

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 375**

51 Int. Cl.:

**H04L 25/02** (2006.01)

**H04B 1/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2012 PCT/GB2012/051794**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2013 WO13017845**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2012 E 12753790 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2737633**

54 Título: **Comunicación por radiofrecuencia**

30 Prioridad:

**29.07.2011 GB 201113130**

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

**22.11.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SMITH, ANDREW JAMES y  
NEWMAN, MARK TREVOR**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 643 375 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

Comunicación por radiofrecuencia

### SECTOR TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

5 La presente invención se refiere a comunicación por radiofrecuencia (RF). La presente invención se refiere asimismo a un circuito de módem analógico para utilizar entre un receptor de RF y un circuito de módem digital. La presente invención se refiere asimismo a un procedimiento de recuperación de portadora.

### ANTECEDENTES

Es bien conocida la comunicación por radiofrecuencia (RF), incluyendo comunicación punto a punto de RF.

10 Para aplicaciones de emisiones exteriores, existen muchos escenarios en los que se requiere que múltiples unidades de comunicación, cada una acoplada a una respectiva cámara de televisión, transmitan datos de video a una unidad central de comunicación de producción (y en ocasiones que funcionen de manera bidireccional, es decir, reciban asimismo datos de video transmitidos por la unidad central de comunicación de producción).

15 Es conocido que las transmisiones en una banda de frecuencia de 57 a 64 GHz situada en torno a 60 GHz experimentan una fuerte absorción atmosférica, y que en el R.U. y otros países estas frecuencias forman una "banda no licenciada". Sin embargo, el equipo tiene que ser conforme con las especificaciones técnicas normativas relevantes para garantizar que no se proporciona interferencia a los que funcionan dentro de bandas adyacentes con licencia. Esta banda de frecuencia es asimismo potencialmente atractiva para comunicación punto a punto debido a  
20 la fuerte absorción atmosférica que limita la interferencia de otras señales. Sin embargo, convencionalmente dichas características conducirían asimismo a dificultades para conseguir las distancias de transmisión deseadas, por ejemplo, para aplicaciones de emisiones exteriores, especialmente si se desea que un aparato de modulación, transmisión y recepción sea de tamaño relativamente pequeño, por razones de portabilidad y similares. Esta dificultad se agrava al aumentar las velocidades de datos de video, por ejemplo, si se deseara llevar a cabo  
25 transmisión punto a punto de señales de video no comprimidas (1,485 gigabits/segundo) de la interfaz digital en serie (SDI, Serial Digital Interface) de alta definición (HD, High Definition).

Por ejemplo, los módulos de transmisor y módulos de receptor convencionales para interactuar con circuitos integrados de transmisor y receptor (es decir, chips) y otros elementos, que utilizan conexiones de guía de ondas discretas y similares, con estrictos requisitos acordes de separación electromagnética a 60 GHz, tienden a ser  
30 voluminosos e incómodos.

Asimismo, con respecto a conseguir un rendimiento a distancia relativamente larga (por ejemplo >1km), los diseños convencionales de módem analógico limitan habitualmente el rendimiento cuando funcionan en un canal que sufre desvanecimiento. Una solución de módem totalmente digital puede ofrecer un mejor rendimiento pero tendría una serie de inconvenientes en términos de tamaño, peso, consumo de energía y coste.

35 Se da a conocer un ejemplo de la técnica anterior en la memoria US 2007/160168 A1.

### COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

En un primer aspecto, la presente invención da a conocer un circuito de módem analógico para su utilización entre un receptor de radiofrecuencia, RF, y un circuito de módem digital; comprendiendo el circuito de módem analógico:  
40 entradas para recibir una señal de entrada de RF de banda base de un receptor de RF; un convertidor elevador con frecuencia suministrada por un oscilador controlado por tensión, VCO, del convertidor elevador; un convertidor reductor con frecuencia suministrada por un VCO del convertidor reductor; un submódulo de bucle de Costas; y salidas para entregar salidas de banda base del convertidor reductor a un circuito de módem digital, en el que: el convertidor elevador alimenta el convertidor reductor, y el módulo de bucle de Costas lleva a cabo funcionalidad de bucle de Costas sobre la salida del convertidor reductor para controlar la salida de frecuencia de VCO del  
45 convertidor elevador, con el fin de controlar de ese modo la modificación de la rotación de los símbolos de la señal de banda base cuando ésta es sometida a conversión elevadora y a continuación a conversión reductora para proporcionar las salidas de banda base.

Por lo menos uno de los VCO puede estar controlado en función de una diferencia de frecuencia residual entre los dos VCO a la salida del convertidor reductor, en el momento en que se está iniciando la funcionalidad de bucle de Costas.  
50

El control se puede llevar a cabo en un primer intento de bloqueo de la funcionalidad de bucle de Costas.

El control se puede llevar a cabo en una etapa de recalibración de la funcionalidad de bucle de Costas.

La diferencia de frecuencia residual se puede determinar cuando se mantienen las entradas de banda base a niveles fijos, representando un símbolo fijo.

El circuito de módem analógico puede comprender además un filtro de banda base complejo con una pendiente de frecuencia-amplitud constante, donde la frecuencia residual se determina comparando niveles de señal antes y después del filtro.

- 5 En otro aspecto, la presente invención da a conocer un procedimiento de recuperación de portadora realizado por un circuito de módem analógico, para su utilización entre un receptor de radiofrecuencia, RF, y un circuito de módem digital; comprendiendo el procedimiento: recibir una señal de entrada de RF de banda base desde un receptor de RF en entradas del circuito de módem analógico; suministrar, mediante un oscilador controlado por tensión, VCO, del convertidor elevador una frecuencia a un convertidor elevador; suministrar, mediante un VCO del convertidor reductor, una frecuencia a un convertidor reductor; alimentar el convertidor reductor mediante el convertidor elevador; llevar a cabo mediante un módulo de bucle de Costas la funcionalidad de bucle de Costas a la salida del convertidor reductor para controlar la salida de frecuencia del VCO del convertidor elevador, con el fin de controlar de ese modo la modificación de la rotación de los símbolos de la señal de banda base cuando ésta es sometida a conversión elevadora y a continuación a conversión reductora para proporcionar salidas de banda base; y entregando las salidas del circuito de módem analógico las salidas de banda base.
- 10
- 15 Por lo menos uno de los VCO puede estar controlado en función de una diferencia de frecuencia residual entre los dos VCO a la salida del convertidor reductor, en el momento en el que se está iniciando la funcionalidad de bucle de Costas.

El control se puede llevar a cabo en un primer intento de bloqueo de la funcionalidad de bucle de Costas.

El control se puede llevar a cabo en una etapa de recalibración de la funcionalidad de bucle de Costas.

- 20 La diferencia de frecuencia residual se puede determinar cuando se mantienen las entradas de banda base a niveles fijos, que representan un símbolo fijo.

La diferencia de frecuencia residual se puede determinar comparando niveles de señal antes y después de un filtro de banda base complejo.

- 25 En otro aspecto, la presente invención da a conocer uno o varios procesadores dispuestos para funcionar de acuerdo con un procedimiento de cualquiera de los aspectos anteriores o siguientes.

En otro aspecto, la presente invención da a conocer un circuito de módem analógico y un procedimiento de recuperación de portadora para su utilización entre un receptor de RF y un circuito de módem digital; que comprende: recibir una señal de entrada de RF de banda base; un convertidor elevador con frecuencia suministrada por un oscilador controlado por tensión, VCO, del convertidor elevador; un convertidor reductor con frecuencia suministrada por un VCO del convertidor reductor; un submódulo de bucle de Costas; y entregar salidas de banda base desde el convertidor reductor a un circuito de módem digital; en el que: el convertidor elevador alimenta el convertidor reductor, y el módulo de bucle de Costas lleva a cabo funcionalidad de bucle de Costas sobre la salida del convertidor reductor para controlar la salida de frecuencia del VCO del convertidor elevador con el fin de controlar de ese modo la modificación de la rotación de los símbolos de la señal de banda base.

- 30
- 35 Uno o ambos VCO pueden estar controlados en función de una diferencia de frecuencia residual entre los VCO cuando se está iniciando la funcionalidad de bucle de Costas.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de un escenario de emisión exterior a modo de ejemplo, en el que se puede utilizar un sistema de comunicación inalámbrica;

- 40 la figura 2 es un diagrama esquemático de bloques de ciertos detalles de una unidad de comunicación de la cámara del sistema de comunicación inalámbrica de la figura 1;

la figura 3 es una ilustración esquemática simplificada (no a escala) de los principales detalles físicos de construcción de la unidad de comunicación de la cámara de la figura 2;

- 45 la figura 4 es una ilustración esquemática en vista amplificada con las piezas desmontadas (no a escala) que muestra detalles adicionales de ciertas partes integrantes de un transceptor de la unidad de comunicación de la cámara de la figura 2;

la figura 5 es una ilustración esquemática simplificada (no a escala) que muestra detalles adicionales de una longitud de ejemplo (en sección transversal) de una placa de RF de la unidad de comunicación de la cámara de la figura 2;

la figura 6A es una vista en perspectiva de un diplexor de la unidad de comunicación de la cámara de la figura 2;

- 50 la figura 6B muestra (esquemáticamente y no a escala) una vista en sección transversal de las características internas del diplexor de la figura 6A;

la figura 7 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en planta superior de una disposición de transición del receptor;

la figura 8 es una ilustración esquemática en perspectiva (no a escala) de ciertos elementos de la disposición de transición del receptor de la figura 7;

- 5 la figura 9 es otra vista esquemática en sección transversal (no a escala) de la placa de RF de la unidad de comunicación de la cámara de la figura 2;

la figura 10 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en planta superior de una disposición de transición del receptor;

- 10 las figuras 11A y 11B son ilustraciones esquemáticas (no a escala) de una vista en planta superior de una disposición de transición del elemento de acoplamiento de RF (que se puede denominar asimismo un elemento de sonda de RF) del transmisor diferencial; y

la figura 12 es un diagrama de circuito que muestra ciertos elementos de un circuito analógico del módem de recepción de la unidad de comunicación de la cámara de la figura 2.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 15 La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de un escenario de emisiones exteriores a modo de ejemplo, en el que se puede utilizar una primera realización de un sistema de comunicación inalámbrica 1. En este escenario, la emisión exterior es una carrera de automovilismo realizada en un circuito 2. El sistema de comunicación inalámbrica 1 comprende una serie de cámaras de televisión 4. Cada cámara de televisión 4 comprende, además de funcionalidad de cámara de video, una respectiva pantalla 5. Cada cámara de televisión 4 y pantalla 5 está acoplada a una respectiva unidad de comunicación inalámbrica 6 de la cámara. (En otras realizaciones, para parte o la totalidad de los pares cámara de televisión 4 - unidad de comunicación de la cámara 6, la pantalla 5 puede ser independiente de la cámara de televisión 4 y estar en cambio acoplada directamente a la unidad de comunicación de la cámara 6. En otras realizaciones, parte o la totalidad de los pares cámara de televisión 4 - unidad de comunicación de la cámara 6 pueden no incluir, ni estar acoplados a una pantalla para visualizar señales de video recibidas, incluso si la unidad de comunicación de la cámara 6 puede recibir y procesar dichas señales).

