

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 814**

51 Int. Cl.:

H01P 5/12 (2006.01)

H03F 3/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.04.2010 PCT/EP2010/055300**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.10.2010 WO10122074**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2010 E 10716324 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2422401**

54 Título: **Dispositivo de amplificación de potencia de volumen reducido**

30 Prioridad:

24.04.2009 FR 0902006

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

05.12.2018

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**FRAYSSE, JEAN-PHILIPPE y
MAIGNAN, MICHEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 692 814 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

Dispositivo de amplificación de potencia de volumen reducido

La presente invención se refiere a un dispositivo de amplificación de potencia de volumen reducido. Se aplica al ámbito de los amplificadores de hiperfrecuencias con semiconductores y, más particularmente, a los sistemas de combinación de potencia y, en particular, a las antenas activas.

La disminución de la potencia de salida de los elementos semiconductores con el aumento de la frecuencia de funcionamiento de los dispositivos de amplificación conduce a tener que combinar varios amplificadores semiconductores básicos para alcanzar las potencias de salida requeridas por ciertas aplicaciones en el ámbito de las hiperfrecuencias. En particular, para una antena activa en la banda Ku y para obtener un nivel de potencia suficiente, a menudo es necesario combinar varios módulos amplificadores en una malla de antena cuyas dimensiones son del orden de unos pocos centímetros.

Los sistemas de combinación de potencia actuales basados en arquitecturas de líneas o guías de ondas radiales o arborescentes no permiten combinar de forma eficaz amplificadores básicos en un entorno confinado con una interfaz de salida de guía de ondas rectangular adecuada para cooperar con los dispositivos aguas abajo.

En una estructura arborescente que combina varios amplificadores, los amplificadores están dispuestos paralelos entre sí y alineados según el mismo eje. Las guías de ondas de entrada y salida de los amplificadores, el divisor y el combinador también están alineados según este mismo eje. En la banda Ku y en la tecnología de guía rectangular, el ancho de tal dispositivo de amplificación está principalmente restringido por el gran tamaño de las guías rectangulares del combinador. De este modo, teniendo en cuenta solo el valor de la dimensión interna según una sección transversal de una guía rectangular en la banda Ku estándar, igual a 1,9 cm, el ancho de un dispositivo de amplificación que consta de, por ejemplo, ocho amplificadores es al menos ocho veces más grande, es decir, superior a 15 cm. Este ancho es mucho mayor que las restricciones dimensionales de una aplicación relativa a una antena activa en la banda Ku, esta técnica no está adaptada para este tipo de aplicación. Para aplicaciones de mayor frecuencia, el tamaño de las guías rectangulares disminuye y el ancho del dispositivo de amplificación ya no es impuesto por el combinador, sino por el ancho de los amplificadores básicos, de las capacidades de desacoplamiento y de los accesos de polarización de estos amplificadores. Este ancho es, por lo tanto, demasiado grande con respecto a la malla de una antena activa.

La técnica de combinación espacial desarrollada en la patente US5736908 comprende varios módulos amplificadores dispuestos en placas, superpuestos en una guía de ondas rectangular. La señal de entrada generada por una sola fuente se distribuye en los módulos amplificadores gracias a la distribución espacial de la energía de la señal y se recombina en la salida una vez amplificada de acuerdo con el mismo principio. Esta solución hace posible realizar en una sola etapa, por un lado, la combinación de las señales y, por otro lado, las transiciones entre las líneas en tecnología plana y la interfaz de salida en guía de ondas rectangular. Gracias a estas características, permite minimizar las pérdidas de combinación y el volumen de la estructura. No obstante, esta técnica de combinación, tal como se describe en el estado de la técnica, presenta inconvenientes y limitaciones.

De hecho, el número de placas apiladas en una guía de ondas rectangular y el número de amplificadores asociados en una misma placa disminuye con la reducción del tamaño de las guías de ondas rectangulares impuestas por el aumento de la frecuencia de funcionamiento.

Para aplicaciones de altas frecuencias tales como, por ejemplo, en la banda Ka, el tamaño de las guías rectangulares estándar es mucho menor que el tamaño de los módulos amplificadores, lo que requiere tener largas líneas de transmisión para conectar los módulos amplificadores a las transiciones del divisor espacial excitado por una sola fuente y las transiciones del combinador espacial. Estas líneas de transmisión son muy perjudiciales en términos de pérdidas y la eficacia de división y combinación se degrada. Una estructura de cuatro placas sería la más adaptada en términos de compacidad para combinar ocho amplificadores básicos en el caso de una antena en la banda Ku activa. No obstante, en esta configuración, este tipo de arquitectura presenta una gestión térmica desfavorable para las placas ubicadas en el centro de la estructura y una falta de aislamiento entre los amplificadores combinados puede, en ciertos casos, provocar inestabilidad del dispositivo de amplificación.

El documento WO 20060967771 describe otra técnica de combinación espacial en la que los ejes de los amplificadores están dispuestos según una dirección perpendicular a las guías de ondas de entrada y salida, sin embargo, para aplicaciones de altas frecuencias, en la banda Ka, por ejemplo, las largas líneas de transmisión de entrada son perjudiciales en términos de pérdidas de división.

Otros tipos de dispositivos de amplificación se describen en los documentos EP 0032332 y WO 2009/026704.

El objeto de la invención es realizar un dispositivo de amplificación de volumen reducido que no conste de las desventajas de los dispositivos existentes y que permita combinar, en particular, un gran número de amplificadores en la malla de una antena activa en la banda Ku de dimensiones del orden de unos pocos centímetros con una alta eficacia de combinación y pocas pérdidas de división.

- Para ello, la invención se refiere a un dispositivo de amplificación de volumen reducido que consta de al menos una placa paralela a un plano XY y al menos dos módulos amplificadores montados en la placa, constando cada módulo amplificador de un elemento amplificador, una guía de ondas de conexión de entrada y una guía de ondas de conexión de salida orientadas según una misma dirección X correspondiente a una dirección de propagación longitudinal, teniendo el elemento amplificador un eje de entrada y salida orientado según una dirección Y perpendicular a la dirección de propagación X, caracterizado porque las guías de conexión de entrada de los dos módulos amplificadores son distintas, tienen diferentes longitudes y están montadas paralelas entre sí, las guías de conexión de salida de los dos módulos amplificadores son distintas, tienen diferentes longitudes y están montadas paralelas entre sí, y porque la suma de las longitudes de las guías de entrada y salida de un mismo módulo amplificador es idéntica para cada módulo amplificador, los módulos amplificadores estando montados en paralelo en al menos una fila, estando las guías de onda de entrada de los elementos amplificadores de la fila precedidas por un divisor de potencia y estando las guías de ondas de salida de los elementos amplificadores de conectadas a un combinador de potencia de salida, de modo que las señales transmitidas por las guías de ondas de conexión (13a, 13b) de salida al combinador (16) de potencia están en fase.
- 5 Ventajosamente, estando las guías de ondas de entrada, respectivamente las guías de ondas de salida, de los elementos amplificadores de la fila contiguas entre sí y estando los elementos amplificadores de la fila desplazados uno con respecto al otro según las dos direcciones perpendiculares X e Y.
- 10 Ventajosamente, el divisor de entrada y/o el combinador de salida pueden constar de un tabique resistivo que extiende las paredes que separan las guías de ondas de conexión.
- 20 Ventajosamente, el dispositivo de amplificación consta, además, de una transición de entrada dispuesta entre cada guía de conexión de entrada y el elemento amplificador correspondiente y una transición de salida dispuesta entre cada guía de conexión de salida y el elemento amplificador correspondiente.
- Según un modo de realización, el dispositivo de amplificación consta de dos filas de amplificación distintas, constando cada fila de amplificación del mismo número de módulos amplificadores, estando los módulos amplificadores de la primera fila montados simétricamente con respecto a los módulos amplificadores de la segunda fila a cada lado de un eje de simetría paralelo a la dirección de propagación.
- 25 Ventajosamente, cada módulo amplificador de la primera fila consta de un elemento amplificador que tiene un eje de entrada y de salida orientado de acuerdo con la dirección Y y alineado respectivamente con un eje de entrada y de salida de un elemento amplificador de un módulo amplificador de la segunda fila.
- 30 Ventajosamente, las guías de ondas de conexión de salida de los elementos amplificadores de todos los módulos amplificadores de las dos filas son distintas, contiguas entre sí y conectadas a un combinador de potencia de salida, común a todas las guías de ondas de conexión de salida.
- Ventajosamente, el dispositivo de amplificación consta, además, de un primer divisor de potencia de entrada que tiene dos salidas conectadas respectivamente a las dos filas de amplificación a través de dos transiciones y cada fila de amplificación consta de un segundo divisor de potencia que tiene salidas respectivamente conectadas a cada guía de ondas de conexión de entrada de los módulos amplificadores correspondientes. El primer divisor de potencia de entrada puede constar de una entrada de tipo microbanda.
- 35 Según un modo de realización, el dispositivo de amplificación consta de al menos dos módulos amplificadores superpuestos uno encima del otro, estando los dos módulos amplificadores dispuestos en al menos dos placas distintas, superpuestos uno encima del otro y teniendo el mismo número de módulos amplificadores y los dos módulos amplificadores superpuestos tienen una guía de entrada y una guía de salida en común.
- 40 Ventajosamente, los elementos de transiciones se seleccionan entre líneas con aletas, o de émbolos que constan de una línea de metalización colocada sobre un sustrato, o de émbolos mecánicos que usan una perla de vidrio.
- 45 Preferentemente, las guías de ondas de conexión de entrada y de salida son guías de ondas metálicas de sección rectangulares. Además, el divisor de potencia y el combinador de potencia también pueden ser guías de ondas metálicas de sección rectangular.
- Preferentemente, cada guía de onda de conexión de entrada está equipada con un elemento de ajuste de fase.
- Ventajosamente, el dispositivo de amplificación consta de un dispositivo de alimentación optoelectrónico conectado a la entrada del dispositivo de amplificación mediante una fibra óptica y una transición.
- 50 Otras particularidades y ventajas de la invención quedarán claras en la siguiente descripción dada a título de ejemplo puramente ilustrativo y no limitante, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:
- figura 1: un esquema de un primer ejemplo de un módulo amplificador, según la invención;
 - figura 2: un esquema de un primer ejemplo de un dispositivo de amplificación que comprende dos módulos amplificadores combinados en una placa y en una fila, según la invención;

