

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 096**

51 Int. Cl.:

**H05K 1/02** (2006.01)  
**H01P 1/203** (2006.01)  
**H01Q 15/00** (2006.01)  
**H01Q 9/04** (2006.01)  
**H01P 1/20** (2006.01)  
**H01P 3/08** (2006.01)  
**H01P 5/02** (2006.01)  
**H01P 7/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2009 E 09163459 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2146556**

54 Título: **Estructura de guía de ondas y placa de circuito impreso**

30 Prioridad:

**24.06.2008 JP 2008164338**

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

**08.03.2018**

73 Titular/es:

**NEC CORPORATION (100.0%)  
7-1, SHIBA 5-CHOME  
MINATO-KU, TOKYO 108-8001, JP**

72 Inventor/es:

**TOYAO, HIROSHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 658 096 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**

Estructura de guía de ondas y placa de circuito impreso

5 La presente invención se refiere a estructuras de guía de ondas para uso en propagación de ondas electromagnéticas tales como microondas y ondas milimétricas, y en particular a estructuras de hueco de banda electromagnética (EBG) para suprimir la propagación de ondas electromagnéticas en bandas de frecuencia específicas. La presente invención también se refiere a placas de circuito impreso incluyendo estructuras de guía de ondas.

10 La presente solicitud reivindica la prioridad sobre la Solicitud de Patente Japonesa Nº 2008-164338, el contenido de la cual se incorpora en la presente memoria por referencia.

15 Se han desarrollado y descrito en diversos documentos diversas tecnologías con respecto a estructuras de guía de ondas y placas de circuito impreso para suprimir la propagación de ondas electromagnéticas en bandas de frecuencia específicas, por ejemplo, en el documento US 2005/019051 (Documento de Patente 1) y en el documento US 2005/0205292 A1 (Documento de Patente 2).

20 Recientemente, se han proporcionado métodos para controlar artificialmente dispersiones de frecuencia de ondas electromagnéticas mediante el uso de parches conductores alineados repetitivamente. Entre esas estructuras, las estructuras que tienen huecos de banda en dispersiones de frecuencia se denominan estructuras EBG, las cuales se aplican como era de esperar a filtros para suprimir la propagación de ruido indeseado en placas de circuito impreso o sustratos de paquetes de dispositivo.

25 El Documento de Patente 1 enseña una estructura EBG para reducir la propagación de ruido entre placas paralelas. La estructura EBG incluye parches conductores, que están alineados en una tercera capa entre placas paralelas y que sirven como capacitancias para un plano conductor de las placas paralelas, y admitancias (o derivaciones) para conectar los parches conductores a otro plano conductor de las placas paralelas, en donde las admitancias se alinean repetitivamente de una manera unidimensional o de una manera bidimensional a lo largo de las placas paralelas. Debido a los huecos de banda que ocurren en bandas de frecuencia en las que las admitancias sirven como inductancias en la estructura EBG, es posible establecer huecos de banda controlando las frecuencias de resonancia de LC en serie de las admitancias.

35 Asegurar capacitancias e inductancias adecuadas en la estructura EBG anterior conduce a aumentar las áreas de los parches conductores o aumentar las longitudes de las vías conductoras, lo cual a su vez hace difícil reducir los tamaños de las estructuras.

40 El Documento de Patente 2 enseña una estructura en la que están montados condensadores de chip sobre la superficie y están conectados en paralelo entre planos conductores y parches conductores. Esta estructura aumenta las capacitancias sin aumentar las áreas de los parches conductores.

No obstante, el Documento de Patente 2 describe que el uso de condensadores de chip aumenta el número de piezas para aumentar el coste de fabricación.

45 En las circunstancias anteriores, el inventor ha reconocido que es necesario fabricar una estructura EBG (o una estructura de guía ondas) y una placa de circuito impreso con un tamaño reducido, sin usar componentes de chip, y con un coste de fabricación bajo.

50 El documento US 2007/0285336 A describe una agrupación de antenas que comprende una antena plana, un plano de tierra, y celdas EBG basadas en espiral entre la antena plana y el plano de tierra.

La presente invención busca resolver el problema anterior, o mejorar el problema al menos en parte.

55 La presente invención se dirige a una estructura o a una placa de circuito impreso, que incluye una pluralidad de estructura unitarias alineadas repetitivamente de una manera unidimensional o de una manera bidimensional,

60 En una primera realización, la estructura unitaria incluye un primer y un segundo planos conductores que están dispuestos en paralelo entre sí, una línea de transmisión que tiene un extremo abierto que está formado en una capa diferente del primer y del segundo planos conductores y colocada enfrentándose al segundo plano conductor, y una vía conductora conectando eléctricamente la línea de transmisión con el primer plano conductor.

65 En una segunda realización, la estructura unitaria incluye un primer y un segundo planos conductores que están dispuestos en paralelo entre sí, una primera línea de transmisión tendida sobre un primer plano que está colocado entre el primer y el segundo planos conductores enfrentándose al segundo plano conductor, una segunda línea de transmisión que tiene un extremo abierto tendido sobre un segundo plano que está colocado enfrentándose al segundo plano conductor fuera de una región circunscrita entre el primer y el segundo planos conductores, una

primera vía conductora conectando eléctricamente la primera línea de transmisión con el primer plano conductor, y una segunda vía conductora conectando eléctricamente la primera línea de transmisión con la segunda línea de transmisión. Además, un espacio libre está formado en una posición prescrita correspondiente al segundo conductor en el segundo plano conductor, aislando eléctricamente de esta manera el segundo plano conductor de la segunda vía conductora.

En una tercera realización, la estructura unitaria incluye un primer y un segundo planos conductores que están dispuestos en paralelo entre sí, una primera línea de transmisión que tiene un extremo abierto que está formado en un primer plano diferente del primer y del segundo planos conductores y colocada enfrentándose al primer plano conductor, una segunda línea de transmisión que tiene un extremo abierto que está formado en un segundo plano diferente del primer y del segundo planos conductores y colocada enfrentándose al segundo plano conductor, y una vía conductora conectando eléctricamente la primera línea de transmisión con la segunda línea de transmisión.

En una cuarta realización, la estructura unitaria incluye un primer y un segundo planos conductores que están dispuestos en paralelo entre sí, una primera línea de transmisión que está formada en un primer plano colocado entre el primer y el segundo planos conductores enfrentándose al segundo plano conductor, una segunda línea de transmisión que tiene un extremo abierto que está formado en un segundo plano colocado enfrentándose al segundo plano conductor fuera de una región circunscrita entre el primer y el segundo planos conductores, una tercera línea de transmisión que está formada en un tercer plano colocado entre el primer plano conductor y la primera línea de transmisión enfrentándose al primer plano conductor, una cuarta línea de transmisión que tiene un extremo abierto que está formado en un cuarto plano colocado enfrentándose al primer plano conductor fuera de la región circunscrita entre el primer y el segundo planos conductores, una primera vía conductora conectando eléctricamente la primera línea de transmisión con la tercera línea de transmisión, una segunda vía conductora conectando eléctricamente la primera línea de transmisión con la segunda línea de transmisión, y una tercera vía conductora conectando eléctricamente la tercera línea de transmisión a la cuarta línea de transmisión. Además, un primer espacio libre está formado en una primera posición correspondiente a la tercera vía conductora en el primer plano conductor, que está aislado eléctricamente de esta manera de la tercera vía conductora. Además, un segundo espacio libre está formado en una segunda posición correspondiente a la segunda vía conductora en el segundo plano conductor, que está aislado eléctricamente de esta manera de la segunda vía conductora.

En una quinta realización, la estructura unitaria incluye un primer y un segundo planos conductores que están dispuestos en paralelo entre sí, una primera línea de transmisión que tiene un extremo abierto que está formado en un primer plano diferente del primer y del segundo planos conductores y colocada enfrentándose al primer plano conductor, una segunda línea de transmisión que tiene un extremo abierto que está formado en un segundo plano diferente del primer y del segundo planos conductores para enfrentarse con el segundo plano conductor, una primera vía conductora conectando eléctricamente la segunda línea de transmisión al primer plano conductor, y una segunda vía conductora conectando eléctricamente el primer plano conductor con el segundo plano conductor. Además, un primer espacio libre está formado en una primera posición correspondiente a la segunda vía conductora en el primer plano conductor, que está aislado eléctricamente de esta manera de la segunda vía conductora. Además, un segundo espacio libre está formado en una segunda posición correspondiente a la primera vía conductora en el segundo plano conductor, que está aislado eléctricamente de esta manera de la primera vía conductora.

Las características y ventajas anteriores de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción de ciertas realizaciones preferidas tomadas conjuntamente con los dibujos anexos, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en sección transversal de una estructura EBG usada para explicar una estructura de guía de ondas según una primera realización de la presente invención;

la Figura 2 es una vista en planta de la estructura EBG correspondiente a la estructura de guía de ondas de la primera realización;

la Figura 3 es un diagrama de circuito que muestra un circuito equivalente de la estructura EBG;

la Figura 4 es un gráfico que traza la parte imaginaria de la admitancia en la estructura EBG;

la Figura 5 es un gráfico que muestra los resultados de cálculo con respecto a la pérdida de inserción en propagación de ondas electromagnéticas a través de la estructura EBG;

la Figura 6 es una vista en sección transversal que muestra una estructura EBG incluyendo una capa dieléctrica adicional depositada por encima de las líneas de transmisión;

la Figura 7A es una vista en planta que muestra líneas de transmisión en forma de espiral;

la Figura 7B es una vista en planta que muestra líneas de transmisión serpenteantes.

la Figura 8 es una vista en planta que muestra una estructura EBG en la cual las líneas de transmisión están alineadas para desviarse alrededor de un componente X;

la Figura 9 es una vista en sección transversal de una estructura EBG usada para explicar una estructura de guía de ondas según una segunda realización de la presente invención;

la Figura 10 es una vista en sección transversal que muestra una variación de la estructura EBG mostrada en la Figura 9;

la Figura 11 es una vista en sección transversal de una estructura EBG usada para explicar una estructura de guía de ondas según una tercera realización de la presente invención;

la FIGURA 12 es una vista en sección transversal que muestra una variación de la estructura EBG mostrada en la Figura 11;

la Figura 13 es una vista en sección transversal de una estructura EBG usada para explicar una estructura de guía de ondas según una cuarta realización de la presente invención;