- 20 El sistema de comunicación 1 comprende además una unidad de comunicación inalámbrica 8 de producción. La unidad de comunicación de producción 6 está acoplada a una unidad de emisión 10. La unidad de emisión 10 comprende, además de funcionalidad de emisión, una pantalla 5. Cada una de las unidades de comunicación de cámara 6 comprende una respectiva antena 12, y en esta realización la unidad de comunicación de producción 8 comprende una serie de antenas 12. En esta realización, la unidad de comunicación de producción 8 está montada en un vehículo y sus antenas 12 están montadas en una parte de grúa de extensión del vehículo y la unidad de emisión 10 está montada asimismo en un vehículo.

- 25 En funcionamiento, las señales de video (en este ejemplo, imágenes y sonido) capturadas por cada cámara de televisión 4 son transmitidas desde su respectiva unidad de comunicación de la cámara 6 por medio de su antena 12, a frecuencias en el intervalo de 60 GHz, en este ejemplo a velocidades de datos de video HD no comprimido (1,485 gigabits/segundo), y recibidas por la unidad de comunicación de producción 8 por medio de una respectiva antena 12 para cada unidad de comunicación de la cámara de transmisión 6. La unidad de comunicación de producción 8 reenvía las señales por medio (en esta realización) de una conexión cableada o de fibra óptica a la unidad de emisión 10. La unidad de emisión 10 procesa las señales, y/o registra las señales y/o transmite las señales (o versiones procesadas de las mismas) hacia delante a otra entidad de destino, por ejemplo un estudio de televisión principal utilizando, por ejemplo, una antena de satélite 14 o un cable de fibra óptica.

- 35 En esta realización, el sistema de comunicación 1 es bidireccional, es decir, además del funcionamiento descrito anteriormente, la unidad de comunicación de producción 8 puede transmitir señales de video por medio de su antena 12, que son recibidas por las unidades de comunicación de cámara 6 por medio de sus respectivas antenas 12, a frecuencias en el intervalo de 60 GHz, y en este ejemplo utilizando velocidades de datos de video SDI de definición estándar (SD, standard definition) (270 megabits/segundo). Las imágenes definidas por dichas señales de video pueden ser visualizadas por la respectiva pantalla 5.

- 40 En esta realización, el sistema de comunicación 1 puede recibir dicha comunicación bidireccional de alta velocidad de datos sobre distancias relativamente grandes entre cada unidad de comunicación de cámara 6 y la unidad de comunicación de producción 8, satisfaciendo de ese modo las condiciones para un evento de gran superficie, tal como una carrera automovilística. Por ejemplo, en esta realización, se contempla fácilmente una distancia de 1 km entre la unidad de comunicación de la cámara 6 y la unidad de comunicación de producción 8.

- 45 La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de ciertos detalles de una unidad de comunicación de cámara 6 del sistema de comunicación 1. Cabe señalar que la figura 2 y la descripción de la misma son aplicables igualmente a la unidad de comunicación de producción 8, excepto cuando se indique lo contrario.

La unidad de comunicación de cámara 6 comprende una entrada de video 120, una salida de video 220, un módem de transmisión 23, un módem de recepción 25, un transceptor de radiofrecuencia 26 para funcionar en una banda de frecuencia que se extiende en torno a 60 GHz, y la antena 12 mencionada anteriormente.

5 El módem de transmisión 23 comprende un circuito digital 122 del módem de transmisión y un circuito analógico 124 del módem de transmisión. El módem de recepción 25 comprende un circuito digital 222 del módem de recepción y un circuito analógico 224 del módem de recepción. El transceptor 26 comprende un circuito transmisor 126, un circuito receptor 226 y un diplexor 34.

10 En esta realización, por lo menos la mayor parte de los componentes de ambos circuitos digitales de módem, es decir, el circuito digital 122 del módem de transmisión y el circuito digital 222 del módem de recepción, están montados en una sola placa de circuito, es decir, una placa de módem digital 22 (mostrada en la figura 3). Asimismo, en esta realización, por lo menos la mayor parte de los componentes de ambos circuitos analógicos de módem, es decir, el circuito analógico 124 del módem de transmisión y el circuito analógico 224 del módem de recepción, están montados en otra placa de circuito individual, es decir, una placa de módem analógico 24 (mostrada en la figura 3).  
15 El módem de transmisión 23, el módem de recepción 25 y el transceptor 26 están montados físicamente en una carcasa 28, y la antena 12 está acoplada eléctricamente al transceptor 26 y montada físicamente en la carcasa 28.

La entrada de video 120 es para acoplar a la cámara de televisión 4. La entrada de video 120 está acoplada además al circuito digital 122 del módem de transmisión. El circuito digital 122 del módem de transmisión está acoplado además al circuito analógico 124 del módem de transmisión. El circuito analógico 124 del módem de transmisión está acoplado además al circuito transmisor 126. El circuito transmisor 126 está acoplado además al diplexor 34. El diplexor 34 está acoplado además a la antena 12.

La salida de video 220 es para acoplar a la pantalla 5. La salida de video 220 está acoplada además al circuito digital 222 del módem de recepción. El circuito digital 222 del módem de recepción está acoplado además al circuito analógico 224 del módem de recepción. El circuito analógico 224 del módem de recepción está acoplado además al circuito receptor 226. El circuito receptor 226 está acoplado además al diplexor 34. Tal como se ha mencionado en el párrafo anterior, el diplexor 34 está acoplado además a la antena 12.

En una visión general, en la parte de transmisión del funcionamiento de la unidad de comunicación de la cámara 6, una señal de video digital SDI procedente de la cámara de televisión 4 es introducida por medio de la entrada de video 120 al circuito digital 122 del módem de transmisión. El circuito digital 122 del módem de transmisión lleva a cabo codificación con corrección de errores y tramado de la señal de video SDI de entrada, adecuados para la modulación que se seguirá en el circuito analógico 124 del módem de transmisión, y pasa la señal procesada resultante al circuito analógico 124 del módem de transmisión. El circuito analógico 124 del módem de transmisión modula la señal digital para producir una señal analógica de banda base de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK, Quadrature Phase Shift Keying) diferencial en fase (I) y diferencial en cuadratura (Q), de forma adecuada para el circuito transmisor 126, y pasa las señales de banda base analógicas I y Q resultantes al circuito transmisor 126. El circuito transmisor 126 convierte las señales analógicas I y Q en una señal RF aproximadamente a 60 GHz, y transmite esta señal por medio del diplexor 34 y la antena 12 (a la unidad de comunicación de producción 8 por medio de un enlace en el espacio libre).

De nuevo en una visión general, en el sentido inverso, es decir, en la parte de recepción del funcionamiento de la unidad de comunicación de la cámara 6, una señal de RF de aproximadamente 60 GHz transmitida por la unidad de comunicación de producción 8 es recibida por el circuito receptor 226 por medio de la antena 12 y del diplexor 34. El circuito receptor 226 convierte la señal de RF de aproximadamente 60 GHz en señales diferenciales analógicas de banda base I y Q, y pasa esta señal de banda base al circuito analógico 224 del módem de recepción. El circuito analógico 224 del módem de recepción convierte esta señal a una forma adecuada para que la utilice el circuito digital 222 del módem de recepción, y pasa la señal analógica modulada resultante al circuito digital 222 del módem de recepción. El circuito digital 222 del módem de recepción procesa dicha señal a una forma digital adecuada para su visualización (por ejemplo, para presentar a un operador de la cámara de televisión 4 la imagen de video que está siendo seleccionada actualmente para la transmisión de emisión al público), y pasa la señal digital resultante a la pantalla de video 5 que, en esta realización, se compone de la cámara de televisión 4.

En el caso de la unidad de comunicación de producción 8 (al contrario que las unidades de comunicación de cámara 6), la entrada de video 120 y la salida de video 220 están conectadas a la unidad de emisión 10 y a su pantalla 5 en lugar de a una de las cámaras de televisión 4.