- figuras 3a a 3e: dos esquemas y tres vistas en sección longitudinal y transversal de acuerdo con el plano de sección I-I y el plano de sección J-J de un segundo ejemplo de dispositivo de amplificación que comprende cuatro módulos amplificadores combinados en una placa y en una fila, según la invención;
- 5 - las figuras 4a y 4b: dos vistas en sección transversal de acuerdo con el plano de sección I-I y el plano de sección J-J de un dispositivo de amplificación que consta de dos filas de módulos amplificadores dispuestos en dos placas superpuestas, según una variante de realización de la invención;
- las figuras 5a y 5b: dos esquemas de un tercer y un cuarto ejemplo de dispositivos de amplificación que comprenden varios módulos amplificadores combinados en dos filas de la misma placa, según una variante de realización de la invención;
- 10 - figura 6: una vista en sección longitudinal de una variante de realización alternativa de la invención que consta de una fila de dos módulos amplificadores combinados en una sola placa, según la invención;
- figuras 7a, 7b y 7c: una vista esquemática en detalle de un tabique ejemplar y dos vistas esquemáticas de detalle de dos ejemplos de combinadores de tipo tabique, respectivamente de una planta y dos plantas, según la invención;
- 15 - figuras 8a a 8d: cuatro vistas esquemáticas en sección de ejemplos de transiciones, según la invención;
- figura 9: un ejemplo esquemático de un dispositivo de alimentación del dispositivo de amplificación, según la invención.

El módulo amplificador mostrado en la figura 1 consta de un elemento 11 amplificador, una guía 12 de ondas de conexión de entrada, una guía 13 de ondas de conexión de salida, una transición 14 de entrada que garantiza la transición entre la guía de entrada y el módulo amplificador, una transición 15 de salida que garantiza la transición entre la guía de salida y el módulo amplificador. Las guías 12, 13 de ondas de entrada y salida están orientadas según una misma dirección X correspondiente a una dirección de propagación longitudinal y tienen una sección transversal que puede ser, por ejemplo, rectangular. El elemento 11 amplificador tiene un eje 18 de entrada y salida orientado de acuerdo con una dirección Y perpendicular a la dirección de propagación longitudinal. Las transiciones de entrada 14 y de salida 15 son perpendiculares a la dirección de propagación longitudinal X y aseguran la adaptación eléctrica entre el elemento amplificador 11 y las guías de ondas de entrada rectangulares 12 y la salida 13.

La figura 2 representa un esquema de un primer ejemplo de dispositivo de amplificación según la invención, que comprende dos módulos amplificadores que constituyen dos vías amplificadoras. Los dos módulos 41a, 41b amplificadores están montados en paralelo en una misma placa XY y en una misma fila 41 de manera que las dos guías 12a, 12b de ondas de entrada, respectivamente, las dos guías 13a, 13b de ondas de salida, de los dos elementos 11a, 11b amplificadores son contiguas entre sí y que los dos elementos 11a, 11b amplificadores, no están alineados en un mismo eje, sino que están desplazados entre sí según las dos direcciones perpendiculares X e Y. Los elementos 11a, 11b amplificadores tienen guías de ondas de entrada distintas y guías de ondas de salida distintas a las que están conectadas respectivamente mediante las transiciones 14a, 14b de entrada y las transiciones 15a, 15b de salida, y respectivamente un eje de entrada y salida 18a, 18b orientado de acuerdo con una dirección Y perpendicular a la dirección de propagación X. Las dos guías 12a, 12b de onda de entrada respectivamente, las dos guías 13a, 13b de onda de salida de los dos elementos 11a, 11b amplificadores tienen longitudes La1, La2 respectivamente Lb1, Lb2 diferentes a lo largo del eje longitudinal de propagación X, pero la suma de las longitudes de las guías de onda de entrada y salida de un el mismo módulo amplificador es idéntica para todos los módulos amplificadores:

$$La1+La2 = Lb1+Lb2$$

Las dos guías 12a, 12b de ondas de entrada de los dos elementos 11a, 11b amplificadores están precedidas por un divisor 16 de potencia para dividir una señal de hiperfrecuencia, por ejemplo, en la banda 10,5 GHz y 14 GHz, dos componentes de entrada que se propagan en las dos guías 12a, 12b de ondas de conexión de entrada y las dos guías 13a, 13b de ondas de salida de los dos elementos 11a, 11b amplificadores están conectadas a un combinador 17 de potencia para recombinar las señales de hiperfrecuencias de salida amplificadas por cada elemento amplificador. Cada elemento amplificador consta de un circuito de polarización con capacidades 10 de desacoplamiento como se representa, por ejemplo, en la figura 3c que muestra cuatro módulos amplificadores combinados en una misma fila y que constituyen cuatro vías amplificadoras.

El divisor 16 de potencia está realizado de tecnología de guía de ondas metálica y consta de una guía de entrada y dos salidas en guía rectangular. El divisor puede ser de tipo "septum divider" (terminología anglosajona que quiere decir "divisor de tabique"). En este tipo de divisor, las dos guías de salida generalmente están separadas en el punto de división por una pared delgada que constituye el "septum" (término latino que quiere decir "tabique") que puede ser metálico o resistivo. El combinador 17 de potencia está realizado de tecnología de guía de ondas metálica y está constituido por una guía de dos entradas y de una salida en guía rectangular y puede ser de tipo "septum combiner" (combinador de tabique, en español). El divisor 16 y el combinador 17 de tipo "septum divider" y "septum combiner" permiten dividir y combinar las señales de hiperfrecuencias en un volumen reducido con pocas pérdidas. Siendo la suma de las longitudes de las guías de ondas de entrada 12a, 12b y de salida 13a, 13b idénticas para los dos módulos 41a, 41b amplificadores, las señales a la entrada del combinador están en fase y la recombinación de las señales amplificadas por las dos vías amplificadoras se realiza en fase sin la adición de un desplazador de fase. El número de módulos amplificadores combinados de esta manera no está limitado a dos.

Como se muestra en los diferentes esquemas y planos de sección de las figuras 3a a 3e que muestran cuatro módulos amplificadores combinados en una misma fila y que constituyen cuatro vías amplificadoras, es posible combinar un gran número de módulos amplificadores que constan de elementos amplificadores desplazados entre sí según las dos direcciones perpendiculares X e Y, estando las guías de ondas de entrada, respectivamente de salida, de los diferentes elementos amplificadores contiguas entre sí y que tienen diferentes longitudes de entrada y salida y tal como la suma de las longitudes de las guías de ondas entrada y salida de un mismo módulo amplificador es idéntica para todos módulos amplificadores. De este modo, en cada vía de amplificación, el camino eléctrico correspondiente a la guía de entrada es diferente del camino eléctrico correspondiente a la guía de salida, pero para todas las vías, la suma de los caminos eléctricos correspondientes a las guías de entrada y de salida de una misma vía es idéntica, lo que permite, en la salida, tener una fase idéntica para todas las señales y recombinar todas las señales de hiperfrecuencias en fase sin la adición de un desplazador de fase.

