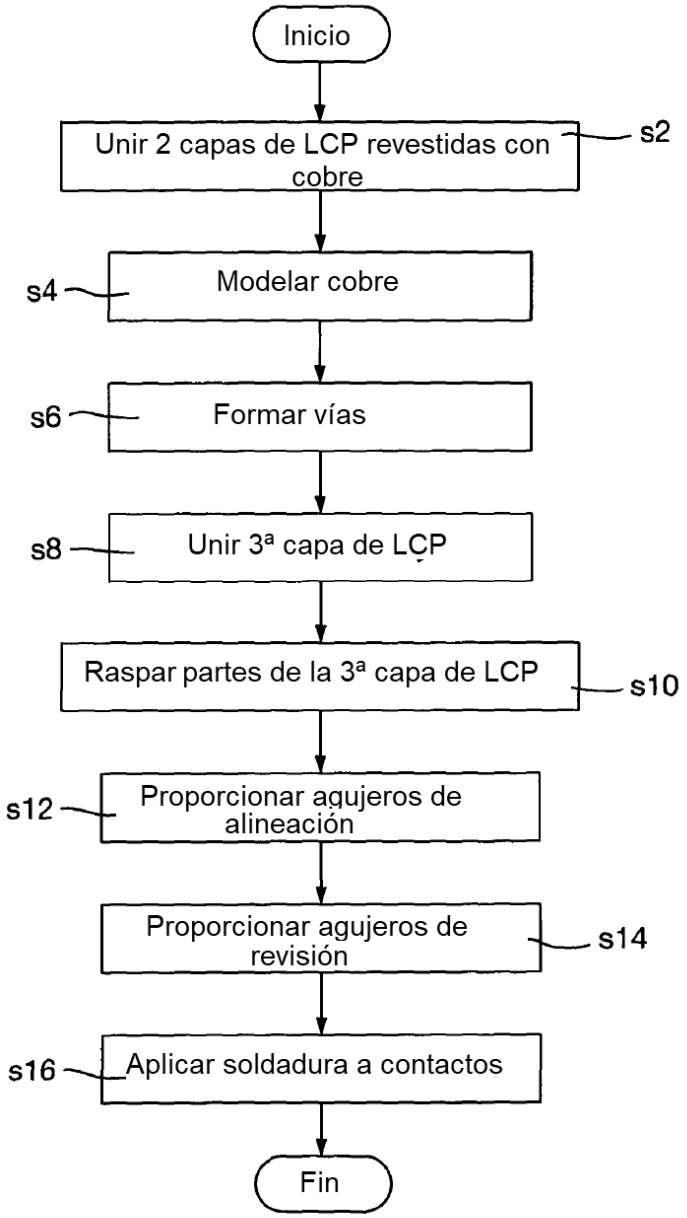
Inicio
Unir 2 capas de LCP revestidas con cobre
s2
s4
Modelar cobre
s6
Formar vías
s8
Unir 3ª capa de LCP
Raspar partes de la 3ª capa de LCP
s10
s12
Proporcionar agujeros de alineación
Proporcionar agujeros de revisión
s14
s16
Aplicar soldadura a contactos
Fin

Fig.5.

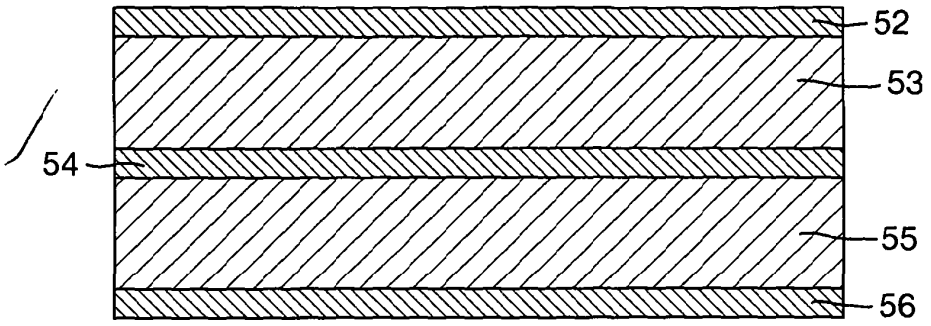

Fig.6.