La figura 3 es una ilustración esquemática simplificada (no a escala) de los principales detalles físicos de construcción de la unidad de comunicación de la cámara 6 de esta realización. Tal como se ha mencionado anteriormente, por lo menos la mayor parte de los circuitos tanto para el circuito digital 122 del módem de transmisión como para el circuito digital 222 del módem de recepción están dispuestos en una determinada placa común 22 única, es decir la placa de módem digital 22. Tal como se ha mencionado también anteriormente, por lo menos la mayor parte de los circuitos tanto para el circuito analógico 124 del módem de transmisión como para el circuito analógico 224 del módem de recepción están dispuestos en otra determinada placa común 24, es decir, la placa de módem analógico 24. El transceptor 26 está implementado en forma de una estructura estratificada que comprende una placa de RF 32 (en la que están montados por lo menos la mayor parte de los componentes que

forman el circuito transmisor 126 y el circuito receptor 226) y el diplexor 34 (siendo un diplexor un dispositivo pasivo que proporciona funciones de multiplexación/desmultiplexación en el dominio de frecuencias). En esta realización, el diplexor 34 está formado por, y tiene las dimensiones exteriores de una placa o bloque macizo de forma rectangular. En esta realización la placa, es decir el diplexor 34, está fabricada de aluminio acabado con un acabado superficial de Iridite (marca registrada). La estructura estratificada se proporciona uniendo de manera estratificada la placa de RF 32 a una superficie del diplexor 34. Por comodidad, (es decir, esto no es limitativo), esta superficie se denomina en lo que sigue la "superficie interior 36 del diplexor" (es decir, estando el término "interior" en términos de la construcción de la unidad de comunicación de la cámara 6). En esta realización, la unidad de comunicación de la cámara 6 comprende además una placa de fuente de alimentación 40 que proporciona alimentación a cada uno del módem digital 22, el módem analógico 24 y la placa de RF 32.

La superficie 38 del diplexor 34 que está situada frente a la superficie interior 36 del diplexor se denomina en lo que sigue la "superficie exterior 38 del diplexor". El diplexor 34 comprende además un puerto común 42 dispuesto en la superficie exterior 38 del diplexor. El puerto común 42 comprende medios de fijación y una abertura 43 para guía de ondas del puerto común. La abertura 43 para guía de ondas del puerto común es una abertura a una estructura de guía de ondas dentro del diplexor 34, estructura de guía de ondas que se describirá más adelante.

La antena 12 (para mayor claridad no se muestra en la figura 3) está montada en proximidad con la superficie exterior 38 del diplexor, y alineada con el puerto común 42, de tal modo que, en funcionamiento, la antena 12 está acoplada a la abertura 43 para guía de ondas del puerto común. En esta realización, la antena 12 es una antena de bocina con carga dieléctrica, de 250 mm de diámetro y 400 mm de longitud. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones se pueden utilizar otros tipos de antena y/o de tamaños de antena. Por ejemplo, se puede proporcionar una antena más compacta en forma de antena trenzada de reflexión o de trans-reflexión.

En esta realización, los elementos siguientes están contenidos en una disposición apilada, separada, en la carcasa 28 en el orden siguiente (con interconexiones apropiadas (no mostradas) dispuestas entre estos diferentes elementos): la placa de fuente de alimentación 40 - (la placa del) módem digital 22 - (la placa del) módem analógico 24 - el transceptor (estructura estratificada) 26. La antena 12 está montada en el exterior de la carcasa 28 con un acoplamiento al puerto común 42 dispuesto tal como se ha descrito anteriormente. En esta realización, los tamaños físicos de los diversos elementos son tales que, tal como se indica en la figura 3, cada uno de estos elementos tiene un área superficial de aproximadamente 120 mm de anchura y aproximadamente 80 mm de altura, proporcionando los elementos apilados una profundidad global cuando están apilados (incluyendo intersticios entre los elementos) de aproximadamente 75 mm. La profundidad total de 75 mm se compone aproximadamente de los siguientes grosores/intersticios individuales: diplexor 34 = 10 mm, placa de RF 32 = 10 mm, intersticio = 5 mm, módem analógico 24 = 10 mm, intersticio = 5 mm, módem digital 22 = 10 mm, intersticio = 5 mm, placa de fuente de alimentación 40 = 20 mm. Por consiguiente, la carcasa 28 tiene solamente que tener un tamaño de 160 mm x 120 mm x 80 mm.

La figura 4 es una ilustración esquemática simplificada, con las piezas desmontadas (no a escala) que muestra detalles adicionales de ciertas partes integrantes del transceptor de RF 26 de esta realización, y representa esquemáticamente el orden en que se montan los diversos elementos (este aspecto se resumirá al final de la descripción de la figura 4). Se utilizan los mismos numerales de referencia para indicar los mismos componentes, cuando estos se han mencionado anteriormente.

Además del puerto común 42 descrito anteriormente en la superficie exterior 38 del diplexor, el diplexor 34 comprende además dos puertos en la superficie interior 36 del diplexor, es decir (para facilitar la consulta -de hecho ambos puertos pueden ser utilizados para ambas aplicaciones) un puerto transmisor 44 y un puerto receptor 46. El puerto transmisor 44 comprende medios de fijación y una abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor. La abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor es una abertura además a la estructura de guía de ondas mencionada anteriormente, que se describirá más adelante. El puerto receptor 46 comprende medios de fijación y una abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor. La abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor es una abertura además a la estructura de guía de ondas mencionada anteriormente, que se describirá más adelante.

La placa de RF 32 comprende un chip 50 de circuito integrado (IC, integrated circuit) del transmisor y un IC receptor 52 montados directamente en la superficie 37 de la placa de RF 32 que está de espaldas al diplexor 34. El IC transmisor 50 y el IC receptor 52 están montados en posiciones que están aproximadamente alineadas con las posiciones del puerto transmisor 44 y el puerto receptor 46, respectivamente. Se utilizan uniones de cable o de cinta adhesiva para interconectar el IC transmisor 50 y el IC receptor 52 con líneas de transmisión grabadas en la superficie de la placa de RF 32. Están montados asimismo componentes adicionales de montaje en superficie (SM, surface mount) de soporte en la superficie 37 de la placa de RF 32, incluyendo estos: reguladores 302 de la fuente de alimentación, osciladores de cristal 304, memorias tampón de interfaz de control en serie digital 306 y conectores de interfaz de múltiples vías 308. Los componentes montados en la placa de RF 32 proporcionan, en combinación y cuando es necesario con otros componentes convencionales, el circuito transmisor 126 y el circuito receptor 226.

Dos tapas 60 (en esta realización, fabricadas de metal) están situadas asimismo en la superficie 37 de la placa de RF 32. Éstas están situadas sobre estructuras internas dentro de la placa de RF denominadas transiciones (no mostradas en la figura 4), que se describirán más adelante.

En otras realizaciones, en lugar de utilizar un IC transmisor 50 y un IC receptor 52, el circuito transmisor 126 y el circuito receptor 226 se implementan en forma de componentes discretos montados sobre la superficie 37 de la placa de RF 32.

5 En esta realización, el orden en el que se montan los diversos elementos descritos anteriormente es el siguiente. En primer lugar, se dispone el diplexor 34. A continuación, la forma desnuda de la placa de RF 32 se une al diplexor 34. A continuación, los diversos componentes (aparte del IC transmisor 50 y el IC receptor 52) se montan sobre la superficie 37 de la placa de RF 32. Después, el IC transmisor 50 y el IC receptor 52 se montan en la superficie 37 de la placa de RF 32. A continuación se montan las tapas 60 en la superficie 37 de la placa de RF 32.

10 La figura 5 es una ilustración esquemática simplificada (no a escala) que muestra otros detalles de una longitud de ejemplo (en sección transversal) de la placa de RF 32 de esta realización. Se utilizan los mismos numerales de referencia para indicar los mismos componentes, cuando estos se han mencionado anteriormente.

15 En esta realización, la placa de RF 32 comprende una estructura estratificada compuesta de dos placas de circuito impreso (pcb, printed circuit board) de doble cara forradas de cobre, es decir una pcb "superior" (este término se utiliza por comodidad y no es limitativo) de doble cara 62 y una pcb "inferior" (este término se utiliza por comodidad y no es limitativo) de doble cara 64, con una capa adhesiva de estrato de unión 63 situada entre las dos pcb de doble cara 62, 64 que se utiliza para unir entre sí las dos pcb de doble cara 62, 64. Cada una de las pcb de doble cara 62, 64 comprende una estructura de placa de 100 µm de grosor fabricada de polímero de cristal líquido (LCP, liquid crystal polymer) con capas de cobre de 17 µm de grosor 68 sobre cada una de las dos superficies planas. La capa de adhesivo de estrato de unión 63 comprende una estructura dieléctrica de 50 µm de grosor. Están dispuestas vías de conducción (tan sólo a modo de ejemplo, se muestran algunas de dichas vías 70, 70a, 70b en la figura 5) entre capas de cobre 68, tal como se requiere para proporcionar la necesaria interconectividad. Algunas de las estructuras de vía están dispuestas a modo de patillas a masa mediante conectarlas/aislarlas adecuadamente respecto de una o varias de las capas de cobre 68. Las vías 70b son ejemplos de estas patillas a masa.

25 Tal como se muestra en la figura 5, el IC receptor 52 está unido sobre la pcb superior de cobre de doble cara 62. Se utilizan uniones de cable o de cinta 402 para interconectar las placas de conexión individuales en el IC receptor 52 a la pista de cobre 68. Una en particular está conectada a la pista conectada a una vía 70a que pasa a la capa de cobre enfrentada 68 de la pcb superior de doble cara 62. En la salida de la vía, la vía 70a está conectada a una sección de pista de la pista de cobre 68. Esta sección de pista es una sección de pista continua, pero para facilitar la explicación y en vista de la diferente funcionalidad de las dos partes siguientes, será denominada o identificada como una sección de pista 68a, que se extiende alejándose de la vía 70a, y a continuación como una sección de pista de "elemento de sonda de RF" 68b, que se extiende desde la sección de pista 68a (cabe señalar que la sección de pista del elemento de sonda de RF se puede denominar asimismo una sección de pista del elemento de acoplamiento de RF). En otras palabras, la sección de pista 68b proporciona/funciona como un elemento de sonda de RF (que se puede denominar asimismo un elemento de acoplamiento de RF). La sección de pista 68b de elemento de sonda de RF funciona con la función de acoplamiento de un elemento de sonda de RF (en este caso, para acoplar la señal procedente de la guía de ondas relevante del diplexor a la sección de pista 68a y, por lo tanto, al IC receptor 52) en virtud de los detalles de aislamiento siguientes y en virtud de estar situada (tal como se describe en detalle a continuación) en alineamiento con la abertura para guía de ondas, de tal modo que se acopla con la abertura para guía de ondas. Las pistas de cobre 68 en ambos lados de la pcb inferior de doble cara 64 están retiradas sobre una área de la pcb inferior de doble cara 64 correspondiente aproximadamente a la zona de la correspondiente guía de ondas, para proporcionar de ese modo un área o zona 72 de la pcb inferior de doble cara 64 donde la pcb inferior de doble cara 64 actúa como un aislante. Se proporciona una disposición correspondiente (no mostrada) para una o varias conexiones (en el caso de transmisión diferencial) desde el IC transmisor 50. Estas disposiciones (sean de recepción o de transmisión) se pueden denominar transiciones.