El modo de realización representado en la figura 3b muestra un dispositivo de amplificación que consta de un divisor 16 de entrada y un combinador 17 de salida de dos plantas. En este modo de realización, la señal de entrada se divide en dos etapas. En una primera etapa, la señal se distribuye entre dos guías 31, 32 de ondas rectangulares intermedias, luego, en una segunda etapa, propagándose cada una de las señales en las dos guías 31, 32 de ondas rectangulares intermedias están de nuevo divididas en dos y distribuidas en las cuatro guías de ondas de conexión de entrada 12 de los cuatro elementos 11 amplificadores. AL nivel del combinador 17 de salida, las cuatro señales amplificadas por las cuatro vías de amplificación se combinan de dos en dos en fase en dos etapas. En una primera etapa, las cuatro señales de salida que se propagan en las cuatro guías 13 de conexión de salida de los amplificadores 11 se recombinan en fase en dos guías 33, 34 de ondas rectangulares intermedias de salida, luego, en una segunda etapa, propagándose cada una de las señales en las dos guías 33, 34 de ondas rectangulares intermedias se combinan de nuevo en fase en la guía 17 de ondas de salida del combinador.

Según una primera variante de realización de la invención, los módulos amplificadores de la figura 3a se pueden reagrupar por pares, estando dispuestos los módulos de cada par en dos placas 21, 22 distintas y superpuestos como se muestra en las vistas en sección transversal a lo largo del plano de sección I-I y el plano de sección J-J de las figuras 4a y 4b. En ese caso, cada par tiene dos módulos 23, 24 amplificadores superpuestos que tienen una guía de ondas de conexión de entrada y una guía de ondas de conexión de salida en común. Una misma guía de ondas de conexión de entrada excita, por lo tanto, dos amplificadores básicos a través de dos transiciones de entrada. En la salida, los dos amplificadores básicos están conectados respectivamente a la misma guía de conexión de salida a través de dos transiciones de salida. Poner frente a frente dos placas permite evacuar el flujo térmico hacia el exterior. De la misma manera, es posible reagrupar un número de módulos amplificadores superior a dos, estando los módulos reagrupados dispuestos en placas distintas y superpuestas unos encima de los otros.

Un tercer ejemplo representado esquemáticamente en la figura 5a muestra un dispositivo de amplificación que comprende cuatro módulos amplificadores combinados en una misma placa, según una segunda variante de realización de la invención.

Los cuatro módulos amplificadores se combinan de dos en dos en dos filas 41, 42 de amplificación distintas paralelas al eje de propagación, constando cada fila de amplificación del mismo número de vías amplificadoras, por ejemplo, dos vías como en la figura 5a, constando cada vía amplificadora de un módulo amplificador. El dispositivo de amplificación consta de un primer divisor 40 de potencia de entrada, de tipo plana, cuyo acceso se efectúa a través de una entrada de tipo microbanda y que permite dividir una señal 1 de hiperfrecuencia de entrada en dos componentes para iluminar dos guías de ondas rectangulares de entrada conectadas respectivamente a una de las dos filas de amplificación, a través de dos transiciones 43, 44. Alternativamente, el divisor 40 de potencia podría ser un tabique divisor. En cada fila 41, 42 de amplificación, las dos vías amplificadoras están precedidas por un segundo divisor 16a, 16b de potencia que tiene dos salidas conectadas respectivamente a cada guía 12 de ondas de conexión de entrada de los correspondientes módulos 41a, 41b, 42a, 42b amplificadores correspondientes. El segundo divisor 16a, 16b de potencia, por ejemplo, de tipo septum divider, permite dividir una segunda vez el componente de la señal de hiperfrecuencia procedente de una de las transiciones 43, 44 en dos nuevos componentes que se propagan respectivamente en las dos guías 12 de ondas de conexión de entrada de las dos vías amplificadoras correspondientes. Los dos módulos 41a, 41b amplificadores de las dos vías amplificadoras de la primera fila 41 están montados simétricamente con respecto a los dos módulos 42a, 42b amplificadores de la segunda fila 42, a cada lado de un eje 45 de simetría paralelo a la dirección de propagación X. Cada módulo 41a, 41b amplificador de la primera fila 41 consta de un elemento 11a, 11b amplificador que tiene un eje de entrada y salida 18a, 18b orientado de acuerdo con la dirección Y y alineado respectivamente con un eje de entrada y salida 20a, 20b de un elemento 19a, 19b amplificador de un módulo 42a, 42b amplificador de la segunda fila 42. Las guías de ondas de conexión de salida 13 de todos los elementos amplificadores de las dos filas están separadas y contiguas entre sí, permitiendo la recombinación de fase de todas las señales de salida del combinador 17 de potencia de salida común a todas las guías de ondas de salida de las dos filas 41, 42.

Las señales se propagan en las guías 12 de ondas de conexión rectangulares desde las transiciones de salida 43, 44 del divisor 40 de entrada y después de la división a través del segundo divisor 16a, 16b de cada fila 41, 42 para introducir los elementos 14 de transiciones de entradas de los módulos 41a, 41b, 42a, 42b amplificadores. Después de la amplificación, las señales se propagan en las guías de ondas de conexión de salida al combinador 17 de potencia donde se recombinan en fase.

El número de módulos amplificadores en cada fila no está limitado a dos. Como se muestra en la figura 5b que muestra una combinación de cuatro módulos 41i, 42i amplificadores por fila 41, 42, es posible combinar un gran número de módulos amplificadores en cada fila.

5 En el modo de realización representado en la figura 6, el dispositivo de amplificación consta de porciones de guías 55 de adaptación colocadas en las guías de ondas de conexión de entrada y salida justo aguas arriba y aguas abajo de cada elemento amplificador. Además, el divisor 16 de entrada y el combinador 17 comprenden cada uno un tabique resistivo que extiende, en la entrada y en la salida, las paredes 48 metálicas que separan las guías de ondas rectangulares de conexión. Como se representa, por ejemplo, en la figura 7a, cada tabique consta de al menos una pared 51 provista de una superficie resistiva cuya función es asegurar el aislamiento entre los módulos
10 amplificadores con el fin de mejorar la estabilidad eléctrica del dispositivo de amplificación y simplificar el ajuste de su fase puesto que permite ajustar cada módulo amplificador por separado de los otros módulos. La superficie resistiva puede consistir en una película resistiva colocada en un plano de simetría entre dos sustratos 46, 47 idénticos, por ejemplo, cerámica tal como alúmina o nitruro de aluminio. Como se muestra en la figura 7b, en el tabique de una sola planta, las superficies resistivas de las paredes 51 están todas montadas a la misma distancia
15 de la entrada 50 del combinador o del divisor.

Alternativamente, para un dispositivo de amplificación que consta de más de dos módulos amplificadores en una misma fila, como el ejemplo representado en la figura 3b, es posible usar un tabique que consta de varias plantas, por ejemplo, dos plantas como se muestra por el combinador de la figura 7c, constando de unas primeras paredes 52 provistas de películas resistivas dispuestas a una distancia predeterminada de la entrada 50 del combinador, y
20 otras paredes 53 provistas de películas resistivas dispuestas de manera desplazada y retraída de las películas resistivas de las primeras paredes 52. Un divisor que consta de un tabique tiene una configuración similar invirtiendo la entrada y la salida con respecto al combinador. El tabique de dos plantas del divisor 16 realiza una división de la señal de entrada en dos etapas sucesivas que permiten obtener cuatro componentes de la señal, dirigiéndose cada componente a una de las cuatro guías de conexión de entrada de cuatro módulos de amplificación: una primera división de la señal en dos componentes se realiza gracias a una primera pared 52 de la primera planta del tabique, seguida por una segunda división de cada componente en otros dos componentes a través de otras dos paredes 53 de la segunda planta del tabique. En las guías 13 de salida, el combinador 17 también consta de un tabique de dos plantas que permite recombinar las señales en dos etapas sucesivas gracias a las paredes 53, 52 del tabique. El número de paredes del tabique del divisor y el combinador no está limitado a tres, como representa muestra en las
30 realizaciones ejemplares, sino que se puede adaptar en función del número de componentes de señal deseados para las diferentes vías amplificadoras del dispositivo de amplificación.