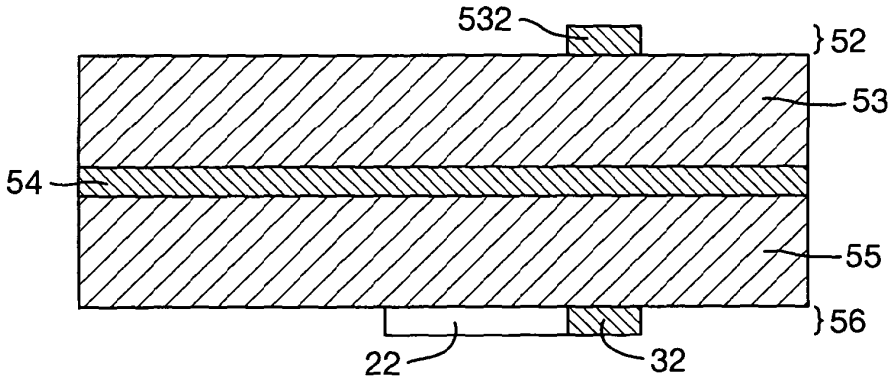

Fig.7.

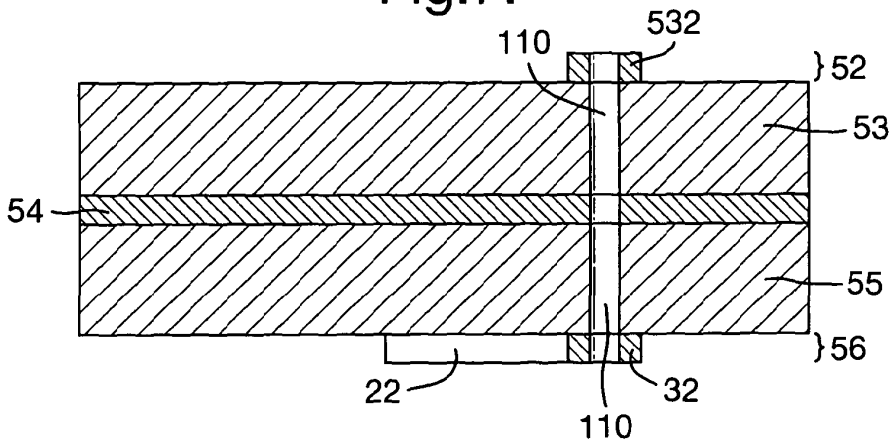

Fig.8.

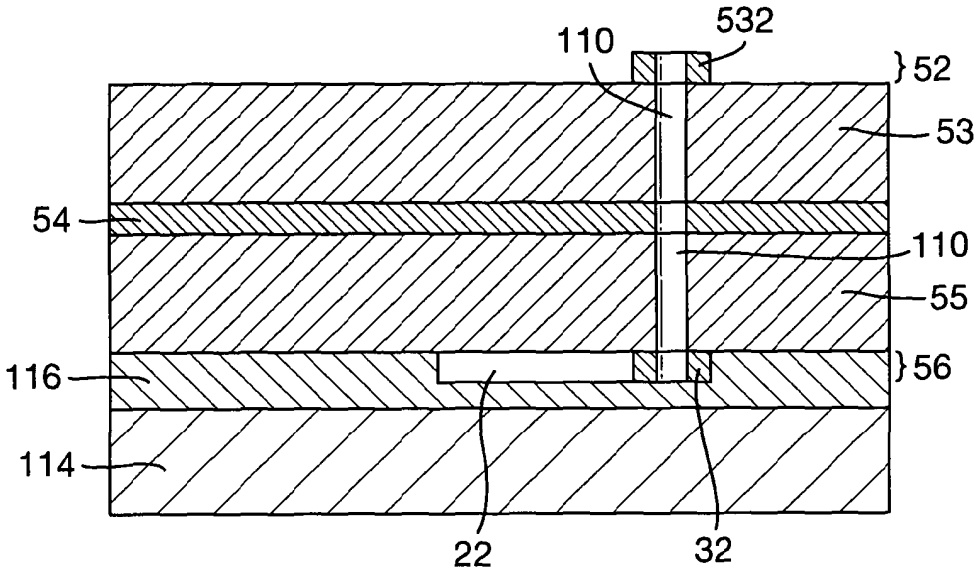
532
110
52
53
54
110
55
116
56
114
22
32