45 Se muestra también en la figura 5 una de las tapas 60, montada sobre la superficie exterior de la primera pcb de doble cara 62. La tapa 60 está situada en alineamiento con la transición descrita anteriormente, es decir, sobre la zona 72 y, por lo tanto, también sobre la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF, y está conectada a masa. El interior de la tapa 60 proporciona por lo tanto un espacio de aire en la parte superior de la disposición de transición. Este espacio de aire está dispuesto como una distancia específica entre la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF y la tapa 60, en términos de la longitud de onda del funcionamiento aproximadamente a 60 GHz (en esta realización, la distancia es la longitud de onda/4) para proporcionar parte de la funcionalidad de transmisión o recepción de la transición.

55 La placa de RF 32 está alineada con el diplexor 34, de tal modo que la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF está alineada con la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor del diplexor 34 de manera que, en funcionamiento, el IC receptor 52 está acoplado a la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor (tal como se describe a continuación en mayor detalle haciendo referencia a la figura 7). En consecuencia, la sección o secciones de pista (tal como se describe en mayor detalle a continuación, por ejemplo haciendo referencia a la figura 11) está/están alineadas con la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor del diplexor 34, de tal modo que, funcionamiento, el IC transmisor 50 está acoplado a la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor.

Las figuras 6A y 6B son ilustraciones esquemáticas (no a escala -por supuesto, la relación de aspecto se muestra de manera muy distorsionada para permitir que se vean claramente los diversos elementos) que muestran ciertos detalles adicionales del diplexor 34, y en particular la estructura de guía de ondas mencionada anteriormente. Se utilizan los mismos numerales de referencia para indicar los mismos componentes, cuando estos se han mencionado anteriormente.

La figura 6A es una vista en perspectiva del diplexor 34, que para facilitar su consulta muestra en una figura los siguientes elementos descritos anteriormente: la abertura 43 para guía de ondas del puerto común (en la superficie exterior 38 del diplexor), la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor (en la superficie interior 36 del diplexor) y la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor (asimismo, en la superficie interior del diplexor 36). La abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor y la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor están separadas entre sí. En esta realización, cada una de las aberturas 43, 45, 47 para guía de ondas están situadas en el mismo eje longitudinal entre sí (en términos de la altura del diplexor 34), más particularmente están situadas a medio camino hasta la respectiva superficie del diplexor 38, 36, en una posición de altura indicada esquemáticamente por la línea de referencia "A-B" en la figura 6A. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones cualesquiera una o varias de las aberturas pueden estar situadas en una posición de altura diferente.

La figura 6B muestra (esquemáticamente y no a escala) una vista en sección transversal de las características internas del diplexor 34 en el plano definido por la línea A-B.

El diplexor 34 comprende una estructura de guía de ondas llena/hueca en el mismo, es decir, la estructura de guía de ondas está mecanizada o integrada de otro modo en el interior del bloque macizo que forma el diplexor 34. El diplexor consiste en tres secciones de guía de ondas: una guía de ondas 82 del transmisor, una guía de ondas 84 del receptor y un combinador 80 de guías de ondas, que interactúan con la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor, la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor y la abertura 43 para guía de ondas del puerto común, respectivamente. Esta estructura de guía de ondas es la estructura mencionada anteriormente en la descripción de las figuras 3 y 4.

Salvo donde tienen que estar conformados de manera diferente para empalmarse, etc., cada uno de la guía de ondas 82 del transmisor, la guía de ondas 84 del receptor y el combinador 80 de guías de ondas tienen sección transversal rectangular y están configurados para proporcionar aberturas/interfaces 45, 47 y 43 conformes al estándar de guía de ondas "WG25". En consecuencia, cada una de las tres aberturas 43, 45, 47 para guía de ondas tienen asimismo forma rectangular. Sin embargo, no es esencial que se utilice esta forma/tamaño particulares de guía de ondas, y en otras realizaciones se pueden utilizar en su lugar otras secciones transversales, tamaños y/o tipos.

En esta realización, la estructura de guía de ondas 80 está a la misma altura (en términos de la altura del diplexor 34) que las aberturas 43, 45, 47 para guía de ondas, es decir está situada a medio camino hasta la respectiva superficie 38, 36 del diplexor, en toda su extensión a través del diplexor 34. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones su altura puede variar, es decir no tiene que permanecer fija en ningún plano determinado.

En esta realización, la guía de ondas 82 del transmisor, la guía de ondas 84 del receptor y el combinador 80 de guías de ondas están mecanizados para proporcionar diferentes características de filtros de frecuencia de paso banda, mediante un mecanizado tal que proporciona filtros 86 en forma de salientes sobre las superficies de las paredes de las guías de ondas. Sin embargo, esto no es esencial, y en otras realizaciones se pueden utilizar en su lugar otros modos o construcciones para proporcionar el funcionamiento filtrado.

En esta realización, la guía de ondas 82 del transmisor está sintonizada a un paso banda de frecuencia preferente de 57,895 GHz a 58,105 GHz, y la guía de ondas 84 del receptor está sintonizada a un paso banda de frecuencia preferente de 61,94 GHz a 63,06 GHz. Alternativamente, estas frecuencias se pueden invertir, es decir, el receptor estar sintonizado de 57,895 GHz a 58,105 GHz y el transmisor estar sintonizado de 61,94 GHz a 63,06 GHz. Además, estos valores particulares de frecuencias no son esenciales, y en otras realizaciones se pueden utilizar en su lugar otras frecuencias en la región de 60 GHz.

En esta realización, la estructura de guía de ondas se conforma en el bloque macizo del diplexor 34 mecanizando el bloque macizo para ahuecar la estructura de guía de ondas. Se controla el mecanizado, o se lleva a cabo un mecanizado adicional, para proporcionar los filtros 86.

La figura 7 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en planta superior de una disposición de transición del receptor 180. La disposición de transición del receptor 180 de la figura 7 corresponde a diversas partes de la estructura descrita anteriormente, y en particular con la distribución de varias partes mostradas juntas también en la figura 5. Se utilizan los mismos numerales de referencia para indicar los mismos componentes, cuando estos se han mencionado anteriormente.

Algunos de los elementos que proporcionan la disposición de transición del receptor 180 son los siguientes: la sección de pista 68a y su sección de extremo, que es la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF, la



abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor y la tapa 60. (Se muestran asimismo en la figura 7 las posiciones de tornillos fijos 172 y pasadores guía de localización 174, que se utilizan para localizar y fijar la tapa 60 a la placa de RF 32.) La sección de pista 68b del elemento de sonda de RF está posicionada de tal modo que se inicia en la posición alineada de la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor, aproximadamente en el punto medio del lado largo de la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor, y prosiguiendo a continuación para extenderse sobre aproximadamente la mitad de la anchura de la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor, donde finaliza en una línea de transmisión en circuito abierto.

La figura 8 es una ilustración esquemática en perspectiva (no a escala) de ciertos elementos de la disposición de transición del receptor 180 descrita anteriormente haciendo referencia en particular a las figuras 5 y 7. La figura 8 se deriva de un modelo electromagnético tridimensional y muestra una mezcla de determinados detalles estructurales y determinados artefactos de modelización. Se utilizan los mismos numerales de referencia para indicar los mismos componentes, cuando estos se han mencionado anteriormente.

Por consiguiente, en la figura 8 se muestran ejes x-y-z de modelización para facilitar la consulta, y estos se indican mediante numerales de referencia 270x, 270y y 270z. La figura 8 vuelve a mostrar además la sección de pista 68a descrita anteriormente y su sección de extremo con su sección de pista 68b del elemento de sonda de RF. La figura 8 muestra asimismo una serie de patillas a masa/vías a masa 70b. Se muestra asimismo en la figura 8 el artefacto de modelización del espacio de aire 272 dispuesto entre la tapa 60 y la superficie exterior del pcb superior de doble cara 62. Análogamente, se muestra asimismo en la figura 8 el artefacto de modelización del espacio de aire 274 (que está proporcionado por el interior de la guía de ondas hueca 84 del receptor, mostrada anteriormente en la figura 6).

En la figura 8 están dispuestas dos líneas de referencia, a saber C-D y E-F, para definir vistas en sección transversal que se explicarán a continuación. La línea C-D pasa a través, y se extiende a lo largo de la misma dirección que la sección de pista 68a y la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF. La línea E-F se extiende en una dirección paralela a la línea C-D, pero pasa a través de un punto diferente de la figura.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 5, se debe observar que la figura 5 es una vista esquemática (no a escala) en sección transversal de la placa de RF 32 en el plano definido por la línea C-D, aunque el campo de visión de la figura 5 se extiende más al izquierda que el de la figura 8.

La figura 9 es una vista esquemática en sección transversal (no a escala) de la placa de RF 32 en el plano definido por la línea E-F. Se utilizan los mismos numerales de referencia para indicar los mismos componentes, cuando estos se han mencionado anteriormente.

Se apreciará que los números y las posiciones de las patillas a masa/vías a masa 70b en las figuras 5, 8 y 9 son tan sólo esquemáticas y únicamente a modo de ejemplo. En la práctica, estas deberían estar posicionadas y dispuestas en cantidades apropiadas para proporcionar una conexión a masa apropiada y prevenir la propagación del modo de placas paralelas. En el proceso de diseño de la distribución se pueden utilizar herramientas convencionales de modelización de mapeo de campos.