5 la Figura 14 es un diagrama de circuito que muestra un circuito equivalente de la estructura EBG mostrada en la Figura 13;

la Figura 15 es una vista en sección transversal que muestra una primera variación de la cuarta realización que está creada basada en la estructura EBG de la segunda realización;

10 la Figura 16 es una vista en sección transversal que muestra una segunda variación de la cuarta realización que está creada basada en la estructura EBG de la tercera realización;

la Figura 17 es una vista en sección transversal de una estructura EBG usada para explicar una estructura de guía de ondas según una quinta realización de la presente invención;

la Figura 18 es una vista en planta de una estructura EBG mostrada en la Figura 17;

15 la Figura 19 es una vista en sección transversal que muestra una variación de la quinta realización que está creada basada en la estructura EBG mostrada en la Figura 15;

la Figura 20 es una vista en planta que muestra otra variación de la quinta realización incluyendo líneas de transmisión en forma de espiral;

la Figura 21 es una vista en planta que muestra una placa de circuito impreso incorporando la estructura EBG según una sexta realización de la presente invención;

20 la Figura 22 es una vista en sección transversal de la placa de circuito impreso mostrada en la Figura 21;

la Figura 23 es una vista en planta que muestra una variación de la sexta realización;

la Figura 24 es una vista en planta que muestra una placa de circuito impreso según una séptima realización de la presente invención;

25 la Figura 25 es una vista en planta que muestra una primera variación de la séptima realización en la cual dos tipos de estructuras EBG están alineadas alternativamente en la dirección de propagación del ruido; y

la Figura 26 es una vista en planta que muestra una segunda variación de la séptima realización en la cual dos tipos de estructuras EBG están alineadas en un patrón a cuadros.

30 La presente invención se describirá ahora en la presente invención con referencia a las realizaciones ilustrativas. Los expertos en la técnica reconocerán que se pueden lograr muchas realizaciones alternativas usando las enseñanzas de la presente invención y que la invención no está limitada a las realizaciones ilustradas con propósitos explicativos.

35 En la siguiente descripción con respecto a estructuras de guía de ondas y placas de circuito impreso según la presente invención con referencia a los dibujos anexos, una dirección vertical en la Figura 1 se denominará una dirección del espesor de una placa.

#### 1. Primera Realización

40 La Figura 1 es una vista en sección transversal de una estructura EBG según una primera realización. La Figura 2 es una vista en planta de la estructura EBG, de modo que la Figura 1 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A en la Figura 1.

45 La estructura EBG (o la estructura de guía de ondas) de la primera realización es una estructura conductora de placas paralelas; como se muestra en la Figura 1, incluye un primer y un segundo planos 1 y 2 conductores, que están alineados en paralelo con una distancia entre los mismos en la dirección del espesor, así como una estructura 3 unitaria. La estructura 3 unitaria incluye una línea 4 de transmisión, que está tendida en una capa diferente de las capas del primer y del segundo planos 1 y 2, y una vía 5 conductora para conectar eléctricamente la línea 4 de transmisión y el primer plano 1 conductor.

50 Específicamente, la estructura EBG incluye una primera capa 6 dieléctrica, y una segunda capa 7 dieléctrica que se deposita sobre una superficie superior de la primera capa 6 dieléctrica en la dirección del espesor, en donde el primer plano 1 conductor está dispuesto sobre una superficie inferior de la primera capa 6 dieléctrica en la dirección del espesor, y el segundo plano 2 conductor está dispuesto entre la primera capa 6 dieléctrica y la segunda capa 7 dieléctrica. La vía 5 conductora se alarga en la dirección del espesor desde la superficie superior del segundo plano 2 conductor a la superficie inferior del primer plano 1 conductor. La línea 4 de transmisión está dispuesta sobre la superficie superior de la segunda capa 7 dieléctrica en la dirección del espesor. Es decir, la línea 4 de transmisión está dispuesta enfrentándose al primer plano 1 conductor en la dirección del espesor con respecto al segundo plano 2 conductor.

60 La línea 4 de transmisión usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno, en donde un extremo del mismo (es decir, un extremo del lado derecho en la Figura 1) sirve como un extremo abierto de modo que la línea 4 de transmisión sirve como un terminal abierto. El otro extremo de la línea 4 de transmisión (por ejemplo, un extremo del lado izquierdo en la Figura 1) está conectado eléctricamente a una almohadilla 8 que está formada en el mismo plano como la línea 4 de transmisión y que está conectado eléctricamente con el primer plano 1 conductor a través de la vía 5 conductora alargada en la dirección del espesor. El segundo plano 2 conductor está equipado con un

espacio libre 9 que se solapa con la vía 5 conductora en su posición, de modo que la vía 5 conductora está aislada eléctricamente de y no se pone en contacto con el segundo plano 2 conductor por medio del espacio libre 9.

5 En la estructura EBG anterior, la línea 4 de transmisión, la vía 5 conductora, y la almohadilla 8 se dedican a una admitancia, la cual se combina con el espacio libre 9 de modo que se forman la estructura 3 unitaria. Una o más estructuras 3 unitarias se alinean repetitivamente en un punto de retícula definido por un vector independiente  $A=(A1, A2)$  y  $B=(B1, B2)$  en el plano X-Y. La primera realización se refiere ejemplarmente a la retícula tetragonal definida por  $A=(a, 0)$  y  $B=(0, a)$  mostrada en la Figura 2 como punto de retícula de modo básico. En la primera realización, la línea 4 de transmisión está inclinada a la retícula tetragonal de  $A=(a, 0)$  y  $B=(0, a)$  en un cierto ángulo, en donde es posible asegurar una longitud  $d$  larga con respecto de la línea 4 de transmisión sin interferir con el espacio libre 9 en su periferia. En sentido estricto, la línea 4 de transmisión no está incluida en la sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A en la Figura 2; por el bien de la conveniencia, las líneas 4 de transmisión se ilustran usando líneas de puntos en la Figura 1. Por el bien de la conveniencia, la Figura 2 muestra el segundo plano 2 conductor a través del alcance en perspectiva de la segunda capa 7 dieléctrica.

15 A continuación, se describirá un principio de operación básico de la estructura EBG anterior.

La Figura 3 muestra un circuito equivalente a lo largo del eje X o el eje Y en la Figura 2. La Figura 4 es un gráfico para trazar la parte imaginaria de una admitancia en paralelo. La Figura 5 es un gráfico que muestra los resultados de cálculo con respecto a una pérdida de inserción en la propagación de las ondas electromagnéticas a través de la estructura EBG de la primera realización.

25 Cada unidad 10 repetitiva del circuito equivalente mostrado en la Figura 3 está constituida por una impedancia 11 en serie y una admitancia 12 en paralelo. La impedancia en serie incluye una inductancia 13 formada entre el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores. La admitancia 12 en paralelo incluye una capacitancia 14 formada entre el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores, una inductancia 15 de la vía 5 conductora, y las líneas 4 de transmisión. El circuito equivalente de conjunto de la estructura EBG se forma conectando repetitivamente una o más unidades 10 repetitivas.

30 En la estructura EBG, los huecos de banda ocurren en bandas de frecuencia en las que las admitancias 12 en paralelo sirven como inductancias. Una admitancia  $Y$  representativa de la admitancia 12 en paralelo se da por la ecuación (1).

$$Y = \frac{1}{Z_{en} + i\omega L_{via}} + i\omega C_{plano} \quad (1)$$

35 Y: Admitancia  
 $Z_{en}$ : Impedancia de entrada de la línea 4 de transmisión en vista de la almohadilla 8  
 $\omega$ : Frecuencia angular  
 $L_{via}$ : Inductancia  
 $C_{plano}$ : Capacitancia

La impedancia de entrada  $Z_{en}$  de la línea 4 de transmisión en vista de la almohadilla 8 se da por la ecuación (2).

$$Z_{en} = Z_0 \times \frac{Z_T + iZ_0 \tan(\beta d)}{Z_0 + iZ_T \tan(\beta d)}$$

$$\beta = \omega \sqrt{\epsilon_{eff} \epsilon_0 \mu_0} \quad (2)$$

45  $Z_{en}$ : Impedancia de entrada de la línea 4 de transmisión en vista de la almohadilla 8  
 $Z_0$ : Impedancia característica  
 $Z_T$ : Resistencia de terminación  
 $d$ : Longitud de la línea de transmisión  
 $\omega$ : Frecuencia angular  
 $\epsilon_{eff}$ : Constante dieléctrica eficaz  
 $\epsilon_0$ : Constante dieléctrica del vacío  
 $\mu_0$ : Permeabilidad magnética del vacío

55 La Figura 4 muestra curvas 16 de impedancia dependientes de la frecuencia basadas en la parte imaginaria de la admitancia  $Y$  calculada por las ecuaciones (1) y (2) usando parámetros tales como la capacitancia 14 de 0,73 pF, la inductancia 15 de 0,22 nH, la impedancia característica de 20,25  $\Omega$  de la línea 4 de transmisión, la longitud  $d=7,5$

mm de la línea 4 de transmisión, y la constante dieléctrica eficaz  $\epsilon_{\text{eff}}=3,47$  de la línea 4 de transmisión. La línea 4 de transmisión es de un tipo de extremo abierto de modo que la resistencia de terminación  $Z_T$  de la misma se supone que es infinita. Debido a un efecto de conversión de impedancia de la línea 4 de transmisión, la propiedad capacitiva (donde  $\text{Im}(Y)>0$ ) y la propiedad inductiva (donde  $\text{Im}(Y)<0$ ) emergen alternativamente en la impedancia  $\text{Im}(Y)$  basada en la admitancia  $Y$ . En la Figura 4, la impedancia  $\text{Im}(Y)$  llega a ser negativa en las bandas 17 de frecuencia, mostrando de esta manera la propiedad inductiva. Por esta razón, se anticipa que los huecos de banda pueden ocurrir probablemente en las bandas 17 de frecuencia.