El ajuste de fase puede lograrse mediante elementos 54 de ajuste de fase montados en cada una de las guías 12 de conexión de entrada para controlar la fase relativa entre las señales que se propagan en las guías 12 de ondas de conexión para garantizar una recombinación en fase de estas señales en la guía de ondas de salida una vez
35 amplificadas por los módulos amplificadores. Esta funcionalidad permite minimizar las pérdidas de combinación al eliminar las pérdidas inducidas por un desequilibrio de fase de las señales combinadas debido a las tolerancias de fabricación. Los elementos 54 de ajuste de fase pueden estar realizados, por ejemplo, por elementos dieléctricos de diversas formas. Alternativamente, los elementos de desplazamiento de fase pueden ser desplazadores de fase de láminas o de troncos dieléctricos ajustables por tornillos micrométricos. Las profundidades de empotramiento de estos elementos dieléctricos en las guías 12 de conexión permiten entonces actuar sobre las fases de las señales que se propagan en las guías 12 de conexión.
40

Las transiciones de entrada y/o salida pueden realizarse, por ejemplo, usando una línea 60 con aletas provista de una ranura 61 asociada a una línea 62 de microbanda como se muestra en la figura 8a. La señal que se propaga en la guía de ondas de conexión de entrada es captada por una antena 64 de Vivaldi formada en la cara inferior del sustrato 63. Los bordes de metalización en la cara inferior del sustrato 63 están representados por líneas de puntos. En la salida de la antena Vivaldi, un terminal 65 $\lambda/4$ de circuito abierto y un orificio 66 metalizado que conecta las dos caras metalizadas del sustrato hacen posible cambiar del modo de ranura al modo de microbanda que se propaga en la línea 62 de microcinta.
45

Alternativamente, como se muestra en la figura 8b, las transiciones se pueden realizar usando un émbolo 70 que consta de una línea 67 de metalización colocada sobre un sustrato 68 o, como se muestra en la figura 8c, usando un émbolo mecánico 75 que usa una perla 69 de vidrio, un cilindro 71 que extiende el núcleo de la perla de vidrio y un dieléctrico 72 que contribuye a la adaptación de la transición.
50

Alternativamente, es posible combinar, en la entrada y en la salida, dos tipos diferentes de transiciones. Por ejemplo, como se muestra en la figura 8d, es posible usar una transición de entrada que consta de una línea 60 de aletas y una transición de salida que tiene un émbolo 70 montado en un sustrato. En esta figura, la entrada 73 y la salida 74 del elemento amplificador no están en el mismo eje.
55

La figura 9 muestra un ejemplo de un dispositivo de alimentación que puede aplicarse a la entrada del dispositivo de amplificación de potencia de volumen reducido. El dispositivo de alimentación consta de un dispositivo 80 optoelectrónico, por ejemplo, de tipo de fotodiodo o fotodiodo con amplificador, que recibe, a través de una fibra 81 óptica, una señal luminosa modulada por una señal de RF a amplificar. Después de la detección por el dispositivo de fotodiodo, la señal de RF se transmite en la entrada del divisor de potencia a través de una transición 82.
60

ES 2 692 814 T3

La solución propuesta en la presente descripción hace que sea posible combinar un gran número de módulos amplificadores, por ejemplo, ocho amplificadores, en una o varias filas y en una o varias placas en una malla de antenas del orden de seis centímetros con:

- 5 • pérdidas de inserción muy bajas del divisor y del combinador para no degradar el rendimiento de la potencia añadida del dispositivo;
- una salida de guía de ondas rectangular para ser directamente compatible con la interfaz de los circuitos colocados aguas abajo;
- una entrada de tecnología plana que permite una mejor compatibilidad con los circuitos colocados aguas arriba;
- 10 • suficiente espacio alrededor de los amplificadores para poder colocar las capacidades de desacoplamiento necesarios para la estabilidad eléctrica del amplificador;
- una muy buena gestión térmica para respetar las restricciones espaciales en las temperaturas de unión de los semiconductores;
- un volumen reducido para minimizar el peso del equipo;
- 15 • una facilidad de ensamblaje que permite ofrecer una solución de bajo costo.
- una posible compatibilidad con los sistemas de transporte de las señales de RF de fibra óptica.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de amplificación de volumen reducido que comprende al menos una placa paralela a un plano XY y N módulos (41a, 41b) amplificadores montados en la placa, en el que N es superior a uno, comprendiendo cada módulo (41a, 41b) amplificador por orden de conexión, una guía (12a, 12b) de ondas de conexión de entrada, una transición (14a, 14b) de entrada, un elemento (11a, 11b) amplificador, una transición (15a, 15b) de salida, y una guía (13a, 13b) de ondas de conexión de salida, estando la guía (12a, 12b) de ondas de conexión de entrada y la guía (13a, 13b) de ondas de conexión de salida orientadas según una misma dirección X correspondiente a una dirección de propagación longitudinal, teniendo el elemento (11a, 11b) amplificador un eje (18a, 18b) de entrada y de salida orientado según una dirección Y perpendicular a la dirección de propagación X, teniendo las guías de ondas de conexión de entrada (12a, 12b) y salida (13a, 13b) paredes metálicas, comprendiendo el dispositivo de amplificación, además, de un divisor (16) de potencia de entrada y un combinador (17) de potencia de salida con tecnología de guía de ondas metálica, comprendiendo el divisor (16) de potencia y el combinador (17) de potencia cada uno, al menos de un tabique (51) resistivo, y porque los tabiques del divisor de potencia y el combinador de potencia extienden respectivamente paredes (48) metálicas que separan las N guías (12a, 12b, 13a, 13b) de ondas de conexión de entrada y salida de los elementos (11a, 11b) amplificadores, siendo la suma de las longitudes de la guía de ondas de entrada y de la guía de ondas de salida de cada módulo amplificador idéntica para los N módulos amplificadores, estando el dispositivo de amplificación **caracterizado porque** los elementos (11a, 11b) amplificadores están montados paralelos entre sí en al menos una fila (41) y desplazados uno con respecto al otro según las dos direcciones perpendiculares X e Y y **porque** las guías (12a, 12b) de ondas de entrada, respectivamente las guías (13a, 13b) de ondas de salida, de los elementos (11a, 11b) amplificadores de la fila (41) son contiguas entre sí.
2. Dispositivo de amplificación según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las guías (12a, 12b, 13a, 13b) de ondas de conexión de entrada y salida son guías de ondas metálicas de sección rectangular.
3. Dispositivo de amplificación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende dos filas (41, 42) de amplificación distintas, comprendiendo cada fila de amplificación el mismo número de módulos (41a, 41b, 42a, 42b) amplificadores, estando los módulos (41a, 41b) amplificadores de la primera fila (41) montados simétricamente con respecto a los módulos (42a, 42b) amplificadores de la segunda fila (42), a cada lado de un eje (45) de simetría paralelo a la dirección de propagación.
4. Dispositivo de amplificación según la reivindicación 3, **caracterizado porque** cada módulo (41a, 41b) amplificador de la primera fila (41) comprende un elemento (11a, 11b) amplificador que tiene un eje de entrada y salida (18a, 18b) orientado de acuerdo con la dirección Y y alineado respectivamente con un eje de entrada y salida (20a, 20b) de un elemento (19a, 19b) amplificador de un módulo (42a, 42b) amplificador de la segunda fila (42).
5. Dispositivo de amplificación según la reivindicación 4, **caracterizado porque** las guías (13) de ondas de conexión de salida de los elementos amplificadores de todos los módulos (41a, 41b, 42a, 42b) amplificadores de las dos filas (41, 42) son distintas, contiguas entre sí y conectadas a un combinador (17) de potencia de salida, común a todas las guías (13) de ondas de conexión de salida.
6. Dispositivo de amplificación según una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado porque** comprende un primer divisor (40) de potencia de entrada que tiene dos salidas conectadas respectivamente a las dos filas (41, 42) de amplificación, a través de dos transiciones (43, 44) y **porque** cada fila de amplificación (41, 42) comprende un segundo divisor de potencia (16a, 16b) que tiene salidas conectadas respectivamente a cada guía (12) de ondas de conexión de entrada de los módulos (41a, 41b, 42a, 42b) amplificadores correspondientes.
7. Dispositivo de amplificación según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el primer divisor (40) de potencia de entrada tiene una entrada de tipo microbanda.
8. Dispositivo de amplificación según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende al menos dos módulos (23, 24) amplificadores superpuestos uno encima del otro, estando los dos módulos amplificadores dispuestos en al menos dos placas (21, 22) distintas, superpuestos uno encima del otro y comprendiendo un mismo número de módulos (23, 24) amplificadores y **porque** los dos módulos (23, 24) amplificadores superpuestos tienen una guía de entrada y una guía de salida en común.
9. Dispositivo de amplificación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los elementos (14a, 14b, 15a, 15b, 43, 44) de transiciones se seleccionan de entre líneas (60) con aletas, o émbolos (70) que comprenden una línea (67) de metalización colocada sobre un sustrato (68), o émbolos (75) mecánicos que usan una perla (69) de vidrio.
10. Dispositivo de amplificación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el divisor de potencia y el combinador de potencia son guías de ondas metálicas de sección rectangular.
11. Dispositivo de amplificación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada guía (12) de onda de conexión de entrada está equipada con un elemento (54) de ajuste de fase.