La figura 10 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en planta superior de una disposición de transición del receptor 180 utilizada en otra realización. Se utilizan los mismos numerales de referencia para indicar los mismos componentes, cuando estos se han mencionado anteriormente. Todos los detalles de esta realización son iguales a los descritos anteriormente, incluyendo cómo se implementa la disposición de la figura 10 dentro de las diferentes capas de la placa de RF 32 y similares, excepto por una variación en la sección de pista 68b del elemento de sonda, tal como se explicará en mayor detalle a continuación.

En esta otra realización que se muestra en la figura 10, la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF se extiende (de nuevo, comenzando aproximadamente en el punto medio del lado largo de la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor) a través de toda la anchura de la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor, más una distancia corta adicional para formar una terminación de guía en cruz cortocircuitada, conectando a continuación a una sección a masa de la pista (no mostrada). Por consiguiente, la longitud de la distancia corta adicional es una que proporcione las características requeridas de terminación de la línea de transmisión.

Si se desea, por ejemplo por razones de simplicidad, la disposición de transición del transmisor se puede disponer en detalle en correspondencia con las posibilidades descritas anteriormente para las disposiciones de transición del receptor. Sin embargo, en esta realización, el IC transmisor 50 utiliza una salida diferencial y por lo tanto requiere un diseño de sonda diferente al descrito anteriormente para el diseño de sonda del receptor de un solo extremo.

Las figuras 11A y 11B son ilustraciones esquemáticas (no a escala) de una vista en planta superior de una disposición de transición 380 del elemento de acoplamiento de RF del transmisor diferencial (que se puede denominar asimismo elemento de sonda de RF), que puede ser utilizada en las versiones en las que el IC transmisor 50 tiene una salida diferencial. Las fibras 11A y 11B son dos dibujos de una disposición de transición 380 del elemento de acoplamiento de RF del transmisor diferencial (elemento de sonda de RF), es decir, las figuras 11A y 11B muestran la misma disposición entre sí pero tienen determinadas partes denominadas de manera diferente en las dos figuras para facilitar la explicación, tal como se comprenderá a partir de la descripción siguiente. Asimismo,

por claridad, en las figuras 11A y 11B se han omitido determinadas características en comparación con las mostradas y designadas en las correspondientes figuras 7 y 10, y en cambio en las figuras 11A y 11B la vista mostrada se concentra en las pistas de cobre relevantes y en la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor.

5 Tal como se muestra en las figuras 11A y 11B, existen dos secciones de pista de cobre 368a y 468a sustancialmente paralelas (aunque no es esencial que sean sustancialmente paralelas) que se extienden a un lado de la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor (en adelante, denominado el primer lado 445 de la  
10 abertura para guía de ondas del puerto transmisor). Estas secciones de pista de cobre 368a, 468a son los dos equivalentes diferenciales a la única sección de pista (no diferencial) 68a de las disposiciones de transición del receptor descritas anteriormente.

Tal como se indica mediante los numerales de referencia utilizados en la representación de la figura 11A de la disposición de transición 380 del elemento de acoplamiento de RF (elemento de sonda de RF) del transmisor diferencial, las dos pistas de cobre que forman respectivamente las secciones de pista de cobre 368a, 468a se  
15 extienden cada una adicionalmente a continuación como pistas continuas, aunque las partes de extensión adicional se denominarán secciones de pista específicas, es decir, una primera sección de pista 368b del "elemento de acoplamiento de RF" (o "elemento de sonda de RF") (la parte de extensión de la sección de pista de cobre 368a) y una segunda sección de pista 468b del "elemento de acoplamiento de RF" (o "elemento de sonda de RF") (la parte  
20 de extensión de la sección de pista de cobre 468a). Tanto la primera sección de pista 368b del elemento de acoplamiento de RF como la segunda sección de pista 468b del elemento de acoplamiento de RF se extienden solamente dentro del área de su respectiva abertura para guía de ondas del puerto, es decir, están "contenidas" dentro de su respectiva área de abertura de la guía de ondas.

Se muestran detalles adicionales de las dos secciones de pista 368b, 468b del elemento de acoplamiento de RF, en virtud de los numerales de referencia utilizados en la representación de la figura 11B de la disposición de transición 380 del elemento de acoplamiento de RF del transmisor diferencial.

25 Tal como se muestra en la figura 11B, la primera funcionalidad de sección de pista 368b del elemento de acoplamiento de RF comprende una primera parte 368c y una segunda parte 368d. La primera parte 368c continúa en la misma dirección que la sección de pista 368a de la que es una extensión, para extenderse a través de la  
30 abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor hasta un punto aproximadamente a medio camino a través de la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor, de este modo hasta un primer grado de aproximación que, funcionalmente, extiende simplemente el comportamiento de la línea de transmisión de la sección de pista 368a, dado que cualquier acoplamiento con la guía de ondas es relativamente débil. La segunda parte 368d se extiende desde la primera parte 368c, si bien la segunda parte 368d se extiende en una dirección angular con respecto a la  
35 dirección a lo largo de la cual se extiende la sección de pista 368a y la primera parte 368c. Por lo tanto, esta segunda parte 368d desempeñará la mayor parte del acoplamiento de la sección de pista 368a a la guía de ondas.

40 Tal como se muestra asimismo en la figura 11B, la segunda funcionalidad de la sección de pista 468b del elemento de acoplamiento de RF comprende una primera parte 468c y una segunda parte 468d. La primera parte 468c continúa en la misma dirección que la sección de pista 468a de la que es una extensión, para extenderse a través de la  
45 abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor hasta un punto aproximadamente a medio camino a través de la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor, por consiguiente hasta un primer grado de aproximación que, funcionalmente, extiende simplemente el comportamiento de la línea de transmisión de la sección de pista 468a, dado que cualquier acoplamiento con la guía de ondas es relativamente débil. La segunda parte 468d se  
50 extiende desde la primera parte 468c, si bien la segunda parte 468d se extiende en una dirección angular diferente a la dirección a lo largo de la cual se extienden la sección de pista 468a y la primera parte 468c. Por lo tanto, esta segunda parte 468d desempeñará la mayor parte del acoplamiento de la sección de pista 468a a la guía de ondas.

45 La dirección angular de la segunda parte 468d de la segunda sección de pista 468b del elemento de acoplamiento de RF está enfrentada a la dirección angular de la segunda parte 368d de la primera sección de pista 368b del elemento de acoplamiento de RF, es decir, en el caso de la primera sección de pista 368b del elemento de  
50 acoplamiento de RF, la segunda parte 368d se extiende hacia delante desde la sección de la primera parte 368c alejándose del primer lado 445 de la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor, mientras que en el caso de la segunda sección de pista 468b del elemento de acoplamiento de RF, la segunda parte 468d "vuelve" hacia el primer lado 445 de la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor.

Por comparación, se debe observar que si las segundas partes 368d y 468d se omiten, las primeras partes restantes 368c y 468c generarían un modo de orden superior dentro de la guía de ondas, que proporcionaría un acoplamiento menos eficiente. Esto se puede utilizar en realizaciones alternativas.

55 Sin embargo, en esta realización, la inclusión también de las respectivas segundas partes 368d y 468d con direcciones angulares opuestas en la respectiva sección de pista 368b y 468b del elemento de acoplamiento de RF proporciona una mayor eficiencia de acoplamiento en la guía de ondas.

Además, éste es el caso en particular en las realizaciones anteriores en las que las segundas partes 368d y 468d están dispuestas en una capa soterrada que es una capa soterrada asimétrica. (Haciendo referencia a la figura 5,