En la estructura EBG, una estructura física correspondiente a la unidad 10 repetitiva del circuito equivalente se alinea repetitivamente en el punto de retícula definido por una cierta distancia de retícula "a" en el plano X-Y. Debido a una condición de límite repetitiva impuesta en la unidad 10 repetitiva del circuito equivalente mostrado en la Figura 3, es necesario calcular los huecos de banda en consideración de la repetitividad estructural. La Figura 5 muestra los resultados de cálculo con respecto a una pérdida de inserción ( $S_{21}$ ) en la propagación de las ondas electromagnéticas a través de la estructura EBG en una distancia de  $7\lambda$ . Una curva 18 de puntos mostrada en la Figura 5 muestra el resultado de cálculo que se produce imponiendo la condición de límite repetitivo sobre la unidad 10 repetitiva del circuito equivalente mientras que se usan los mismos parámetros de componentes de circuito usados para producir los resultados de cálculo de la Figura 4. Una curva 19 continua mostrada en la Figura 5 muestra el resultado de cálculo numérico por medio de un análisis electromagnético tridimensional. Un modelo sometido a análisis electromagnético se diseña con las dimensiones estructurales prescritas, tales como el espesor  $t=400 \mu\text{m}$  de la primera capa 6 dieléctrica, el espesor  $h=60 \mu\text{m}$  de la segunda capa 7 dieléctrica, la anchura  $b=300 \mu\text{m}$  de la vía 5 conductora, y la longitud  $d=7,5 \text{ mm}$  de la línea 4 de transmisión. La Figura 5 muestra que los huecos de banda calculados del circuito equivalente coinciden significativamente con el resultado del análisis electromagnético.

Las bandas de frecuencia calculadas de los huecos de banda mostradas en la Figura 5 coinciden significativamente con las bandas 17 de frecuencia mostradas en la Figura 4. Esto indica que las bandas de frecuencias de los huecos de banda que ocurren en la estructura EBG se pueden ilustrar aproximadamente por las características de frecuencia de admitancias. Dado que la admitancia  $Y$  de la admitancia 12 en paralelo se determina por las ecuaciones (1) y (2), es posible llevar los huecos de banda a las bandas de frecuencia deseadas estableciendo adecuadamente los parámetros de estas ecuaciones. En particular, la longitud  $d$  de la línea 4 de transmisión tiene un grado de libertad relativamente alto en el diseño; por lo tanto, es posible controlar fácilmente los huecos de banda variando la longitud  $d$ . Las frecuencias de los huecos de banda se pueden reducir aumentando la longitud  $d$  de la línea 4 de transmisión, pero sin cambiar necesariamente su área; por lo tanto, es posible reducir el área de montaje de la estructura EBG. Dado que la estructura EBG no necesita componentes de chip, es posible reducir el coste de fabricación en comparación con las técnicas convencionales.

La primera realización de la Figura 1 muestra que no existe ninguna estructura por encima de las líneas 4 de transmisión, mientras que es posible modificarla de manera que se monta una cierta estructura sobre las líneas 4 de transmisión. Como se muestra en la Figura 6, por ejemplo, es posible disponer una capa dieléctrica adicional (es decir, una tercera capa 20 dieléctrica) por encima de las líneas 4 de transmisión, aumentando de esta manera la constante dieléctrica eficaz de la línea 4 de transmisión. La ecuación (2) indica que el efecto de conversión de impedancia aparece marcadamente en la línea 4 de transmisión a medida que la constante dieléctrica eficaz de la línea 4 de transmisión llega a ser más alta; por lo tanto, es posible reducir las frecuencias de los huecos de banda sin aumentar la longitud  $d$  de la línea 4 de transmisión. Para reducir las frecuencias de los huecos de banda, es preferible usar un material dieléctrico que tenga una constante dieléctrica alta para la tercera capa 20 dieléctrica. Dado que es innecesario reducir las frecuencias de los huecos de banda, es posible usar cualquier tipo de materiales dieléctricos para las capas dieléctricas adicionales depositadas por encima de las líneas 4 de transmisión.

Siempre y cuando un extremo de la línea 4 de transmisión sirva como un extremo abierto, mientras que el otro extremo está conectado a la almohadilla 8, es posible emplear cualquier tipo de disposiciones y formas para las líneas 4 de transmisión, que no afectan a la propiedad inherente de la presente invención.

En la primera realización, como se muestra en la Figura 2, las líneas 4 de transmisión están inclinadas hacia el eje X y hacia el eje Y con ciertos ángulos entre las mismas para no interferir con los espacios libres 9 en su periferia, mientras que se pueden alinear en paralelo con el eje X y el eje Y sin interferencia con los espacios libres 9. Aunque la primera realización está diseñada de manera que las líneas 4 de transmisión se alargan linealmente como se muestra en la Figura 2, es posible emplear las formas en espiral mostradas en la Figura 7A o las formas serpenteantes mostradas en la Figura 7B, por ejemplo. Estos ejemplos aseguran adecuadamente la longitud  $d$  de la línea 4 de transmisión dentro de un área de montaje pequeña.

Las líneas 4 de transmisión no están necesariamente alineadas con la misma disposición y las mismas formas mostradas en la Figura 2 en conexión con todas las estructuras 3 unitarias. Por ejemplo, es posible alinear las líneas 4 de transmisión mientras que se evita un componente X montado sobre la superficie como se muestra en la Figura 8, asegurando de esta manera un empaquetado de alta densidad.

La Figura 2 muestra la retícula tetragonal como el punto de retícula para alinear repetitivamente la estructura 3 unitaria; pero esto no es una restricción. Por ejemplo, es posible emplear retículas triangulares o una alineación repetitiva unidimensional, mostrando de esta manera efectos satisfactorios.

- 5 Por el bien de la conveniencia en la fabricación, las almohadillas 8 están alineadas en conexión con las líneas 4 de transmisión y las vías 5 conductoras, mientras que es posible modificar la estructura EBG sin incluir las almohadillas 8 sin afectar las propiedades inherentes de la presente invención.

## 2. Segunda Realización

- 10 A continuación, se describirá con referencia a la Figura 9 una estructura de guía de ondas según una segunda realización de la presente invención.

La Figura 9 es una vista en sección transversal que muestra una estructura EBG según la segunda realización.

- 15 La estructura EBG de la segunda realización es una variación de la estructura EBG de la primera realización, en donde partes idénticas a las de la primera realización están designadas por los mismos números de referencia, evitando de esta manera descripciones duplicadas de las mismas.

- 20 La estructura EBG de la segunda realización mostrada en la Figura 9 se caracteriza por que una línea 4 de transmisión está incrustada dentro de la región intercalada entre el primer plano 1 conductor y el segundo plano 2 conductor. Específicamente, el primer plano 1 conductor 1 está unido a la superficie inferior de la primera capa 6 dieléctrica en su dirección del espesor mientras que el segundo plano 2 conductor está unido a la parte superior de la superficie de la segunda capa 7 dieléctrica en su dirección del espesor en la estructura EBG de la segunda realización. La línea 104 de transmisión que usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno está tendida en la capa intermedia circunscrita entre la primera capa 6 dieléctrica y la segunda capa 7 dieléctrica.

- 25 Similar a la línea 4 de transmisión para su uso en la primera realización, un extremo de la línea 104 de transmisión es un extremo abierto, sirviendo de esta manera de terminal abierto. El otro extremo de la línea 104 de transmisión está conectado a la almohadilla 8 que está colocada en el mismo plano que la línea 104 de transmisión, en donde la almohadilla 8 está conectada eléctricamente al primer plano 1 conductor a través de una vía 105 conductora. Similar a la primera realización, la almohadilla 8, la línea 104 de transmisión, y la vía 105 conductora sirven como una admitancia, que se combina con el espacio libre dispuesto para el segundo plano 2 conductor para formar la estructura 3 unitaria. La disposición de la estructura 3 unitaria, así como la disposición y la forma de la línea 104 de transmisión empleada en la segunda realización son similares a las empleadas en la primera realización.

- 30 Dado que la línea 104 de transmisión está protegida por el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores en la estructura EBG de la segunda realización, es posible reducir el número de ondas electromagnéticas no deseadas que se emiten desde la línea 104 de transmisión a la superficie exterior,

- 40 La Figura 9 muestra la segunda realización en la cual la vía 105 conductora es una vía pasante; pero esto no es una restricción siempre y cuando la almohadilla 8 esté conectada eléctricamente al primer plano 1 conductor. Como se muestra en la Figura 10, por ejemplo, es posible disponer una vía 105\_X conductora de un tipo de vía no pasante sin afectar a la propiedad de la presente invención. Dado que la estructura EBG mostrada en la Figura 10 no necesita el espacio libre 9 para el segundo plano 2 conductor, es posible eliminar que las ondas electromagnéticas sean emitidas desde el espacio libre 9 a la superficie exterior.

## 3. Tercera Realización

- 50 A continuación, se describirá con referencia a la Figura 11 una estructura de guía de ondas según una tercera realización de la presente invención.

La Figura 11 es una vista en sección transversal que muestra una estructura EBG según la tercera realización.

- 55 La estructura EBG de la tercera realización es una variación de la estructura EBG de la segunda realización, en donde partes idénticas a las de la segunda realización están designadas por los mismos números de referencia, evitando de esta manera descripciones duplicadas de las mismas.

- 60 La estructura EBG de la tercera realización mostrada en la Figura 11 se forma usando una estructura 203 unitaria que incluye una primera línea 204A de transmisión tendida entre el primer plano 1 conductor y el segundo plano 2 conductor, una segunda línea 204B de transmisión colocada enfrentándose al segundo plano 2 conductor con respecto al primer plano 1 conductor, una primera vía 205A conductora para conectar eléctricamente un extremo de la primera línea 204A de transmisión (es decir, un extremo del lado izquierdo en la Figura 11) al primer plano 1 conductor, y una segunda vía 205B conductora para conectar eléctricamente el otro extremo de la primera línea 204A de transmisión (es decir, un extremo del lado derecho en la Figura 11) a la segunda línea 204B de transmisión.