Fig.9.

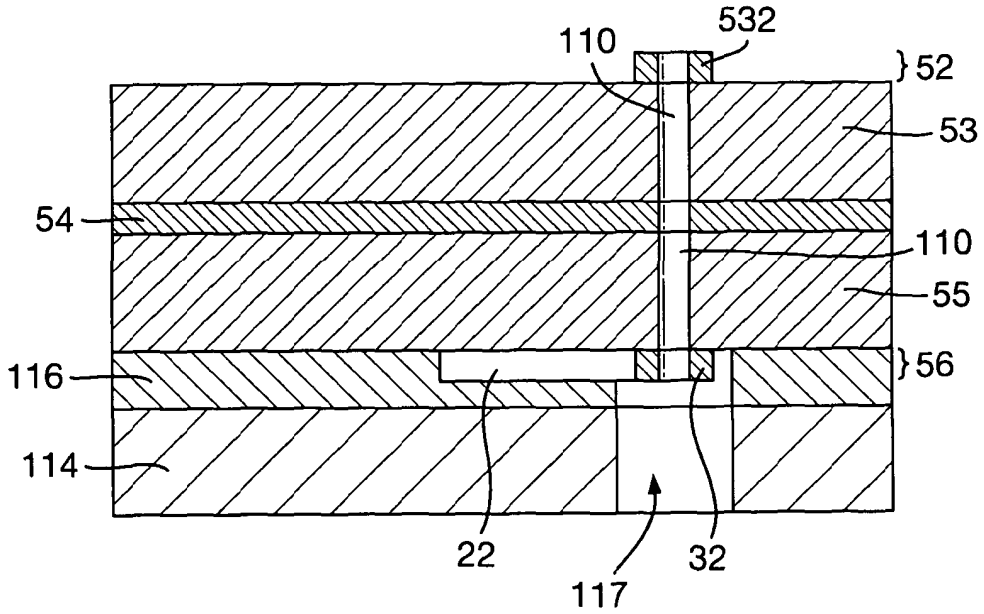
532
110
52
53
54
110
55
116
56
114
22
32
117

Fig.10.