- cabe señalar que la capa soterrada es una capa asimétrica, en el sentido de que debido a la disposición de construcción de la placa de RF 32, en particular a la inclusión de la capa de estrato de unión 63, la distancia entre la capa de cobre soterrada de las secciones de pista 368b y 468b del elemento de acoplamiento de RF y la capa de cobre en la superficie exterior de la pcb superior de doble cara 62 es diferente a la distancia entre las capas de cobre soterradas de las secciones de pista 368b y 468b del elemento de acoplamiento de RF y la capa de cobre en la superficie exterior de la pcb inferior de doble cara 64.) La disposición asimétrica de las secciones de pista 368b y 468b del elemento de acoplamiento de RF y los planos de masa asociados (en la capa de cobre 68) se tiene en cuenta durante el diseño de las secciones de pista para proporcionar las impedancias de línea de transmisión requeridas.
- 5
- 10 En la disposición de transición de transmisión diferencial descrita haciendo referencia a las figuras 11A y 11B, las segundas partes 368d y 468d siguen una dirección recta, con una interconexión angular discontinua (en forma) con respecto a las primeras partes 368c y 468c. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones se pueden utilizar otras formas para las segundas partes 368d y 468d, por ejemplo curvadas, con un desplazamiento angular curvado gradual desde las respectivas primeras partes 368c y 468c.
- 15 En la disposición de transición de transmisión diferencial descrita haciendo referencia a las figuras 11A y 11B, las segundas partes 368d y 468d son sustancialmente paralelas entre sí, es decir sus respectivos ángulos con las primeras partes 368c y 468c son complementarios entre sí. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones pueden no ser sustancialmente paralelas entre sí.
- 20 Las direcciones angulares que las segundas partes 368d y 468d adoptan con respecto a las primeras partes 368c y 468c pueden ser cualquier ángulo, aunque son preferibles los ángulos de 30° a 60° o de 120° a 150°, y son aún más preferibles los ángulos sustancialmente iguales a 45° y 125°, dado que proporcionan un efecto más fuerte (en comparación con una disposición de línea de transmisión equilibrada convencional), mientras que los ángulos que están próximos a 90° tienen como resultado solamente un efecto de pequeño nivel (en comparación con una disposición de línea de transmisión equilibrada convencional).
- 25 Las disposiciones de pista de cobre descritas anteriormente haciendo referencia a las figuras 7, 10 y 11 se pueden denominar convenientemente interfaces de línea de transición (en el caso de la figura 11, más particularmente una interfaz de línea de transición diferencial). Además, dado que están dispuestas en una capa interior de una placa de RF multicapa 32, se pueden denominar más particularmente interfaces de línea de transición soterrada, y en el caso de la figura 11 una interfaz de línea de transición diferencial soterrada.
- 30 La figura 12 es un diagrama de circuito que muestra ciertos elementos del circuito analógico 224 del módem de recepción de esta realización.
- En circuito analógico 224 del módem de recepción comprende entradas 502 dispuestas para recibir del circuito receptor 226 entradas de RF de banda base. El circuito analógico 224 del módem de recepción comprende además
- 35 filtros de paso bajo 504, un modulador IQ (es decir, un convertidor elevador) 506, un filtro de paso banda 508, un desmodulador IQ (es decir, un convertidor reductor) 510, un módulo discriminador y de función de control 512 (comprendiendo el módulo discriminador y de función de control 512 un módulo discriminador 514 y un módulo de función de control 516), un submódulo de bucle de Costas 518, un oscilador controlado por tensión (VCO) 520 del convertidor reductor, un VCO 522 del convertidor elevador, y salidas 524 dispuestas para entregar salidas de banda base procesadas al circuito digital 222 del módem de recepción.
- 40 Los filtros de paso bajo 504 están acoplados a las entradas de banda base 502 y al modulador IQ 506. En funcionamiento, los filtros de paso bajo 504 reciben las entradas de RF de banda base desde el circuito receptor 226, llevan a cabo el filtrado de paso bajo sobre las mismas y transmiten las señales filtradas en paso bajo al modulador IQ 506.
- El modulador IQ 506 está acoplado además al VCO 522 del convertidor elevador y al filtro de paso banda 508. En funcionamiento, el modulador IQ 506 lleva a cabo la conversión elevadora sobre las señales haciendo uso de la fuente de frecuencia proporcionada por el VCO 522 del convertidor elevador, y transmite las señales sometidas a conversión elevadora al filtro de paso banda 508.
- 45 El filtro de paso banda 508 está acoplado además al desmodulador IQ 510. En funcionamiento, el filtro de paso banda 508 filtra en paso banda las señales y las transmite al desmodulador IQ 510.
- 50 El desmodulador IQ 510 está acoplado además al VCO 520 del convertidor reductor, al módulo discriminador 514, al submódulo 518 de bucle de Costas y a las salidas de banda base 524. En funcionamiento, el desmodulador IQ 510 lleva a cabo la conversión reductora sobre las señales haciendo uso de una fuente de frecuencia proporcionada por el VCO 520 del convertidor reductor, y transmite las señales sometidas a conversión reductora al módulo discriminador 514, al submódulo de bucle de Costas 518 y a las salidas de banda base 524.
- 55 El módulo discriminador 514 está acoplado además al módulo de función de control 516. En funcionamiento, el módulo discriminador realiza una discriminación sobre las señales y transmite una salida resultante al módulo de función de control 516.

El módulo de función de control está acoplado además al VCO 520 del convertidor reductor. En funcionamiento, módulo de función de control 516 lleva a cabo una función de control en base a la salida recibida desde el módulo discriminador 514 y transmite una salida de control resultante al VCO 520 del convertidor reductor.

5 El submódulo de bucle de Costas 518 está acoplado además al VCO 522 del convertidor elevador. En funcionamiento, el submódulo de bucle de Costas 518 realiza parte de la función de un bucle de Costas convencional, y transmite una salida de control resultante al VCO 522 del convertidor elevador.

Haciendo uso de la señal de control recibida desde el submódulo del bucle de Costas 518, el VCO 522 del convertidor elevador determina el valor de frecuencia a utilizar dado que actúa, tal como se ha mencionado anteriormente, como la fuente de frecuencia para el modulador IQ 506.

10 Haciendo uso de la salida de control recibida desde el módulo de función de control 516, el VCO 520 del convertidor reductor determina el valor de frecuencia a utilizar dado que actúa, tal como se ha mencionado anteriormente, como la fuente de frecuencia para el desmodulador IQ 510.

Las salidas de banda base 524 transmiten las señales sometidas a conversión reductora, recibidas desde el desmodulador IQ 510, al circuito digital 222 del módem de recepción.

15 En esta realización se utiliza modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK, quadrature phase shift keying), pero en su lugar se pueden utilizar otros tipos de modulación, por ejemplo modulación de amplitud en cuadratura (QAM, quadrature amplitude modulation), desplazamiento de fase mínimo (MSK, minimum shift keying) y similares.

20 En una visión general, el circuito analógico 224 del módem de recepción funciona para eliminar desplazamientos de fase y de frecuencia que se producen como parte del proceso de transmisión/modulación. La salida resultante es entonces una constelación "estacionaria" que se puede descodificar fácilmente y procesar adicionalmente. Es decir, el esquema de modulación (en esta realización, QPSK) aplica rotación a las señales, de tal modo que los símbolos de una señal entrante tienen un efecto de "fase desconocida" y, debido a que la frecuencia de desplazamiento entre los dos extremos del enlace de comunicaciones no se conoce, tiene asimismo un efecto de "constelación giratoria".  
 25 En efecto, los símbolos "se giran" mediante el circuito analógico 224 del módem de recepción, de tal modo que los puntos de constelación del esquema de modulación (en este caso QPSK) se alinean de hecho adecuadamente. Es decir, las señales de banda base emitidas desde el circuito analógico 224 del módem de recepción al circuito digital 222 del módem de recepción han visto eliminados (o por lo menos reducidos) sus desplazamientos de frecuencia y de fase. Generalmente, esto se puede considerar como un proceso de recuperación de portadora. La magnitud de la rotación es determinada por el submódulo de bucle de Costas 518. Es decir, el submódulo de bucle de Costas 518 comprende los elementos de un bucle de Costas convencional que sirven para analizar la salida que está siendo emitida por el circuito analógico 224 del módem de recepción, determinar cuánta rotación existe y generar la señal necesaria para indicar qué frecuencia se requiere para compensar dicha rotación.  
 30

35 La magnitud de la rotación es controlada de hecho por el circuito analógico 224 del módem de recepción a modo de retroalimentación, controlando la diferencia de frecuencias entre los dos VCO 520, 522.

Otros detalles del funcionamiento descrito anteriormente del circuito analógico 224 del módem de recepción son los siguientes.

40 Las entradas de banda base 502 procedentes del circuito receptor 226 se convierten a frecuencia intermedia (IF, intermediate frequency) utilizando el modulador IQ 506. El propio VCO 522 del convertidor elevador que proporciona la fuente de frecuencia para esta conversión está controlado por un bucle que extrae la fase de portadora del flujo de símbolos. Este bucle está basado en un procedimiento de bucle de Costas (convencional). La IF se filtra a continuación mediante el filtro de paso banda 508 para eliminar cualesquiera señales espurias y se somete a conversión reductora en el modulador IQ 510 utilizando un segundo VCO, es decir el VCO 520 del convertidor reductor, como fuente de frecuencia. Cuando el bucle de recuperación de portadora se bloquea, la salida del modulador IQ 510 se rota de tal modo que la constelación de modulación del receptor está en la fase correcta. Estas señales de banda base pueden ser entregadas a continuación al circuito digital 222 del módem de recepción para su posterior procesamiento. El bucle de recuperación de portadora reconoce errores en la rotación de la constelación de salida y aplica las correcciones apropiadas al VCO 522 del convertidor elevador.  
 45

50 El otro VCO, es decir el VCO 520 del convertidor reductor, está controlado de tal modo que sigue a largo plazo la frecuencia nominal de los dos VCO 520, 522. Las funciones de discriminador y de control implementadas por el módulo discriminador 514 y el módulo de función de control 516 respectivamente, son responsables de conseguir este seguimiento. Este seguimiento 'a largo plazo' de los dos VCO 520, 522 significa que el bucle de recuperación de portadora no necesita aceptar grandes desplazamientos de frecuencia, que de lo contrario conducirían a dificultades en la adquisición y mantenimiento del bloqueo de portadora. Esto tiende a dar lugar a un diseño de VCO simple, de baja potencia, bajo coste, que no requiere una costosa estabilidad.  
 55

En el funcionamiento anterior, de hecho el modulador IQ 506 convierte a frecuencia intermedia (IF) las señales de entrada de banda base filtradas en paso bajo entrantes.

Por lo tanto, un experto en la materia apreciará que, en el circuito analógico 224 del módem de recepción como un conjunto, una parte de un circuito de bucle de Costas convencional ha sido utilizada en combinación con un enfoque diferente a la conversión elevadora y reductora que se utilizaría normalmente o incluso se consideraría para un bucle de Costas convencional. En otras palabras, un bucle de Costas convencional requeriría que una señal recibida que se introduce en el bucle de Costas esté en forma de frecuencia intermedia, habiendo sido preprocesada en forma convencional a dicha forma de frecuencia intermedia. Por lo tanto, si una persona cualificada desea procesar una señal de banda base entrante utilizando un bucle de Costas convencional, el enfoque obvio sería llevar a cabo una conversión de banda base intermedia (conversión elevadora) antes de introducir la señal de frecuencia intermedia resultante en una disposición de bucle de Costas convencional. Esto no es igual que el enfoque utilizado mediante la disposición del circuito analógico 224 del módem de recepción, que utiliza en cambio conversión elevadora como un elemento fundamental que juega una función de retroalimentación dentro de una nueva forma de implementación del enfoque de tipo bucle de Costas.

En otras realizaciones más simples, se puede omitir el módulo discriminador y de función de control 512. Sin embargo, en esta realización, se proporcionan ventajas adicionales mediante el módulo discriminador y de función de control 512, como sigue.

En el funcionamiento de tipo bucle de Costas, el VCO puede ser difícil de implementar debido a que el bucle de Costas requiere eliminar el desplazamiento para que esté dentro de un determinado tamaño, es decir, no demasiado grande. Por ejemplo, si las diferencias de frecuencia son demasiado elevadas al inicio, o la rotación de fase es demasiado rápida en la señal entrante, puede existir un fallo para el bloqueo. Este aspecto es particularmente relevante en el circuito analógico 224 del módem de recepción dado que éste tiene dos VCO funcionando, y sus diferencias de frecuencia relativas juegan un papel significativo. El módulo discriminador 514 monitoriza la diferencia de frecuencia residual a la salida de cada desmodulador IQ 510 y utiliza la diferencia de frecuencia residual medida para controlar o especificar la frecuencia para el VCO 520 del convertidor reductor, controlando o especificando de ese modo el alineamiento de frecuencias relativo entre los dos VCO 520, 522 en los primeros intentos de bloqueo o en las etapas de recalibración, es decir, de hecho cada vez que se inicia el bucle de Costas.