- 65 Similar a la segunda realización, la tercera realización está diseñada de manera que el primer plano 1 conductor está unido a la superficie inferior de la primera capa 6 dieléctrica en su dirección del espesor mientras que el

segundo plano 2 conductor está unido a la superficie superior de la segunda capa 7 de dieléctrico en su dirección del espesor. Una tercera capa dieléctrica (es decir, una capa 220 dieléctrica de superficie) para cubrir el segundo plano 2 conductor está depositada sobre la superficie superior de la segunda capa 7 dieléctrica. La primera línea 204A de transmisión está alineada en la posición de la línea 104 de transmisión usada en la segunda realización (es decir, la posición entre la primera capa 6 dieléctrica y la segunda capa 7 dieléctrica), mientras que la segunda línea 204B de transmisión cuyo extremo es un extremo abierto está alineado sobre la superficie superior de la capa 220 dieléctrica de superficie en su dirección del espesor. La primera línea 204A de transmisión usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno, en donde las almohadillas 8A y 8B que están alineadas en el mismo plano que la primera línea 204A de transmisión están conectadas eléctricamente a los extremos opuestos de la primera línea 204A de transmisión. La segunda línea 204B de transmisión usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno, en donde un extremo de la segunda línea 204B de transmisión es un extremo abierto, sirviendo de esta manera como un terminal abierto. El otro extremo de la segunda línea 204B de transmisión está conectado eléctricamente a la almohadilla 8 que está alineada en el mismo plano que la segunda línea 204B de transmisión.

La almohadilla 8A unida a la primera línea 204A de transmisión está conectada eléctricamente al primer plano 1 conductor a través de una primera vía 205A conductora que se alarga en la dirección del espesor. La almohadilla 8B unida a la primera línea 204A de transmisión está conectada eléctricamente a la almohadilla 8 unida a la segunda línea 204B de transmisión a través de una segunda vía 205B conductora que se alarga en la dirección del espesor. El espacio libre 9 está dispuesto para el segundo plano 2 conductor en conexión con la segunda vía 205B conductora, de modo que el segundo plano 2 conductor está aislado eléctricamente de y se evita que contacte con la segunda vía 205B conductora por medio del espacio libre 9.

Dado que la primera línea 204A de transmisión tendida en la capa intermedia y la segunda línea 204B de transmisión tendida en la capa de superficie sirven colectivamente como un terminal abierto en la estructura EBG de la tercera realización, es posible asegurar una longitud  $d$  de la línea de transmisión adecuada dentro de una pequeña área en el empaquetado.

Similar a la primera y la segunda realizaciones, se pueden crear varios patrones en términos de la disposición y las formas de la primera y la segunda líneas 204A y 204B de transmisión. Es posible emplear formas en espiral o formas serpenteantes, por ejemplo. De esta manera, es posible producir la estructura EBG que se puede montar sobre una pequeña área de empaquetado.

La Figura 11 muestra la tercera realización en la que tanto la primera como la segunda vías 205A y 205B conductoras son de tipo vía no pasante, mientras que es posible usar vías pasantes. Como se muestra en la Figura 12, por ejemplo, es posible sustituir la segunda vía 205B conductora con otra segunda vía 205B\_X conductora que sirve como vía pasante. En la estructura EBG mostrada en la Figura 12, el espacio libre 9 está formado en una posición prescrita correspondiente a la segunda vía 205B\_X conductora en relación con el primer plano 1 conductor, evitando de esta manera que el primer plano 1 conductor esté conectado eléctricamente al segundo plano 2 conductor. Además, es posible usar una vía pasante como la primera vía 205A conductora.

#### 4. Cuarta Realización

A continuación, se describirá con referencia a la Figura 13 una estructura de guía de ondas según una cuarta realización de la presente invención.

La Figura 13 es una vista en sección transversal que muestra una estructura EBG según la cuarta realización.

La estructura EBG de la cuarta realización es una variación de la estructura EBG de la primera realización, en donde partes idénticas a las usadas en la primera realización están designadas por los mismos números de referencia, evitando de esta manera descripciones duplicadas de las mismas.

En contraste con la estructura EBG de la primera, segunda y tercera realizaciones en las que las líneas 4, 104, 204A y 204B de transmisión están alineadas en proximidad solamente al segundo plano 2 conductor dentro del primer y del segundo planos 1 y 2 conductores y están configuradas cada una para usar el segundo plano 2 conductor como camino de retorno, la cuarta realización se caracteriza por que las líneas 304A y 304B de transmisión están dispuestas para el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores respectivamente. Es decir, la estructura EBG de la cuarta realización es simétrica especularmente a la estructura EBG de la primera realización en la dirección vertical. Como se muestra en la Figura 13, se forma usando una estructura 303 unitaria que incluye la primera línea 304A de transmisión que está tendida en la capa diferente de las capas del primer y del segundo planos 1 y 2 conductores y que usa el primer plano 1 conductor como camino de retorno, la segunda línea 304B de transmisión que está tendida en la capa diferente de capas del primer y del segundo planos 1 y 2 conductores y que usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno, y una vía 305 conductora para conectar eléctricamente los extremos prescritos de las líneas 304A y 304B de transmisión entre sí.

Específicamente, la cuarta realización está diseñada de tal manera similar a la primera realización en que el primer plano 1 conductor está alineado sobre la superficie inferior de la primera capa 6 dieléctrica en su dirección del espesor mientras que el segundo plano 2 conductor está insertado entre la primera capa 6 dieléctrica y la segunda

capa 7 dieléctrica. Una tercera capa dieléctrica (es decir, una capa 320 dieléctrica posterior) para cubrir el primer plano 1 conductor está depositada sobre la superficie inferior de la primera capa 6 dieléctrica en su dirección del espesor. Además, la primera línea 304A de transmisión está alineada sobre la superficie inferior de la capa 320 dieléctrica posterior en su dirección del espesor, mientras que la segunda línea 304B de transmisión está alineada sobre la superficie de la segunda capa 7 dieléctrica en su dirección del espesor. Es decir, la primera y la segunda líneas 304A y 304B de transmisión están colocadas fuera de la región intercalada entre el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores.

Unos extremos abiertos están formados en un extremo de la primera línea 304A de transmisión (es decir, un extremo del lado derecho en la Figura 13) y un extremo de la segunda línea 304B de transmisión, de modo que la primera y la segunda líneas 304A y 304B de transmisión sirven como terminales abiertos. Las almohadillas 8 que están formadas en los mismos planos que la primera y la segunda líneas 304A y 304B de transmisión están conectadas eléctricamente al otro extremo de la primera línea 304A de transmisión (es decir, un extremo del lado izquierdo en la Figura 13) y el otro extremo de la segunda línea 304B de transmisión. La almohadilla 8 unida a la primera línea 304A de transmisión está conectada eléctricamente a la almohadilla 8 unida a la segunda línea 304B de transmisión a través de una vía 305 conductora que se alarga en la dirección del espesor. Los espacios libres 9 están formados en las posiciones correspondientes a los extremos opuestos de la vía 305 conductora en proximidad al primer y al segundo planos 1 y 2 conductores, que están aislados eléctricamente de esta manera uno de otro y no se ponen en contacto entre sí a través de los espacios libres 9.

La Figura 14 es un diagrama de circuito que muestra un circuito equivalente de la estructura EBG de la cuarta realización.

Una unidad 310 repetitiva del circuito equivalente mostrado en la Figura 14 está constituida por una impedancia 311 en serie y una admitancia 312 en paralelo. Similar a la primera realización, la impedancia 311 en serie está compuesta por una inductancia 13 formada entre el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores. La admitancia 312 en paralelo está constituida por una capacitancia 314 formada entre el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores, y una inductancia 315 de la vía 305 conductora, así como la primera y la segunda líneas 304A y 304B de transmisión. La admitancia 312 en paralelo usada en la cuarta realización está diseñada de manera que el terminal abierto de la segunda línea 304B de transmisión está conectado adicionalmente en serie con la admitancia 12 en paralelo usada en la primera realización. Similar a la primera realización, la cuarta realización está caracterizada por que ocurren huecos de banda en bandas de frecuencia en las que llega a ser negativa la admitancia 312 en paralelo.

La estructura EBG de la cuarta realización es simétrica especularmente a la estructura EBG de la primera realización en la dirección vertical. En su lugar, se puede reconfigurar de una manera simétrica especularmente a la estructura EBG de la segunda o la tercera realización en la dirección vertical.

Específicamente, es posible crear una estructura EBG mostrada en la Figura 15 basada en la estructura EBG de la segunda realización, en donde una tercera capa 120 dieléctrica está insertada entre el primer plano 1 conductor y la primera capa 6 dieléctrica; una primera línea 104A de transmisión, que usa el primer plano 1 conductor como camino de retorno, está alineada entre la primera capa 6 dieléctrica y la tercera capa 120 dieléctrica; y una segunda línea 104B de transmisión que usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno está alineada entre la primera capa 6 dieléctrica y la segunda capa 7 dieléctrica. Unos extremos abiertos están formados en un extremo de la primera línea 104A de transmisión y un extremo de la segunda línea 104B de transmisión, mientras que las almohadillas 8 están conectadas eléctricamente a los otros extremos de las líneas 104A y 104B de transmisión. Las almohadillas 8 unidas a la primera y la segunda líneas 104A y 104B de transmisión están conectadas eléctricamente entre sí a través de una vía 105\_X conductora de un tipo de vía no pasante.

Es posible crear una estructura EBG mostrada en la Figura 16 basada en la estructura EBG de la tercera realización, en donde una tercera capa 320A dieléctrica está insertada entre el primer plano 1 conductor y la primera capa 6 dieléctrica, y una capa 320B dieléctrica trasera para cubrir el primer plano 1 conductor está depositada sobre la superficie inferior de la tercera capa 320A dieléctrica en su dirección del espesor. Además, una tercera línea 204C de transmisión que usa el primer plano 1 conductor como camino de retorno está tendida entre el primer plano 1 conductor y la primera línea 204A de transmisión, en otras palabras, entre la primera capa 6 dieléctrica y la tercera capa 320A dieléctrica. Además, una cuarta línea 204D de transmisión que usa el primer plano 1 conductor como camino de retorno está colocada enfrentándose al primer plano 1 conductor fuera de una región circunscrita entre el primer plano 1 conductor y el segundo plano 2 conductor, en otras palabras, está alineada sobre la superficie inferior de la capa 320B dieléctrica trasera en su dirección del espesor. Las almohadillas 8A y 8B que está formadas en el mismo plano que la tercera línea 204C de transmisión están conectadas eléctricamente a los extremos opuestos de la tercera línea 204C de transmisión. Un extremo de la cuarta línea 204D de transmisión es un extremo abierto, y la almohadilla 8 que está formada en el mismo plano que la cuarta línea 204D de transmisión está conectada eléctricamente al otro extremo de la cuarta línea 204D de transmisión.