12. Dispositivo de amplificación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende un dispositivo (80) de alimentación optoelectrónico conectado en la entrada del dispositivo de amplificación a través de una fibra (81) óptica y de una transición (82).

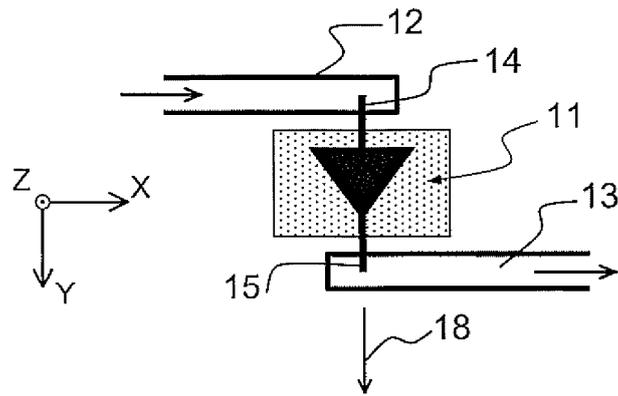


FIG. 1

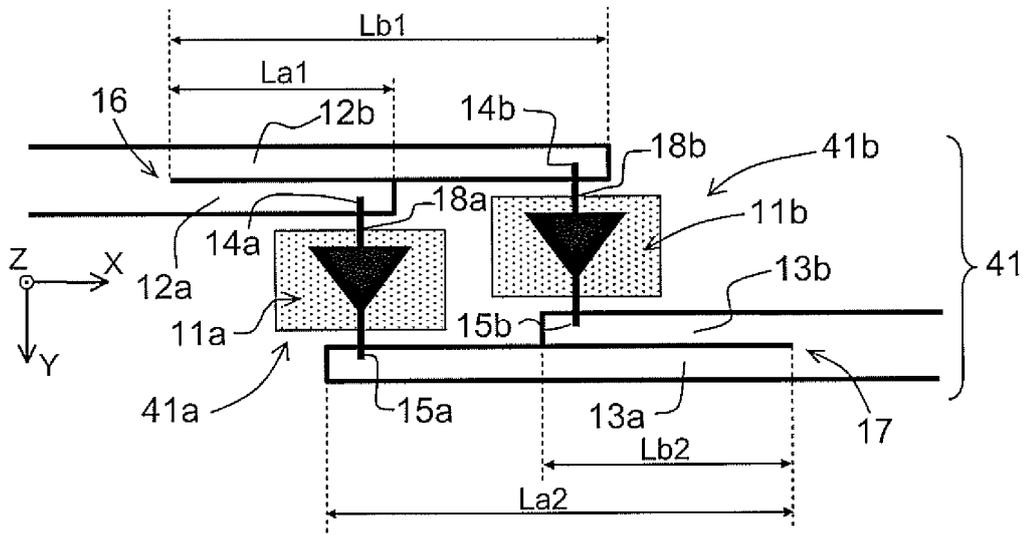


FIG. 2

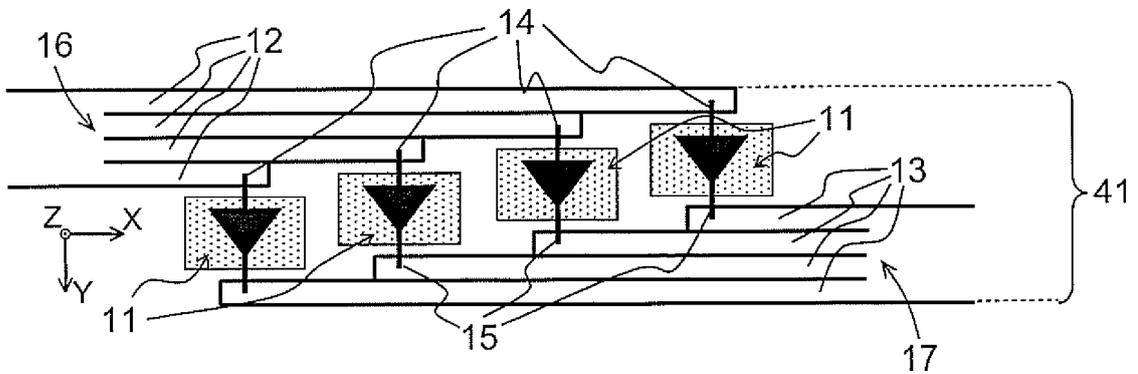


FIG. 3a

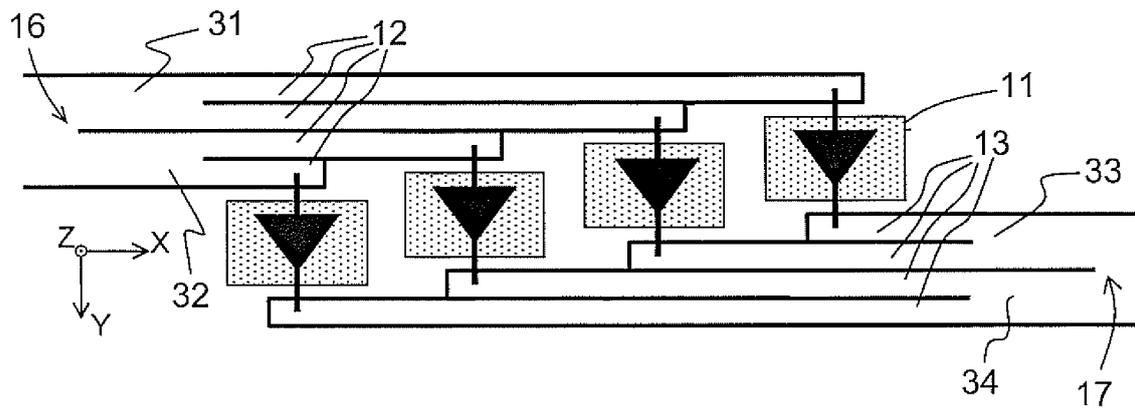


FIG.3b

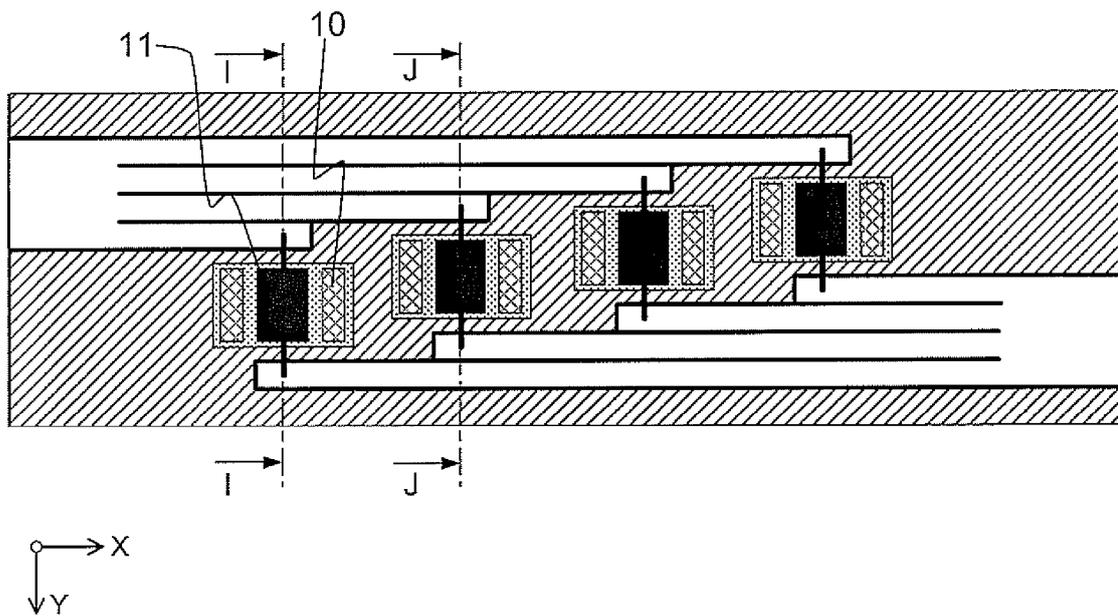


FIG.3c

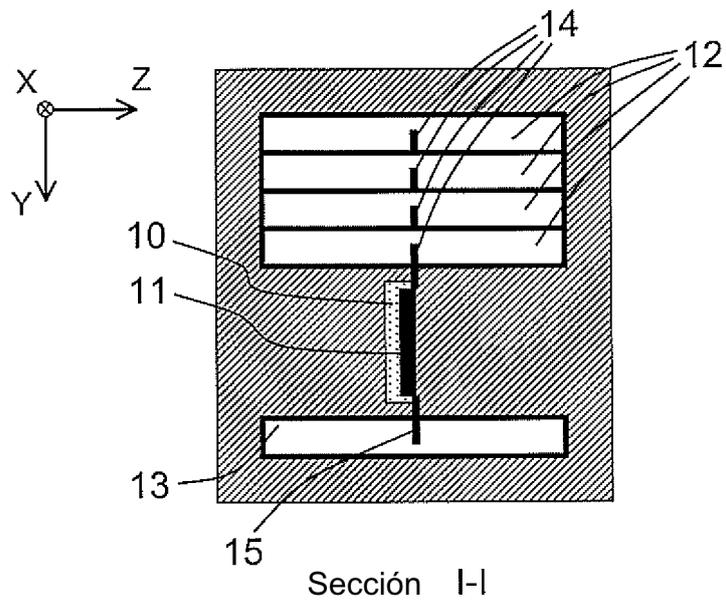


FIG.3d

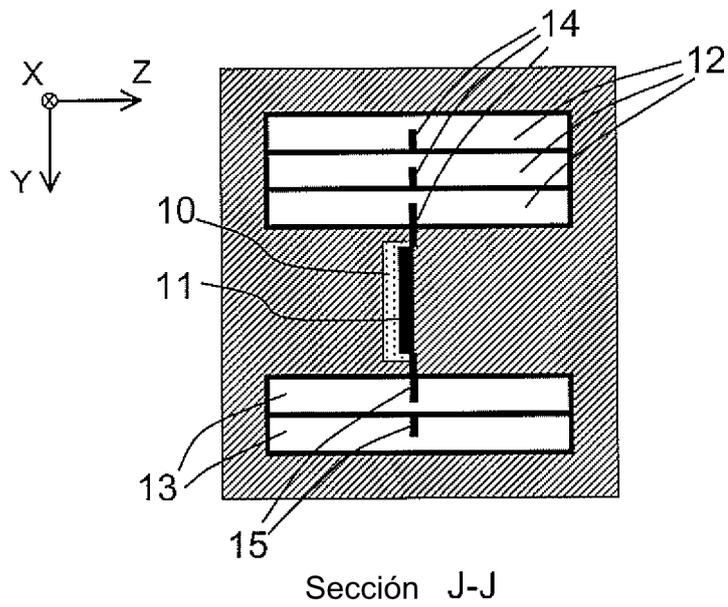


FIG.3e

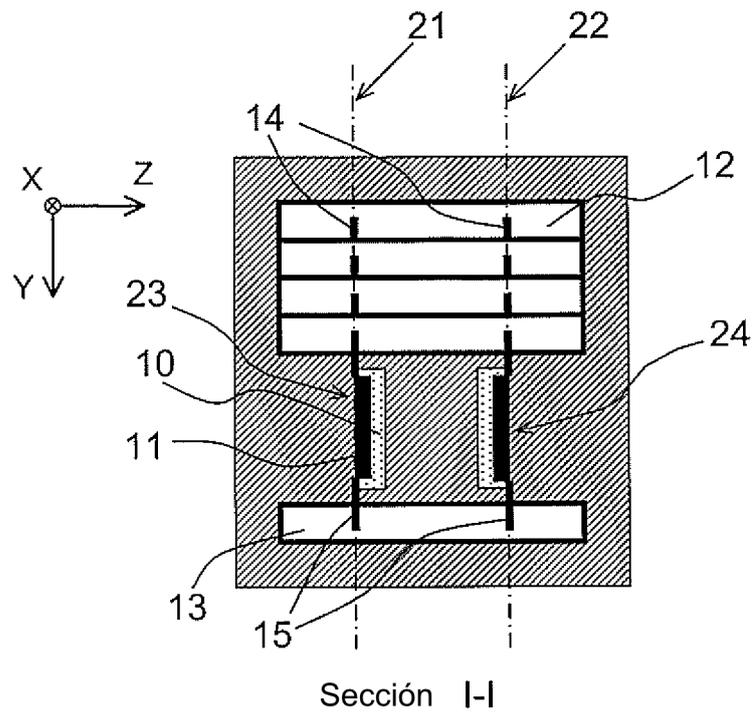