Se debe observar que, en esta realización, el módulo discriminador y de función de control 512 controla el alineamiento de frecuencias relativo entre los dos VCO 520, 522 mediante controlar (solamente) el VCO 520 del convertidor reductor. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones, el módulo discriminador y de función de control 512 puede controlar el alineamiento de frecuencias relativo entre los dos VCO 520, 522 controlando solamente el VCO 522 del convertidor elevador o incluso controlando ambos VCO 520, 522.

El módulo discriminador 514 y el módulo de función de control 516 se pueden implementar de cualquier manera adecuada para llevar a cabo las operaciones descritas anteriormente. Otros detalles del módulo discriminador 514 y el módulo de función de control 516 de esta realización son los siguientes.

El módulo discriminador 514 funciona sobre las salidas de banda base 524 para determinar el valor de cualquier desplazamiento de frecuencia que esté provocado en estas salidas por la diferencia de frecuencias entre los dos VCO 520, 522. Una vez este valor es conocido, puede ser utilizado por medio del módulo de función de control 516 para ajustar el VCO 520 del convertidor reductor. Para facilitar esto, las entradas de banda base al circuito analógico 224 del módem de recepción se mantienen a niveles fijos, representando un símbolo fijo. Esto se implementa desconectando las entradas de banda base 502 que llegan del transceptor 26 y sustituyéndolas por un nivel fijo. Dado que en este caso el símbolo no está cambiando, es posible implementar de manera simple el módulo discriminador; en esta realización, éste comprende un filtro de banda base complejo con una pendiente de frecuencia-amplitud constante, de tal modo que la frecuencia se puede obtener comparando niveles de señal antes y después del filtro. Esta frecuencia se pasa en efecto al módulo de función de control 516. Esta implementación del módulo discriminador 514 es simple pero adecuada, dado que está destinada solamente a medir y corregir los términos de frecuencia con la precisión suficiente, que la funcionalidad de bucle de Costas puede adquirir una vez que las entradas de banda base 502 que llegan del transceptor 26 se aplican de nuevo al circuito analógico 224 del módem de recepción. En esta realización, la funcionalidad de bucle de Costas se puede bloquear siempre que el error de frecuencia residual sea menor de aproximadamente 10 MHz.

Cualquier circuito de bucle de Costas adecuado puede ser utilizado como base para la parte del mismo utilizada en el submódulo de bucle de Costas 518. Por ejemplo, un bucle de Costas como el descrito en el documento "Synchronous data recovery in RF communication channels"; Song, B.-S.; IEEE Journal of Solid-State Circuits, volumen: 22, número: 6, identificador digital de objeto: 10.1109/JSSC.1987.1052870, año de publicación: 1987, páginas: 1169 - 1176, cuyos contenidos se incorporan como referencia al presente documento.

Cualquier implementación convencional de un circuito digital del módem de recepción puede ser utilizada para la implementación del circuito digital 222 del módem de recepción. Además, lo más probable será que éstos se puedan simplificar en comparación con implementaciones usuales, debido al proceso de recuperación de portadora y otros procesos ya llevados a cabo por el circuito analógico 224 del módem de recepción. Por supuesto, otra ventaja del circuito analógico 224 del módem de recepción es que el proceso de recuperación de portadora se puede implementar de manera más fácil o más eficiente mediante el circuito analógico 224 del módem de recepción del que sería el caso para la recuperación digital que sino sería necesario implementar en el circuito digital 222 del

módem de recepción. En mayor detalle, el circuito digital 222 del módem de recepción de esta realización está dispuesto para llevar a cabo (posiblemente, entre otras funciones) lo siguiente: recuperación de reloj (es decir, recuperación del reloj de símbolo desde el flujo de datos); recuperación de la temporización de tramas (es decir, determinar dónde se inician las tramas de datos); y codificación de canal (es decir, corrección de errores).

- 5 Por completitud, haciendo de nuevo referencia a la figura 2, se debe observar que tanto el circuito analógico 124 como el módem de transmisión como el circuito digital 122 del módem de transmisión se pueden implementar de cualquier manera convencional.

10 Los aparatos para implementar los circuitos descritos anteriormente, incluyendo el circuito analógico 224 del módem de recepción, se pueden proporcionar configurando o adaptando cualesquiera componentes electrónicos adecuados, u otros aparatos, por ejemplo uno o varios procesadores.

15 Se puede disponer un número relativamente grande de unidades de comunicación 6, para proporcionar un correspondiente número de conexiones bidireccionales con la unidad de comunicación de producción 8, funcionando estas conexiones simultáneamente o en otro sentido temporal solapando, aunque utilizando no obstante el mismo par de frecuencias de transmisión y recepción, mediante disponer un ángulo del haz de antena relativamente estrecho para las antenas 12 y posicionar las respectivas unidades de comunicación 6 de tal modo que sus haces no solapen cuando comunican con la unidad de comunicación de producción 8. Preferentemente, cada una de las unidades de comunicación 6 tiene un ángulo de haz de antena menor o igual de 2°. Por ejemplo, en una realización, se proporcionan dieciséis conexiones bidireccionales mediante dieciséis unidades de comunicación cuyas antenas pueden tener un ángulo del haz de aproximadamente 1,2°, y las unidades están posicionadas de tal modo que existe por lo menos una separación de 3° entre cada línea de visión de la conexión bidireccional.

20 En cualquiera de las realizaciones anteriores, las frecuencias de RF de transmisión y recepción son preferentemente mayores o iguales que 50 GHz, y aún más preferentemente mayores o iguales que 55 GHz.

25 En cualquiera de las realizaciones anteriores, una separación de frecuencias preferible entre recepción y transmisión en las conexiones bidireccionales está en el intervalo de 4 GHz a 5 GHz. Por ejemplo, en cualquiera de las realizaciones anteriores, un par de frecuencias adecuado puede ser uno en el que la transmisión mediante una o varias de las unidades de comunicación 6 se lleve a cabo aproximadamente a 58 GHz y la recepción (mediante las mismas una o varias unidades de comunicación 6) aproximadamente a 62,5 GHz, o viceversa (es decir, una separación de frecuencias entre transmisión y recepción de aproximadamente 4,5 GHz).

30 En otras realizaciones, las unidades de comunicación 6 están adaptadas para ser utilizadas en un sentido reconfigurable, es decir, para su utilización a otras frecuencias dentro de una banda de frecuencia determinada, por ejemplo a otras frecuencias dentro de una banda de frecuencias de 56,5 GHz a 64 GHz (con cambio de frecuencias del diplexor).

35 En las realizaciones anteriores, el sistema de comunicaciones se utiliza para proporcionar conexiones inalámbricas, por ejemplo conexiones inalámbricas fijas, como parte de una disposición de emisión exterior de televisión. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y el sistema de comunicación, o uno o varios de sus elementos, pueden ser utilizados para otras aplicaciones de punto a punto donde se tienen que comunicar datos de video, por ejemplo video de alta resolución no comprimido. Asimismo, los formatos de datos de video y/o las velocidades descritas en las realizaciones anteriores no son esenciales, y se pueden comunicar otros formatos y/o velocidades. Dichos datos pueden ser comprimidos o no comprimidos, según se requiera. En otras realizaciones, se pueden comunicar otros datos que no sean datos de video, en particular cuando las velocidades de flujo de datos sean comparables a los requisitos de velocidad de flujo de datos de video.

40 En las realizaciones anteriores, el sistema de comunicación es bidireccional. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones el sistema de comunicación es unidireccional.

45 En las realizaciones anteriores, los diversos componentes de la unidad de comunicación están montados físicamente en una carcasa, y la antena está montada físicamente en la carcasa. Sin embargo, estos detalles no tienen por qué ser el caso. Por ejemplo, en otras realizaciones, los diversos componentes pueden estar montados o contenidos de otro modo en más de una carcasa, o pueden estar montados o dispuestos de otro modo de manera expuesta no involucrando una carcasa como tal. Asimismo, la antena puede estar situada de manera no fija en alguna carcasa, por ejemplo en la carcasa, o de manera autónoma separada de la carcasa.

50 En las realizaciones anteriores, por lo menos parte de los circuitos para las funciones de módem digital de transmisión y recepción se proporcionan en una respectiva única placa determinada, y por lo menos la mayor parte de los circuitos para las funciones de módem analógico de transmisión y recepción se proporcionan en otra placa determinada. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones estos respectivos circuitos se pueden proporcionar en varias placas, y algunos o la totalidad de los circuitos de módem digital se pueden proporcionar en la misma placa o placas que parte o la totalidad de los circuitos de módem analógico.

55 En las realizaciones anteriores, el diplexor 34 está fabricado a partir, y tiene dimensiones exteriores de una placa o bloque macizo con forma rectangular. En otras realizaciones, la forma puede ser diferente de rectangular. Asimismo,

5 el bloque no tiene que estar conformado a partir de solamente un único bloque como tal, por ejemplo se podrían adherir juntas dos partes secundarias. En las realizaciones anteriores, el diplexor está fabricado de aluminio acabado con un acabado superficial de Iridite (marca registrada). Sin embargo, estos detalles no son esenciales, por ejemplo se puede aplicar un tratamiento superficial diferente, o ningún tratamiento superficial. Asimismo, se pueden utilizar otros materiales aparte de aluminio para el diplexor, por ejemplo latón o cobre con revestimiento en plata para reducir las pérdidas de ondas milimétricas. En las realizaciones anteriores, la estructura estratificada se proporciona al unirse la placa de RF 32 a una superficie del diplexor 34, sin bien en otras realizaciones se pueden utilizar otras disposiciones de fijación. En las realizaciones anteriores, la unidad de comunicación comprende además una placa de fuente de alimentación independiente. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones se pueden proporcionar in situ componentes de fuente de alimentación en las otras placas, o disponerse de otro modo.