La almohadilla 8A unida a la primera línea 204A de transmisión está conectada eléctricamente a la almohadilla 8A unida a la tercera línea 204C de transmisión a través de la primera vía 205A conductora que se alarga en la

dirección del espesor. La almohadilla 8B unida a la tercera línea 204C de transmisión está conectada eléctricamente a la almohadilla 8 unida a la cuarta línea 204D de transmisión a través de una tercera vía 205C conductora que se alarga en la dirección del espesor. El espacio libre 9 está formado en una posición prescrita correspondiente a la tercera vía 205C conductora en proximidad al primer plano 1 conductor; por lo tanto, el primer plano 1 conductor está aislado eléctricamente de y se evita que contacte con la tercera vía 205C conductora por medio del espacio libre 9.

Todas las estructuras EBG mostradas en las Figura 13, 15 y 16 están diseñadas de una manera simétrica especularmente en la dirección vertical; pero esto no es una restricción. Es posible crear una estructura asimétrica en la cual la primera línea 304A de transmisión tiene una forma lineal mientras la segunda línea 304B de transmisión tiene una forma en espiral, por ejemplo. Es posible hacer que la segunda capa 7 dieléctrica difiera de la capa 320 dieléctrica trasera en espesor. En este caso, se señala que la constante dieléctrica eficaz de la primera línea 304A de transmisión debería diferir de la constante dieléctrica eficaz de la segunda línea 304B de transmisión.

#### 5. Quinta Realización

A continuación, se describirá con referencia a las Figura 17 y 18 una estructura de guía de ondas según una quinta realización de la presente invención.

La Figura 17 es una vista en sección transversal de una estructura EBG según la quinta realización. La Figura 18 es una vista en planta de una estructura EBG, de modo que la Figura 17 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea B-B en la Figura 17.

La estructura EBG de la quinta realización es una variación de la estructura EBG de la cuarta realización, en donde partes idénticas a las de la cuarta realización están designadas por los mismos números de referencia, evitando de esta manera descripciones duplicadas de las mismas.

En contraste con la estructura EBG de la cuarta realización mostrada en la Figura 13 en la cual la primera línea 304A de transmisión que usa el primer plano 1 conductor como camino de retorno está conectada eléctricamente a la segunda línea 304B de transmisión que usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno a través de la vía 305 conductora, la estructura EBG de la quinta realización mostrada en la Figura 17 está diseñada de manera que la segunda línea 304B de transmisión que usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno está conectada eléctricamente al primer plano 1 conductor a través de una primera vía 405A conductora, mientras la primera línea 304A de transmisión que usa el primer plano 1 conductor como camino de retorno está conectada eléctricamente al segundo plano 2 conductor como una segunda vía 405B conductora. Es decir, la quinta realización está formada usando una estructura 403 unitaria incluyendo la primera vía 405A conductora para conectar eléctricamente el primer plano 1 conductor a la segunda línea 304B de transmisión, y la segunda vía 405B conductora para conectar eléctricamente el segundo plano 2 conductor a la primera línea 304A de transmisión.

Específicamente, la quinta realización está diseñada de una manera similar a la cuarta realización en que la capa 320 dieléctrica trasera está depositada sobre la superficie inferior de la primera capa 6 dieléctrica en su dirección del espesor; el primer plano 1 conductor está insertado entre la primera capa 6 dieléctrica y la capa 320 dieléctrica trasera; y el segundo plano 2 conductor está insertado entre la primera capa 6 dieléctrica y la segunda capa 7 dieléctrica.

Además, la primera línea 304A de transmisión está alineada sobre la superficie inferior de la capa 320 dieléctrica trasera en su dirección del espesor, mientras que la segunda línea 304B de transmisión está alineada sobre la superficie superior de la segunda capa 7 dieléctrica en su dirección del espesor.

Las almohadillas 8 están conectadas eléctricamente a los extremos del lado izquierdo de la primera y la segunda líneas 304A y 304B de transmisión. En una vista en planta, la almohadilla 8 unida a la primera línea 304A de transmisión está cambiada de posición de la almohadilla 8 unida a la segunda línea 304B de transmisión. Además, la almohadilla 8 unida a la segunda línea 304B de transmisión está conectada eléctricamente al primer plano 1 conductor a través de la primera vía 405A conductora, mientras la almohadilla 8 unida a la primera línea 304A de transmisión está conectada eléctricamente al segundo plano 2 conductor. Es decir, una primera admitancia está formada por la primera línea 304A de transmisión, la almohadilla 8, y la segunda vía 405B conductora, mientras una segunda admitancia está formada por la segunda línea 304B de transmisión, la almohadilla 8, y la primera vía 405A conductora. En una vista en planta de la Figura 18, la segunda admitancia está formada en la posición correspondiente a la primera admitancia sometida a la traslación paralela por  $A/2+B/2=(a/2, a/2)$  y sometida además a inversión vertical sobre el plano X-Y,

La estructura EBG de la quinta realización hace posible localizar las admitancias con una densidad alta en una vista en planta de la Figura 18; por lo tanto, es posible reducir el área de la estructura EBG en el empaquetado.

La estructura EBG de la quinta realización es una variación de la estructura EBG mostrada en la Figura 13, en donde se puede modificar de una manera similar a la estructura EBG mostrada en la Figura 15.

Específicamente, la estructura EBG mostrada en la Figura 19 está creada basada en la estructura EBG mostrada en la Figura 15, en donde la segunda línea 104B de transmisión que usa el segundo plano 2 conductor como camino de retorno está conectada eléctricamente al primer plano 1 conductor a través de una primera vía 105A conductora, y la primera línea 104A de transmisión que usa el primer plano 1 conductor como camino de retorno está conectada eléctricamente al segundo plano 2 conductor a través de una segunda vía 105B conductora.

Además, es posible crear una estructura asimétrica en la cual una de la primera y la segunda líneas de transmisión están alineadas dentro de la región entre el primer y el segundo planos 1 y 2 conductores, y la otra está alineada fuera de la región, en donde la segunda línea de transmisión está conectada eléctricamente al primer plano 1 conductor a través de una primera vía conductora, y la primera línea de transmisión está conectada eléctricamente al segundo plano 2 conductor a través de una segunda vía conductora.

La Figura 18 muestra la quinta realización incluyendo la primera y la segunda líneas 304A y 304B de transmisión ambas que tienen formas lineales, que se pueden variar de diversas maneras similar a las realizaciones precedentes. Por ejemplo, es posible emplear formas en espiral como se muestra en la Figura 20.

Tanto la primera como la segunda líneas 304A y 304B de transmisión no están formadas necesariamente en la misma forma; por lo tanto, es posible crear combinaciones en las cuales una línea de transmisión tiene una forma lineal mientras que otra línea de transmisión tiene una forma en espiral, por ejemplo.

La quinta realización no se aplica necesariamente a la retícula tetragonal y es aplicable de esta manera a otros tipos de retículas también.

#### 6. Sexta Realización

A continuación, una sexta realización de la presente invención se describirá con respecto a una placa de circuito impreso con referencia a las Figura 21 y 22.

La Figura 21 es una vista en planta de la placa de circuito impreso según la sexta realización, y la Figura 22 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea C-C en la Figura 21.

La sexta realización se dirige a una placa 50 de circuito impreso que incorpora la estructura EBG antes mencionada. Específicamente, la placa 50 de circuito impreso mostrada en las Figura 21 y 22 incluye un plano 51 de tierra, un plano 52 de fuente de alimentación, un dispositivo 53 que sirve como fuente de ruido, un dispositivo 54 sensible al ruido y una región 55 EBG tendida entre los dispositivos 53 y 54. Como se muestra en la Figura 22, tanto el dispositivo 53 que sirve como la fuente de ruido como el dispositivo 54 sensible al ruido están conectados al plano 51 de tierra y el plano 52 de fuente de alimentación. El plano 51 de tierra y el plano 52 de fuente de alimentación forman una guía de ondas de placas paralelas. En placas de circuito impreso convencionales, los ruidos generados por los dispositivos de fuente de ruido se propagan a través de guía de ondas de placas paralelas para afectar a dispositivos sensibles al ruido, causando de esta manera errores operacionales. La placa 50 de circuito impreso de la sexta realización mostrada en la Figura 21 se caracteriza por que la región 55 EBG correspondiente a la estructura EBG antes mencionada está dispuesta para cortar un camino de propagación de ruido, suprimiendo de esta manera la propagación de ruido entre los dispositivos 53 y 54. De esta manera, es posible reducir el error operacional que ocurre en el dispositivo 54 sensible al ruido.

La placa 50 de circuito impreso de la Figura 22 emplea la estructura EBG de la primera realización, que se puede sustituir con las estructuras EBG de las otras realizaciones.

La Figura 21 muestra que la región 55 EBG está dispuesta en una forma de banda; no obstante, es posible emplear cualquier tipo de disposiciones que pueden cortar el camino de propagación de ruido. Es posible disponer la estructura EBG rodeando el dispositivo 54 sensible al ruido como se muestra en la Figura 23.

La sexta realización se dirige a la estructura EBG instalada en la placa 50 de circuito impreso; pero esto no es una restricción. Es posible instalar la estructura EBG antes mencionada en sustratos de paquete de dispositivos o similares.

#### 7. Séptima Realización

A continuación, se describirá con referencia a la Figura 24 una placa de circuito impreso según una séptima realización de la presente invención.

La Figura 24 es una vista en planta de la placa 50 de circuito impreso según la séptima realización, en donde partes idénticas a las de la sexta realización están designadas por los mismos números de referencia, evitando de esta manera duplicar descripciones de las mismas.

La placa 50 de circuito impreso de la séptima realización incluye una pluralidad de estructuras de guía de ondas que usan líneas de transmisión de extremo abierto que tienen diferentes longitudes, en donde estas estructuras de guía de ondas se cambian en términos de huecos de banda.