FIG.4a

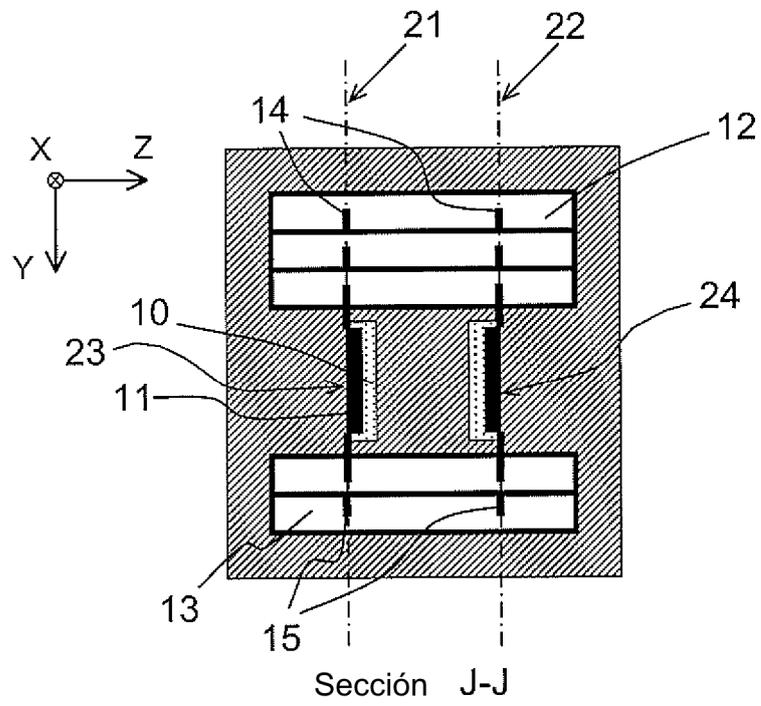


FIG.4b

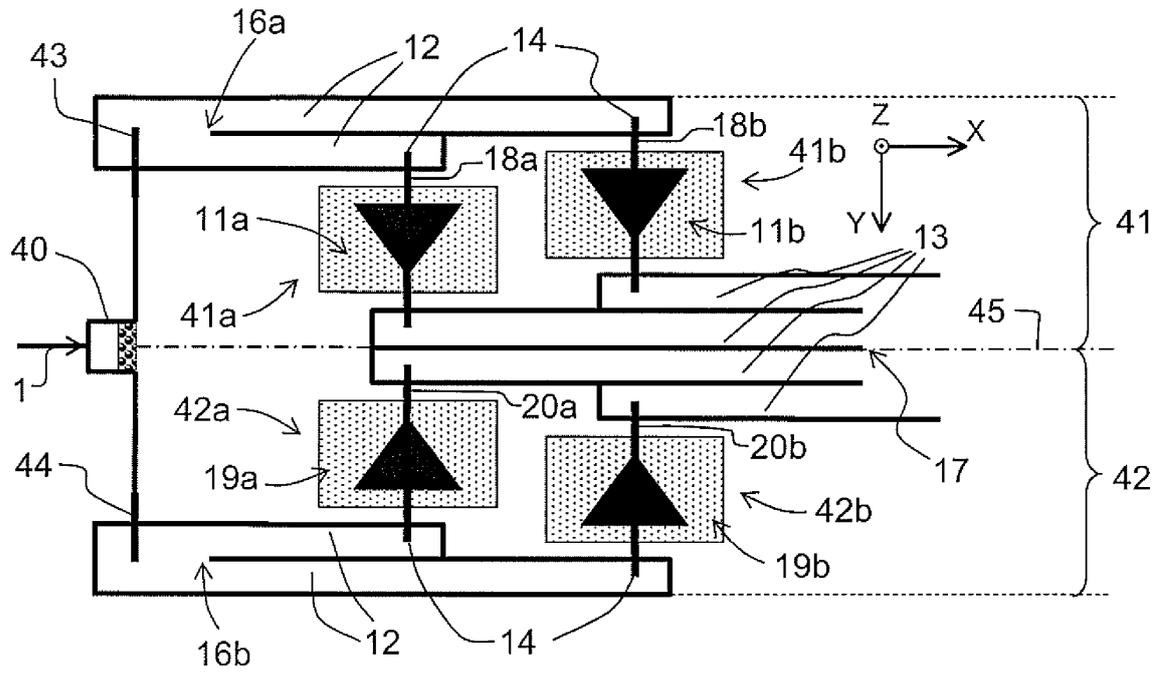


FIG. 5a

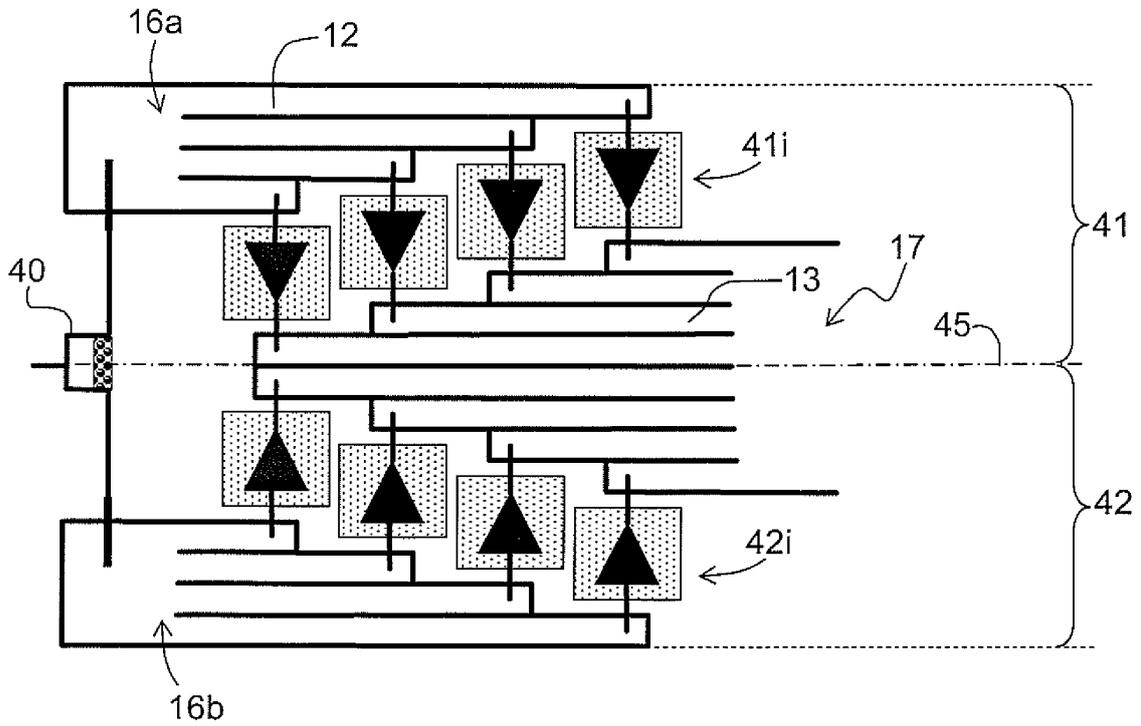


FIG. 5b

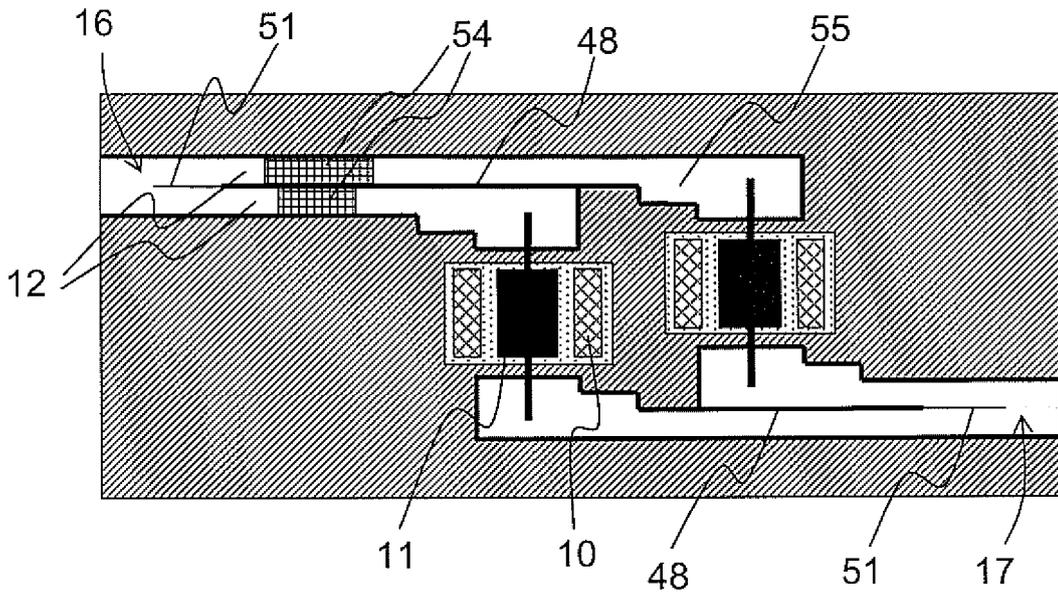


FIG.6

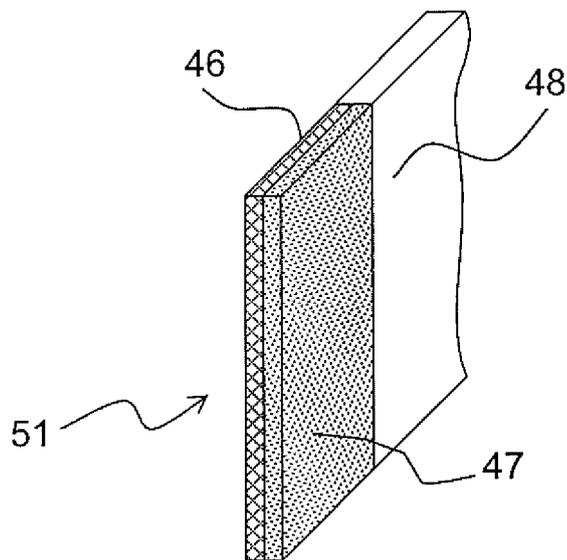


FIG.7a

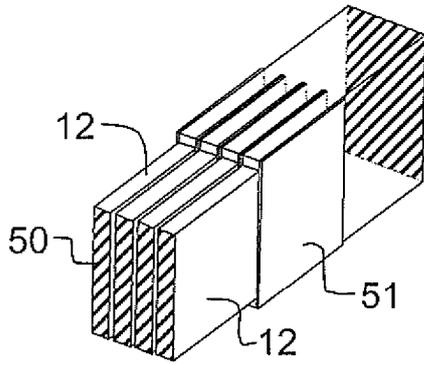