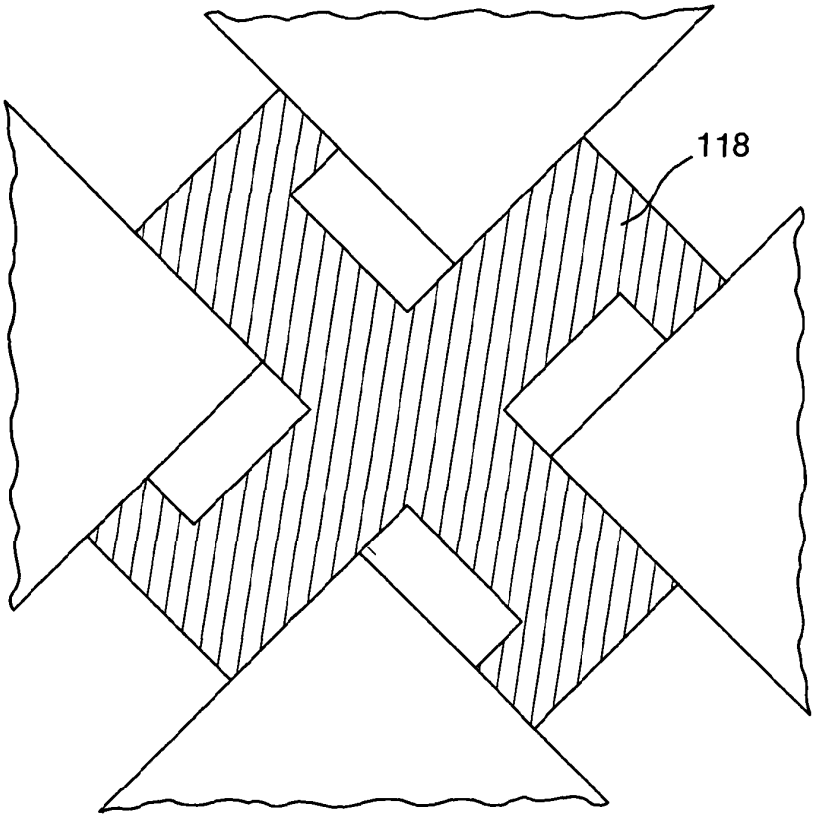

Fig.11.

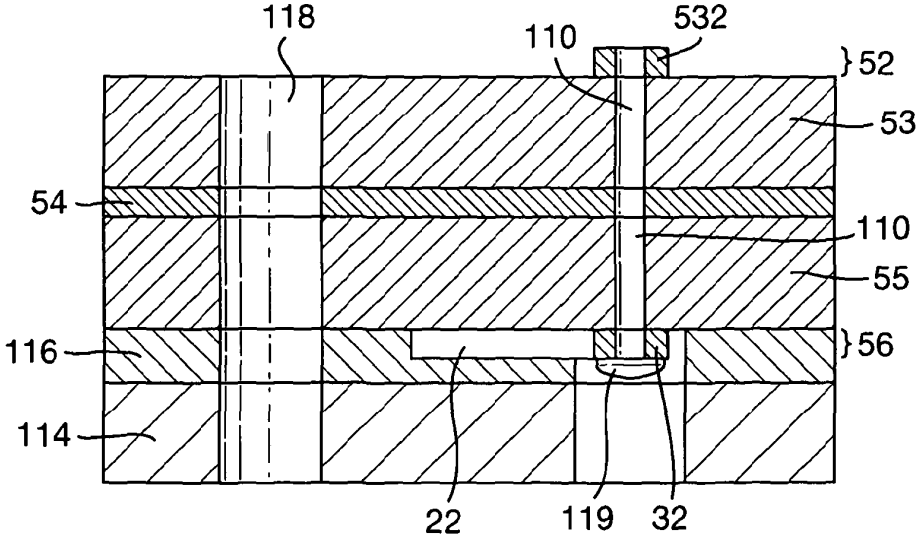

Fig.12.