5 Similar a la sexta realización, la placa 50 de circuito impreso de la séptima realización incluye el plano 51 de tierra, el plano 52 de fuente de alimentación, el dispositivo 53 que sirve como fuente de ruido, y el dispositivo 54 sensible al ruido. La séptima realización se caracteriza por que una primera estructura 56 EBG y una segunda estructura 57 EBG están formadas en la región de EBG para cortar el camino de propagación de ruido, suprimiendo de esta manera la propagación de ruido entre los dispositivos 53 y 54. En la presente memoria, la primera estructura 56 EBG y la segunda estructura 57 EBG están alineadas en paralelo en la dirección de propagación de ruido. La primera estructura 56 EBG y la segunda estructura 57 EBG usan líneas de transmisión de terminal abierto respectivas de diferentes longitudes de modo que difieren unas de otras en términos de bandas de frecuencia de huecos de banda.

10 Las longitudes de las líneas de transmisión se establecen de tal forma que los huecos de banda causados por la primera estructura 56 EBG están desviados de los huecos de banda causados por la segunda estructura 57 EBG; de esta manera, es posible lograr huecos de banda "anchos", que no se pueden obtener mediante una única estructura EBG, por medio de la región 55 EBG.

15 La Figura 25 muestra una primera variación de la séptima realización en la cual unas primeras estructuras 156 EBG y unas segundas estructuras 157 EBG se alinean alternativamente en forma de franja en la dirección de propagación de ruido.

20 La Figura 26 muestra una segunda variación de la séptima realización en la cual las primeras estructuras 156 EBG y las segundas estructuras 157 EBG en un patrón a cuadros (o en cuadrados).

Ambas variaciones de la séptima realización logran huecos de banda anchos con la región 55 EBG.

25 En esta conexión, es posible emplear otros tipos de disposiciones en las cuales la primera y la segunda estructuras EBG se entremezclan entre sí. Los huecos de banda se pueden agrandar aún más entremezclando diversos tipos de estructuras EBG con huecos de banda desviados.

30 Por último, es evidente que la presente invención no está limitada a las realizaciones anteriores, sino que se puede modificar y cambiar sin apartarse del alcance de la invención definido en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una estructura de hueco de banda electromagnética (EBG) que incluye un primer plano (1) conductor, un segundo plano (2) conductor tendido en paralelo con el primer plano conductor, y una pluralidad de estructuras unitarias, cada una de las cuales incluye una primera línea (4, 104, 204A, 304B) de transmisión que tiene un extremo abierto, la cual está alineada en un primer plano diferente del primer plano (1) conductor y el segundo plano (2) conductor y está colocada enfrentándose al segundo plano (2) conductor, y una primera vía (5, 105, 205A, 405A) conductora conectando eléctricamente la primera línea de transmisión y el primer plano (1) conductor, en donde las estructuras unitarias se alinean repetitivamente de una manera unidimensional o de una manera bidimensional, una distancia entre la primera línea de transmisión y el segundo plano (2) conductor es menor que una distancia entre la primera línea de transmisión y el primer plano (1) conductor, y la primera línea de transmisión está acoplada eléctricamente con el segundo plano (2) conductor que sirve como camino de retorno para formar una línea de microcinta.
2. La estructura EBG según la reivindicación 1, en donde la primera línea (4, 304B) de transmisión está colocada opuesta al primer plano (1) conductor con respecto al segundo plano (2) conductor, y en donde un espacio libre está formado en una posición correspondiente a la primera vía (5, 405A) conductora del segundo plano (2) conductor, aislando eléctricamente de esta manera el segundo plano (2) conductor de la primera vía conductora.
3. La estructura EBG según la reivindicación 2, en donde la primera línea (4) de transmisión está cubierta con una capa (20) dieléctrica.
4. La estructura EBG según la reivindicación 1, en donde la primera línea (104) de transmisión está formada en una región circunscrita entre el primer plano (1) conductor y el segundo plano (2) conductor.
5. La estructura EBG según la reivindicación 4, que comprende además por estructura unitaria una segunda línea (204B) de transmisión que tiene un extremo abierto, que está colocada opuesta al primer plano (1) conductor con respecto al segundo plano (2) conductor y está alineada en un segundo plano colocada enfrentándose al segundo plano (2) conductor, y una segunda vía (205B) conductora conectando eléctricamente la primera línea (204A) de transmisión y la segunda línea (204B) de transmisión, en donde un espacio libre está formado en una posición correspondiente a la segunda vía (205B) conductora del segundo plano (2) conductor, aislando eléctricamente de esta manera el segundo plano (2) conductor de la segunda vía (205B) conductora.
6. La estructura EBG según la reivindicación 5, en donde cada una de la primera línea (204A) de transmisión acoplada con la primera vía (205A) conductora y la segunda línea (204B) de transmisión acoplada con la segunda vía (205B) conductora forma una línea de microcinta usando el segundo plano (2) conductor como camino de retorno.
7. La estructura EBG según la reivindicación 2, que comprende además por estructura unitaria una segunda línea (304A) de transmisión que tiene un extremo abierto, que está alineada en un segundo plano diferente del primer plano (1) conductor y el segundo plano (2) conductor y está colocada enfrentándose al primer plano (1) conductor una segunda vía (405B) conductora conectando eléctricamente la segunda línea (304A) de transmisión y el segundo plano (2) conductor, en donde un espacio libre está formado en una posición correspondiente al segundo plano (405B) conductor del primer plano (1) conductor, aislando eléctricamente de esta manera el primer plano (1) conductor de la segunda vía (405B) conductora.
8. La estructura EBG según la reivindicación 7, en donde la segunda línea (304A) de transmisión acoplada con la segunda vía (405B) conductora forma una línea de microcinta usando el primer plano (1) conductor como camino de retorno, y en donde la primera línea (304B) de transmisión con la primera vía (405A) conductora forma una línea de microcinta usando el segundo plano (2) conductor como camino de retorno.
9. La estructura EBG según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la primera línea de transmisión o la segunda línea de transmisión tiene una forma lineal inclinada a una línea de referencia que conecta entre vías conductoras adyacentes con un ángulo prescrito.
10. La estructura EBG según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde la primera línea de transmisión o la segunda línea de transmisión tiene una forma de espiral.

## ES 2 658 096 T3

11. La estructura EBG según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la primera línea de transmisión o la segunda línea de transmisión tiene una forma serpenteante.
- 5 12. La estructura EBG según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la primera línea de transmisión o la segunda línea de transmisión se ramifica en una pluralidad de líneas.
13. Una placa de circuito impreso que comprende una estructura EBG según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.
- 10 14. La placa de circuito impreso según la reivindicación 13, en donde uno del primer y del segundo planos (1, 2) conductores es un plano de fuente de alimentación, y el otro es un plano de tierra, comprendiendo además un dispositivo (53, 54) conectado al plano de fuente de alimentación y al plano de tierra.
- 15 15. La placa de circuito impreso según la reivindicación 13 o 14, en donde al menos dos estructuras cada una que incluye al menos una estructura unitaria están alineadas para proporcionar huecos de banda de diferentes bandas de frecuencia.