FIG. 7b

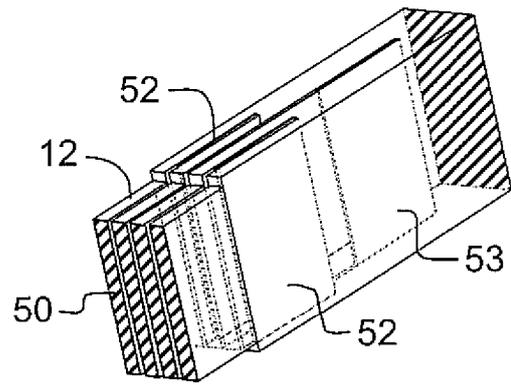


FIG. 7c

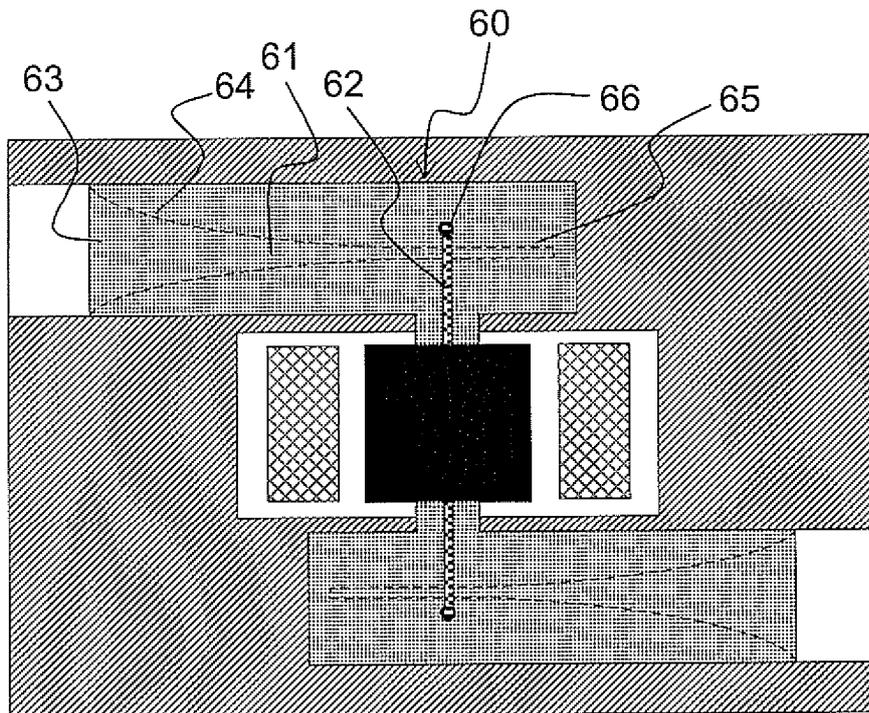


FIG. 8a

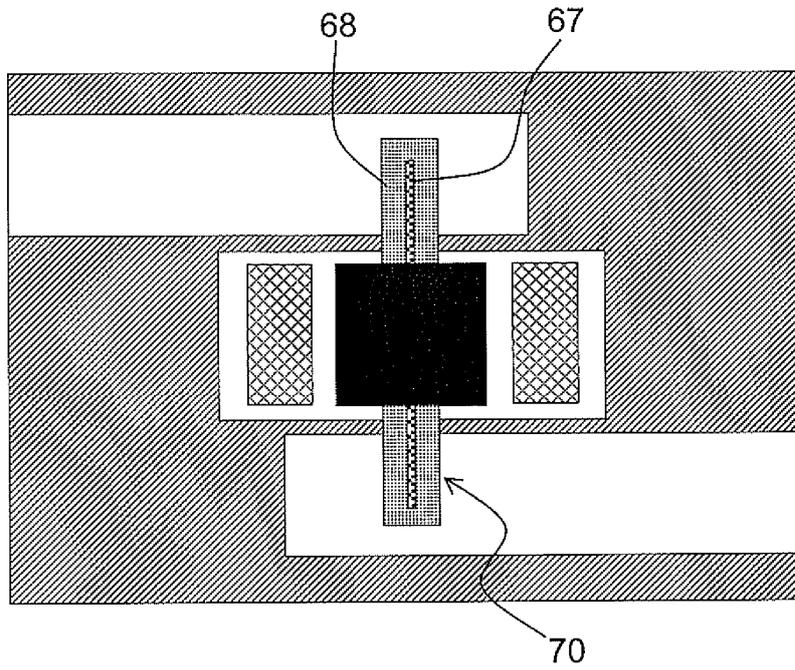


FIG.8b

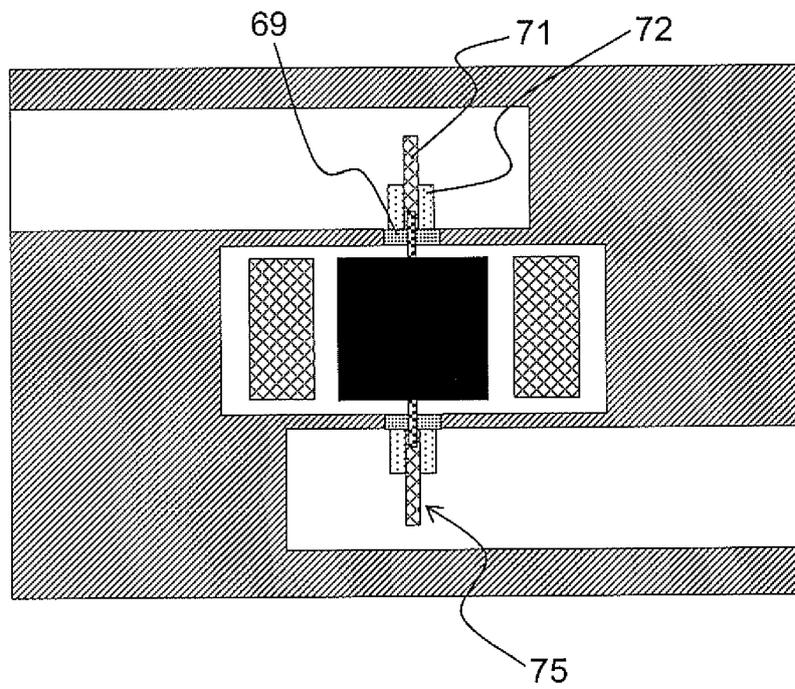


FIG.8c

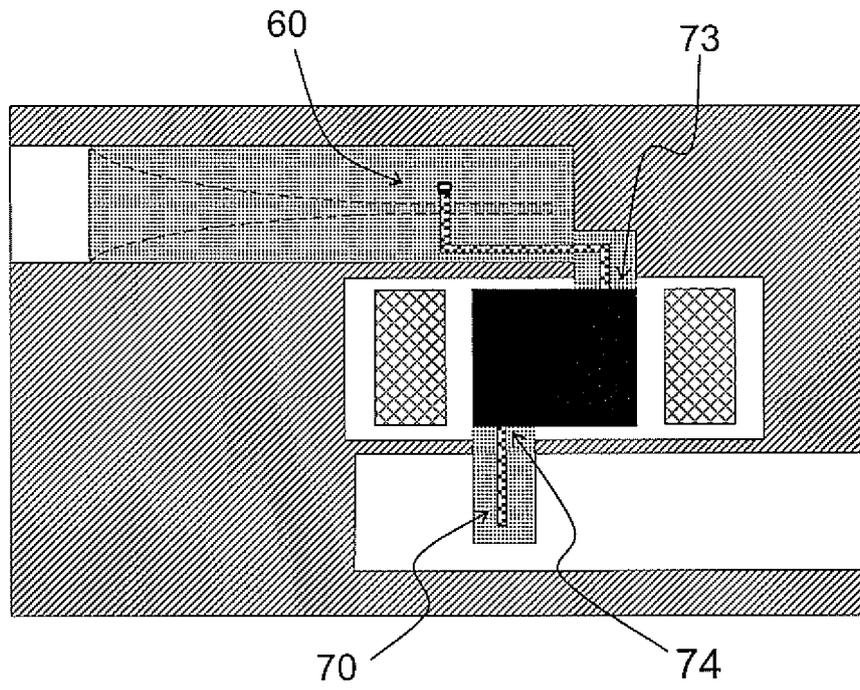


FIG.8d

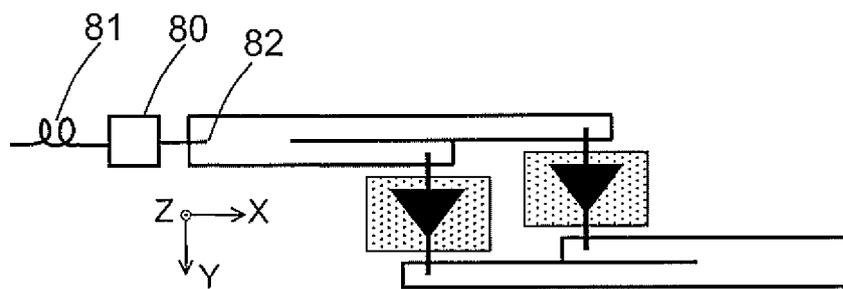


FIG.9