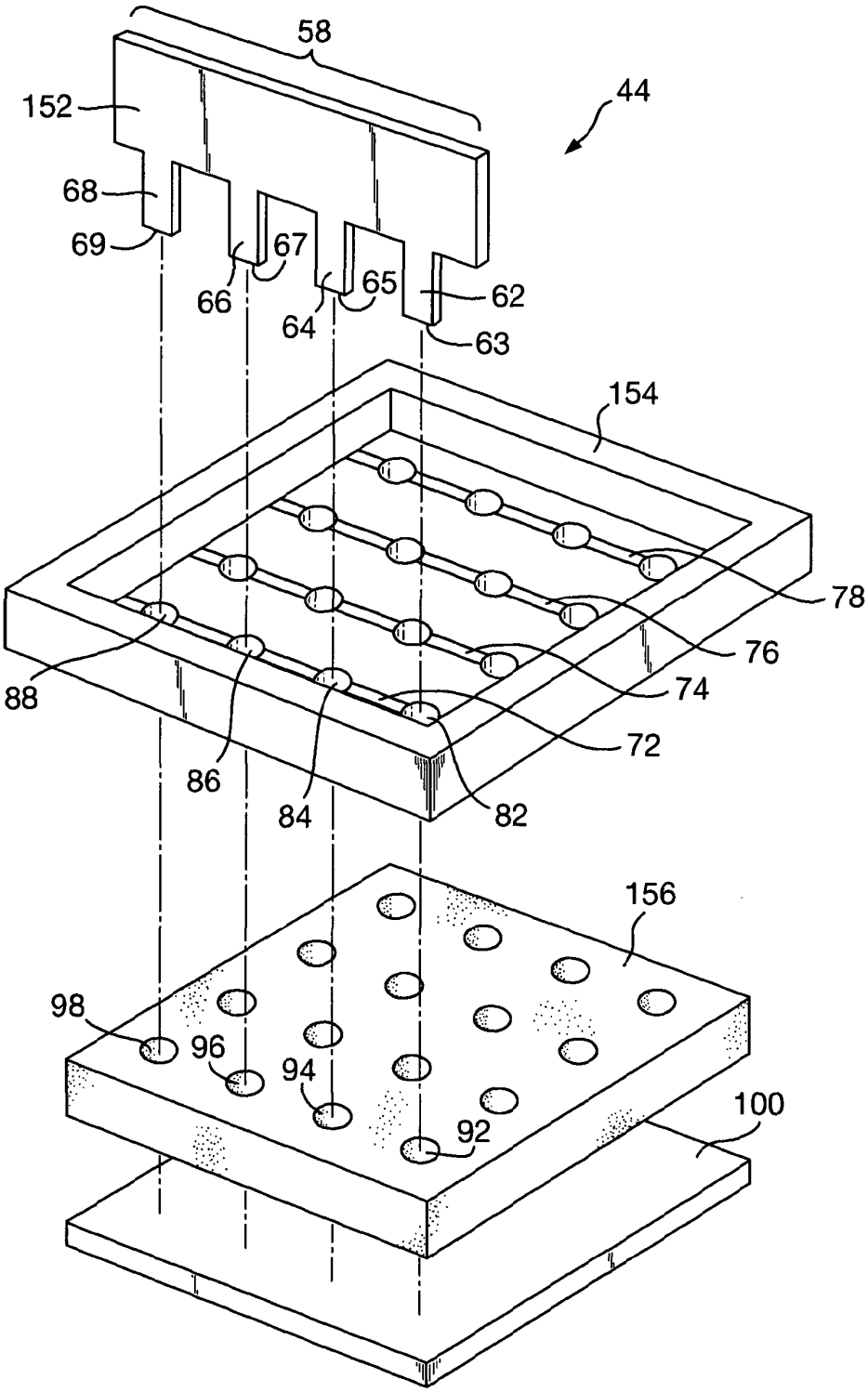
58
44
152
68
69
67
66
65
64
62
63
154
78
76
74
72
88
86
84
82
156
98
96
94
92
100

Fig.13.

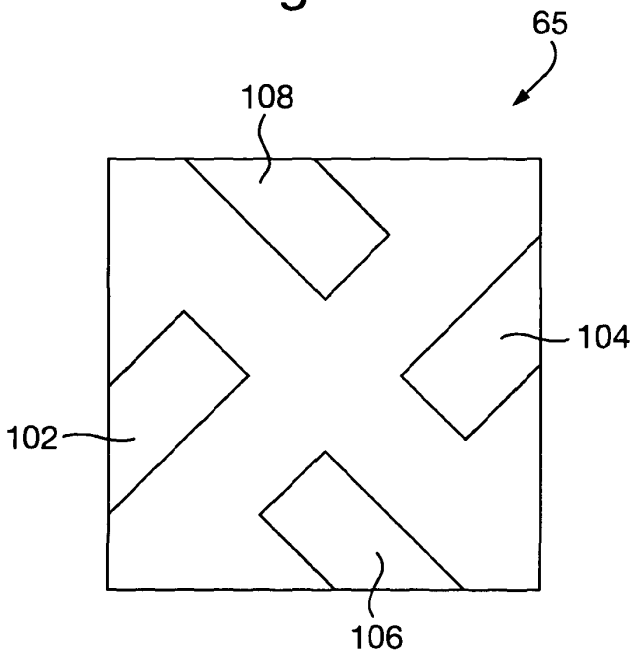

Fig.15.