FIG. 3

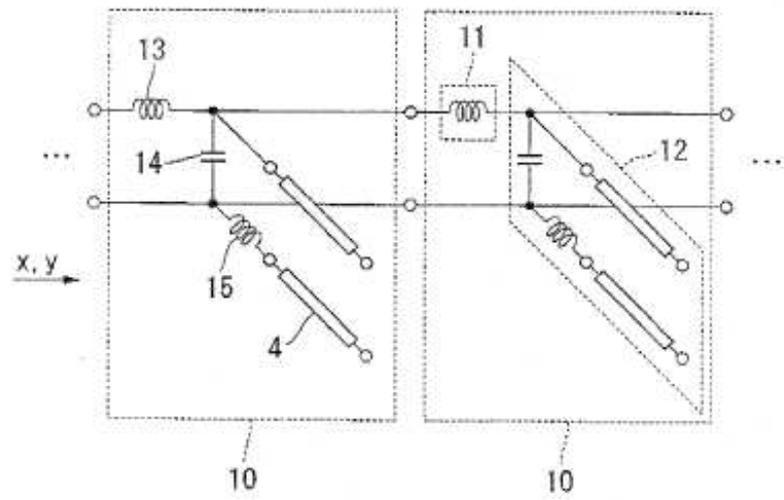


FIG. 4

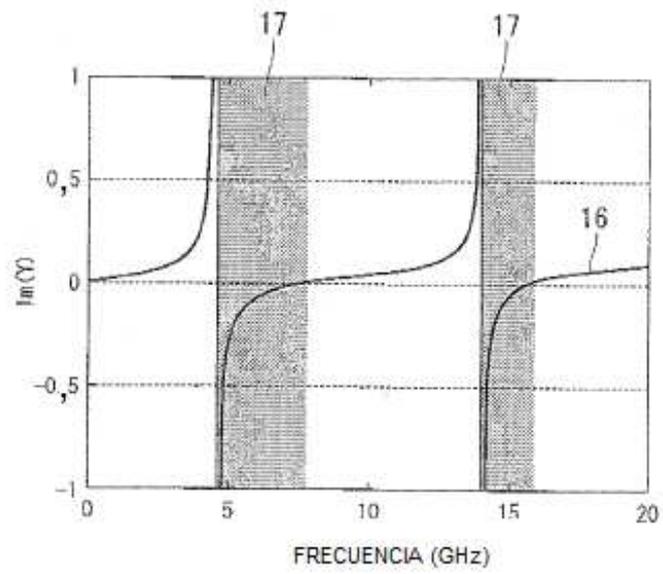


FIG. 5

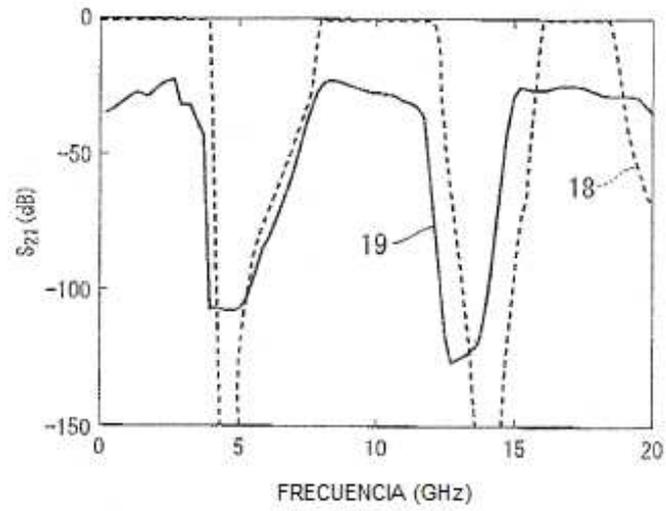


FIG. 6

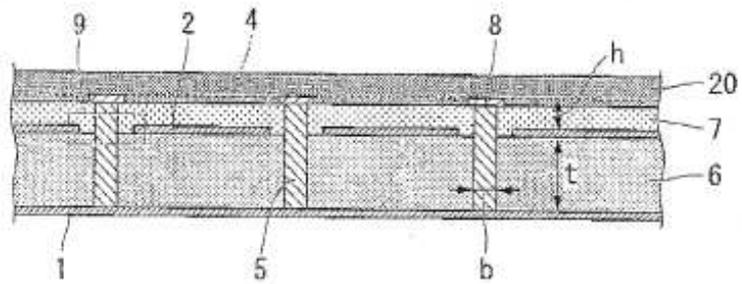


FIG. 7A

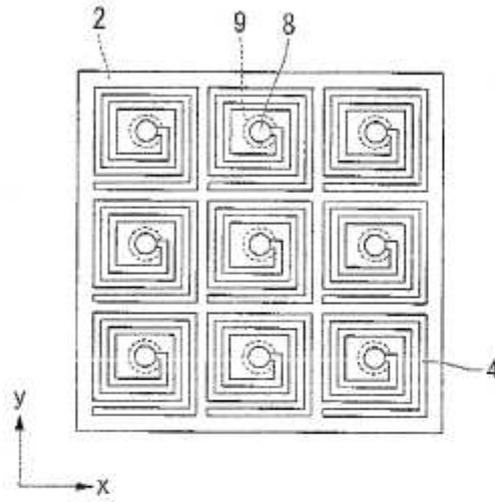


FIG. 7B

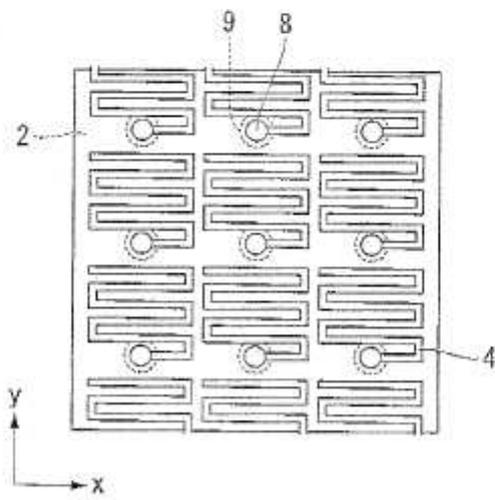


FIG. 8

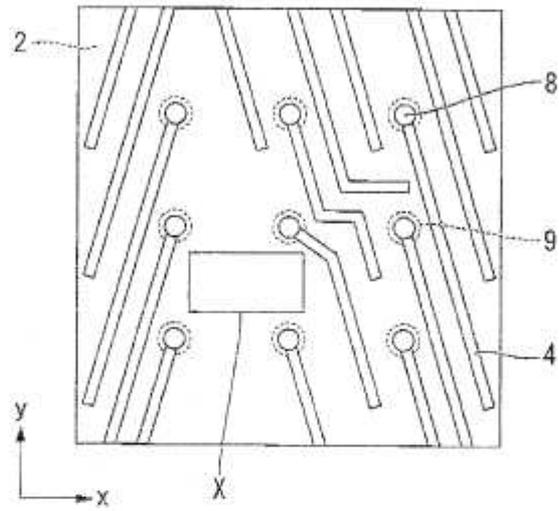


FIG. 9

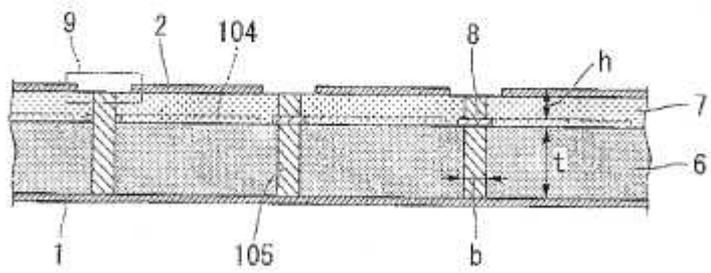


FIG. 10

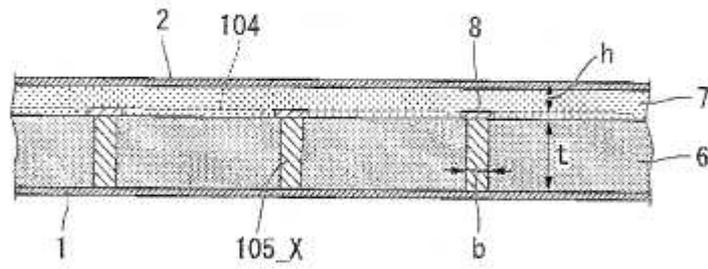


FIG. 11

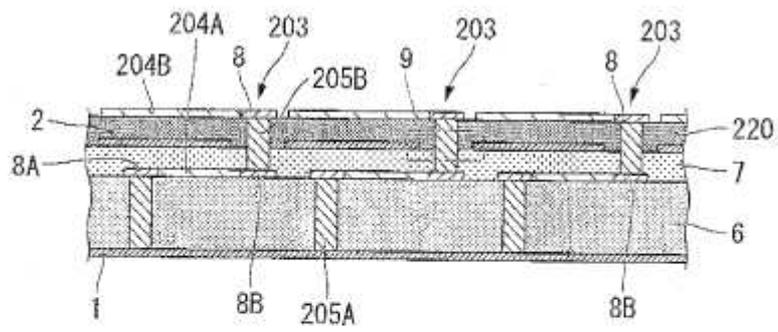


FIG. 12

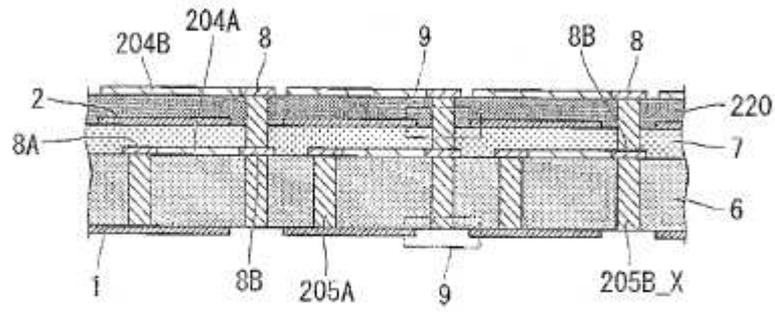


FIG. 13

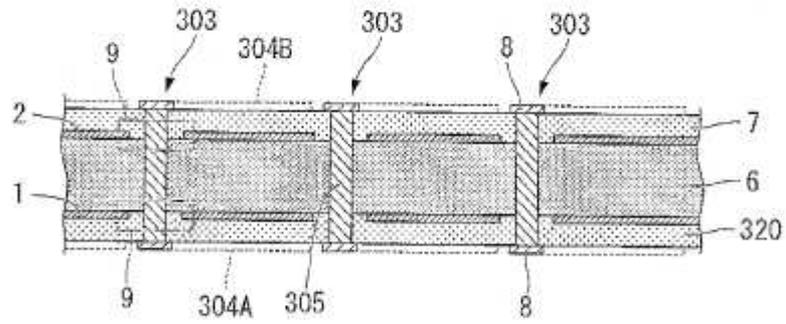


FIG. 14

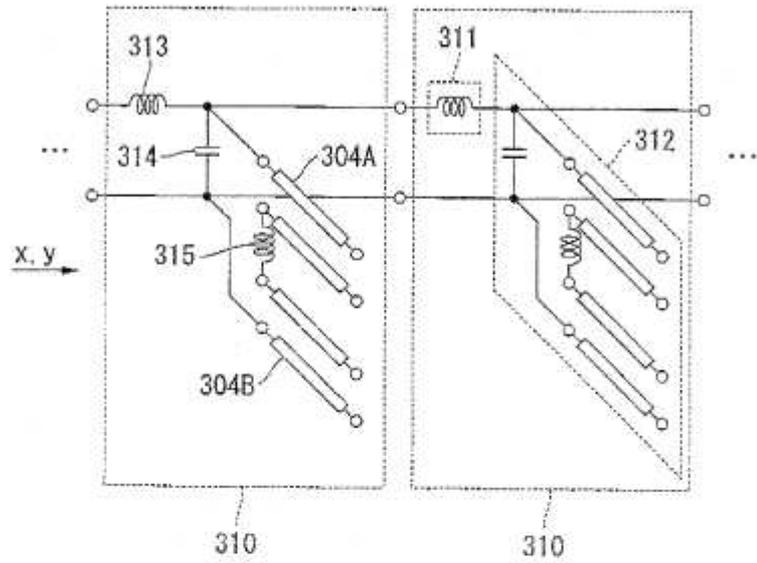


FIG. 15

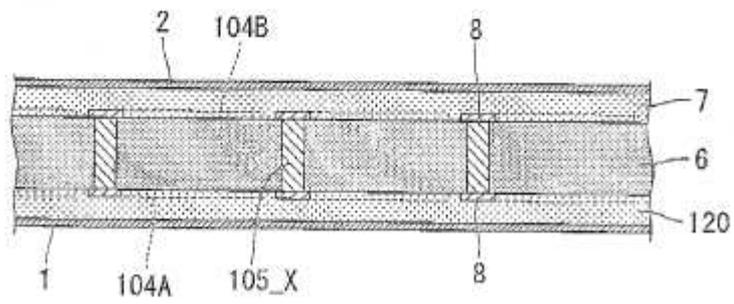


FIG. 16

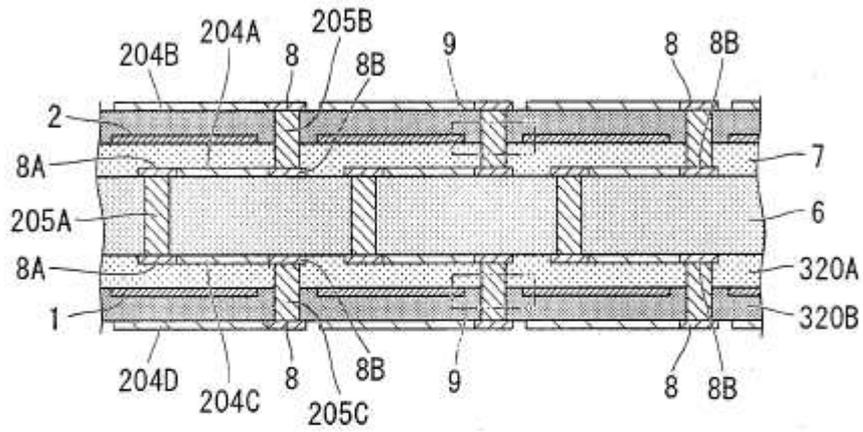


FIG. 17

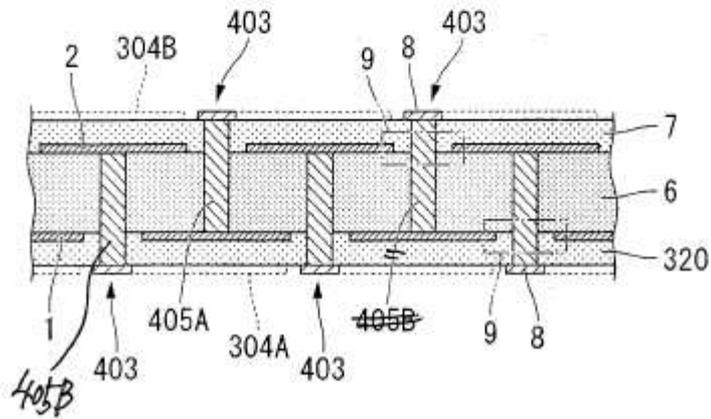


FIG. 18

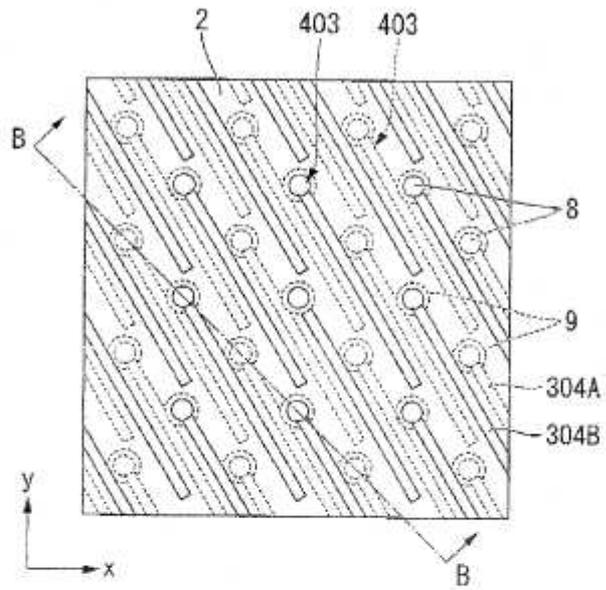


FIG. 19

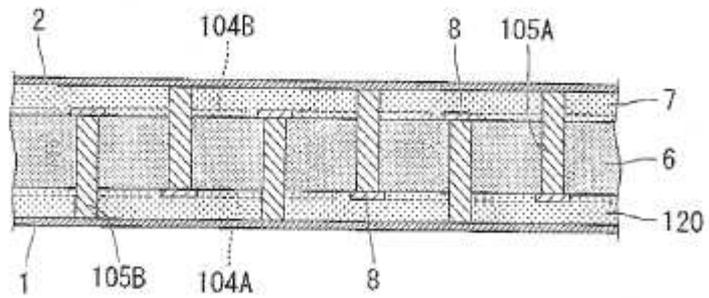


FIG. 20

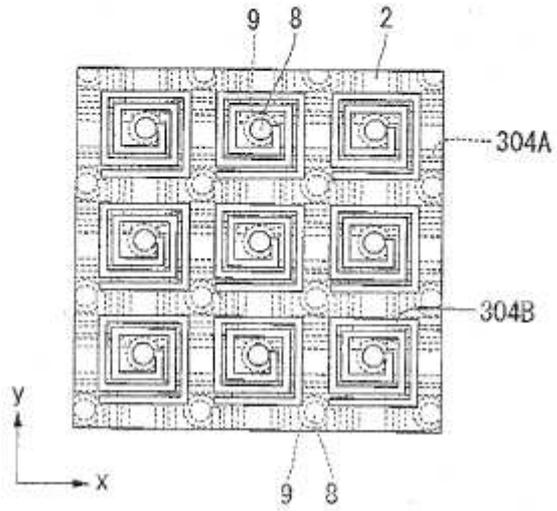


FIG. 21

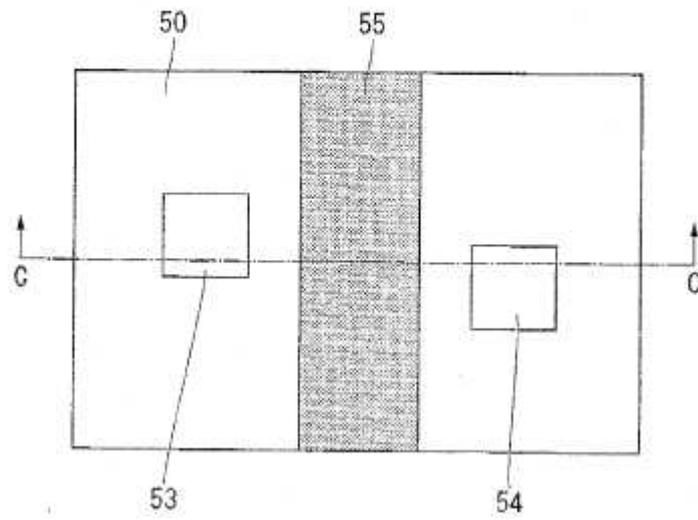


FIG. 22

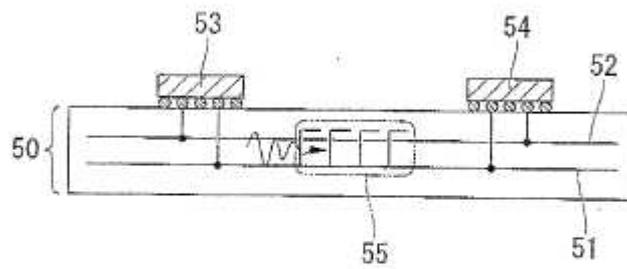


FIG. 23

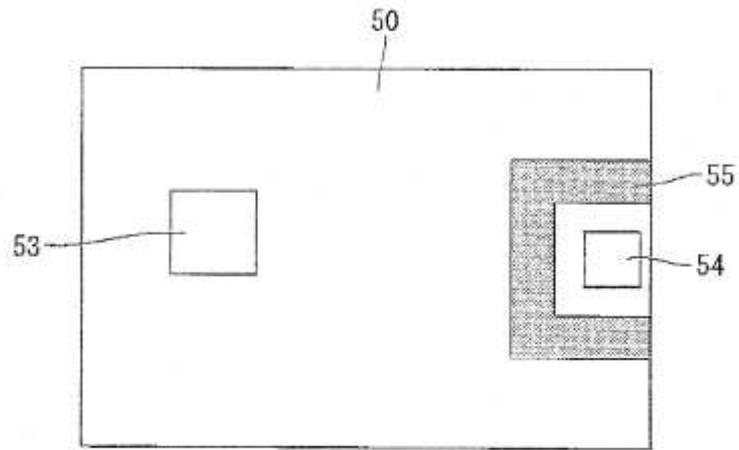


FIG. 24

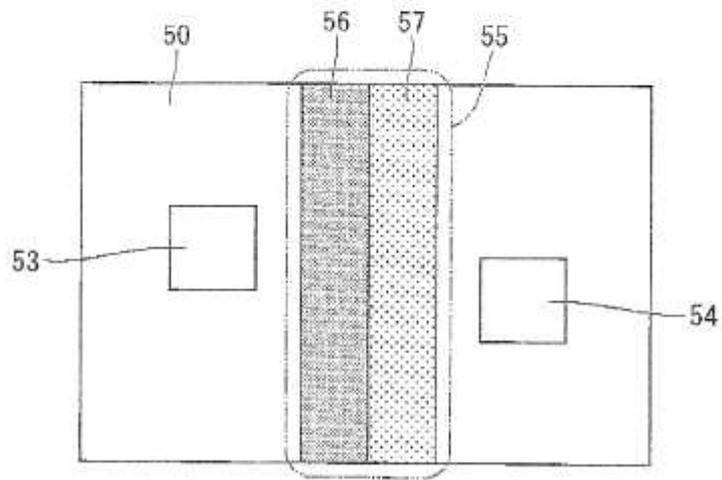


FIG. 25

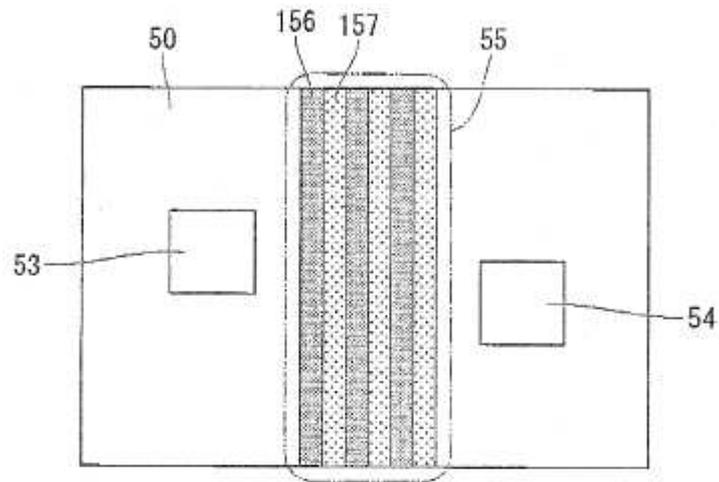


FIG. 26