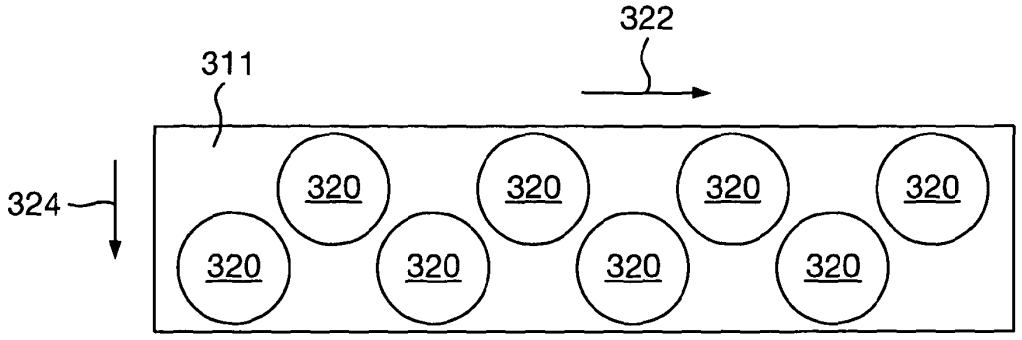
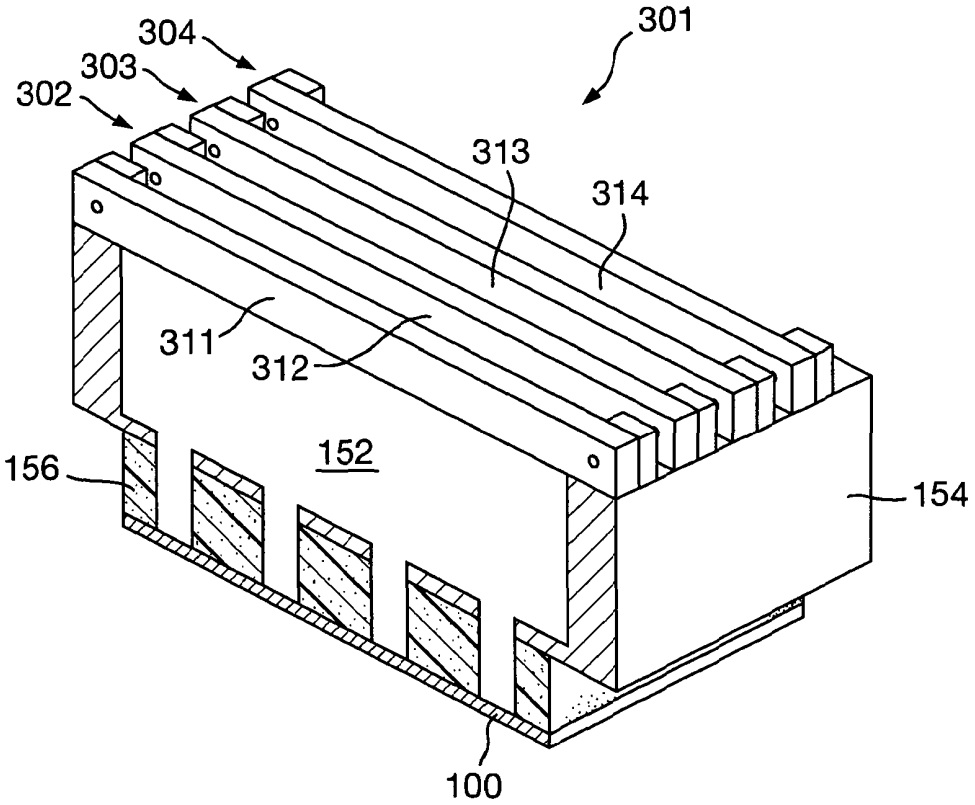
Fig.14.