15 El enfoque relativo de disposición y apilamiento, en estas realizaciones anteriores de la placa de fuente de alimentación/(placa de) módem digital/(placa de) módem analógico/transceptor no es esencial, y estos (u otros elementos en otras realizaciones) pueden ser dispuestos/apilados físicamente de otros modos en otras realizaciones. El tamaño de la carcasa descrita anteriormente e indicada en la figura 3 es tan sólo a modo de ejemplo.

20 En relación con la disposición de montaje de los IC de transmisión y recepción 50 y 52, y otros componentes, en la placa de RF 32, descrita anteriormente haciendo referencia a la figura 4, los detalles de la misma no tienen por qué ser tal como se ha descrito en las realizaciones anteriores. Por ejemplo, en otras realizaciones, se pueden utilizar otros modos de montaje y conexión del IC transmisor 50 y el IC receptor 52. Asimismo, el IC transmisor 50 y el IC receptor 52 no tienen que estar situados en posiciones que estén alineadas aproximadamente con las posiciones de la abertura 45 para guía de ondas del puerto transmisor y la abertura 47 para guía de ondas del puerto receptor del diplexor respectivamente, si bien esto incrementará las longitudes de pista entre el IC y la disposición de acoplamiento de puertos.

25 En otras realizaciones, se pueden emplear IC de transmisor y receptor diferentes a los utilizados en las realizaciones anteriores.

Los diversos detalles relativos a la placa de RF, que se han descrito haciendo referencia la figura 5, no son esenciales, y en otras realizaciones se pueden utilizar en su lugar otras formas y detalles de la placa de RF.

30 Varios detalles de la estructura de guía de ondas y las aberturas para guía de ondas del diplexor 34, que se han descrito por ejemplo haciendo referencia a las figuras 6A y 6B, no son esenciales, y en otras realizaciones se pueden utilizar en su lugar otras formas y detalle de la estructura de guía de ondas y las aberturas para guía de ondas.

35 En las realizaciones anteriores, la estructura de guía de ondas se forma en el bloque macizo del diplexor mecanizando el bloque macizo para ahuecar la estructura de guía de ondas. Se controla el mecanizado, o se lleva a cabo un mecanizado adicional, para proporcionar los filtros. Los filtros de guía de ondas proporcionan bajas pérdidas de inserción y un factor Q elevado, de tal modo que las frecuencias de transmisión y de recepción se pueden aproximar entre sí para un aislamiento particular. No obstante, en otras realizaciones se pueden utilizar en su lugar otras técnicas. Por ejemplo, en otras realizaciones, se puede implementar un filtro de microcinta sobre la superficie exterior de la pcb superior de doble cara 62. Sin embargo, esto tendría unas mayores pérdidas por inserción y un menor factor Q.

Ciertas ventajas que es probable se proporcionen son las siguientes.

45 La utilización descrita anteriormente de un diplexor de bloque macizo con una placa de RF unida al mismo proporciona una disposición compacta con un equilibrio ventajoso entre separación de transmisión y recepción en comparación con la dilución de la energía. Este enfoque permite asimismo ventajosamente utilizar la misma polarización tanto para transmisión como para recepción (aunque esto no es esencial), lo cual es particularmente ventajoso para aplicaciones de emisión exterior dado que esto puede contemplar en cierta medida la naturaleza de la atenuación provocada por la lluvia, donde las señales de polarización vertical sufren menos atenuación por lluvia comparadas con las señales de polarización horizontal.

50 La placa de RF 32 es relativamente delgada y requiere soporte mecánico y un disipador térmico. Ventajosamente, el diplexor 34 puede llevar a cabo estas funciones además de su función fundamental de diplexación, tendiendo de ese modo a proporcionar una estructura global del aparato compacta y ligera, evitando o reduciendo la necesidad de un soporte físico y un disipador térmico independientes para la placa de RF.

Se puede proporcionar un alcance de más de 1 km en base a la utilización de modulación QPSK y corrección de errores hacia delante, aunque el funcionamiento sea en una banda de frecuencia situada en torno a 60 GHz.

55 Se puede proporcionar un aparato físicamente compacto, aunque el funcionamiento sea en una banda de frecuencia situada en torno a 60 GHz.

Se puede proporcionar funcionamiento de conexión dúplex bidireccional utilizando multiplexación por división de frecuencia, aunque el funcionamiento sea en una banda de frecuencia situada en torno a 60 GHz.

Las anteriores ventajas potenciales son particularmente ventajosas para su utilización en aplicaciones de emisión exterior, y similares.

- 5 En la descripción anterior, las diversas realizaciones de los circuitos de módem analógico, y las diversas realizaciones de los procedimientos de recuperación de portadora llevados a cabo por circuitos de módem analógico, se han descrito en relación con, y son particularmente ventajosas en el contexto de los ejemplos particulares descritos anteriormente de sistemas de comunicación inalámbrica, unidades de comunicación inalámbrica, por ejemplo, los que incluyen uno o varios de: un diplexor de bloque, comunicación bidireccional, transmisión diferencial, placas de RF individuales, una sola antena, emisión exterior, comunicación punto a punto, conexiones bidireccionales, funcionamiento a frecuencias mayores de 50 GHz, y similares. Sin embargo, se apreciará que las realizaciones descritas de circuitos de módem analógico, y las realizaciones descritas de procedimientos de recuperación de portadora llevados a cabo por circuitos de módem analógico, representan por sí mismas realizaciones de la presente invención y pueden ser utilizadas en un gran número de contextos y
- 10
- 15 disposiciones diferentes a los descritos anteriormente.



**REIVINDICACIONES**

1. Un circuito (224) de módem analógico para utilizar entre un receptor de radiofrecuencia, RF, y un circuito de módem digital; comprendiendo el circuito (224) de módem analógico
- 5    entradas (502) para recibir una señal de entrada de RF de banda base desde un receptor de RF; un convertidor elevador (506) con frecuencia suministrada por un oscilador controlado por tensión, VCO, (522) del convertidor elevador; un convertidor reductor (510) con frecuencia suministrada por un VCO (520) del convertidor reductor; un submódulo de bucle de Costas (518); y
- 10   salidas (524) para entregar salidas de banda base del convertidor reductor (510) a un circuito de módem digital; en el que el convertidor elevador (506) alimenta el convertidor reductor (510), y el módulo (518) del bucle de Costas lleva a cabo funcionalidad de bucle de Costas sobre la salida del convertidor reductor (510) para controlar la salida de frecuencia del VCO (522) del convertidor elevador, con el fin de controlar de ese modo la modificación de la rotación de los símbolos de la señal de banda base cuando ésta es sometida a conversión elevadora y a continuación a conversión reductora para proporcionar las salidas de banda base.
- 15    2. Un circuito (224) de módem analógico según la reivindicación 1, en el que por lo menos uno de los VCO está controlado en función de una diferencia de frecuencia residual entre los dos VCO a la salida del convertidor reductor (510), en el momento en que se inicia la funcionalidad de bucle de Costas.
- 20    3. Un circuito (224) de módem analógico según la reivindicación 2, en el que el control se lleva a cabo en un primer intento de bloqueo de la funcionalidad de bucle de Costas.
4. Un circuito (224) de módem analógico según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que el control se lleva a cabo en una etapa de recalibración de la funcionalidad de bucle de Costas.
- 25    5. Un circuito (224) de módem analógico según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que la diferencia de frecuencia residual se determina cuando se mantienen a niveles fijos las entradas de banda base, representando un símbolo fijo.
6. Un circuito (224) de módem analógico según la reivindicación 5, que comprende además un filtro de banda base complejo, con una pendiente de frecuencia-amplitud constante, donde la frecuencia residual se determina comparando niveles de señal antes y después del filtro.
- 30    7. Un procedimiento de recuperación de portadora llevado a cabo por un circuito (224) de módem analógico para su utilización entre un receptor de radiofrecuencia, RF, y un circuito de módem digital; comprendiendo el procedimiento: recibir una señal de entrada de RF de banda base desde un receptor de RF en entradas (502) del circuito (224) de módem analógico; un oscilador controlado por tensión, VCO, (522) de convertidor elevador, que suministra una frecuencia a un convertidor elevador (506); un VCO (520) de convertidor reductor que suministra una frecuencia a un convertidor reductor (510); alimentando el convertidor elevador (506) el convertidor reductor (510); un módulo de bucle de Costas (518) que lleva a cabo funcionalidad de bucle de Costas sobre la salida del convertidor reductor (510) para controlar la salida de frecuencia del VCO (522) del convertidor elevador con el fin de controlar de ese modo la modificación de la rotación de los símbolos de la señal de banda base cuando ésta es sometida a conversión elevadora y a continuación a conversión reductora para proporcionar salidas de banda base; y
- 40    salidas (524) del circuito (224) de módem analógico que entregan las salidas de banda base.
8. Un procedimiento según la reivindicación 7, en el que por lo menos uno de los VCO es controlado en función de la diferencia de frecuencia residual entre los dos VCO a la salida del convertidor reductor (510), en el momento en que se inicia la funcionalidad de bucle de Costas.
- 45    9. Un procedimiento según la reivindicación 8, en el que el control se lleva a cabo en un primer intento de bloqueo de la funcionalidad de bucle de Costas.

10. Un procedimiento según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el control se lleva a cabo en una etapa de recalibración de la funcionalidad de bucle de Costas.
11. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la diferencia de frecuencia residual se determina cuando se mantienen las entradas de banda base a niveles fijos, representando un símbolo fijo.
- 5 12. Un procedimiento según la reivindicación 11, en el que la diferencia de frecuencia residual se determina comparando niveles de señal antes y después de un filtro de banda base complejo.
13. Uno o varios procesadores dispuestos para funcionar de acuerdo con el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12.

Fig. 1

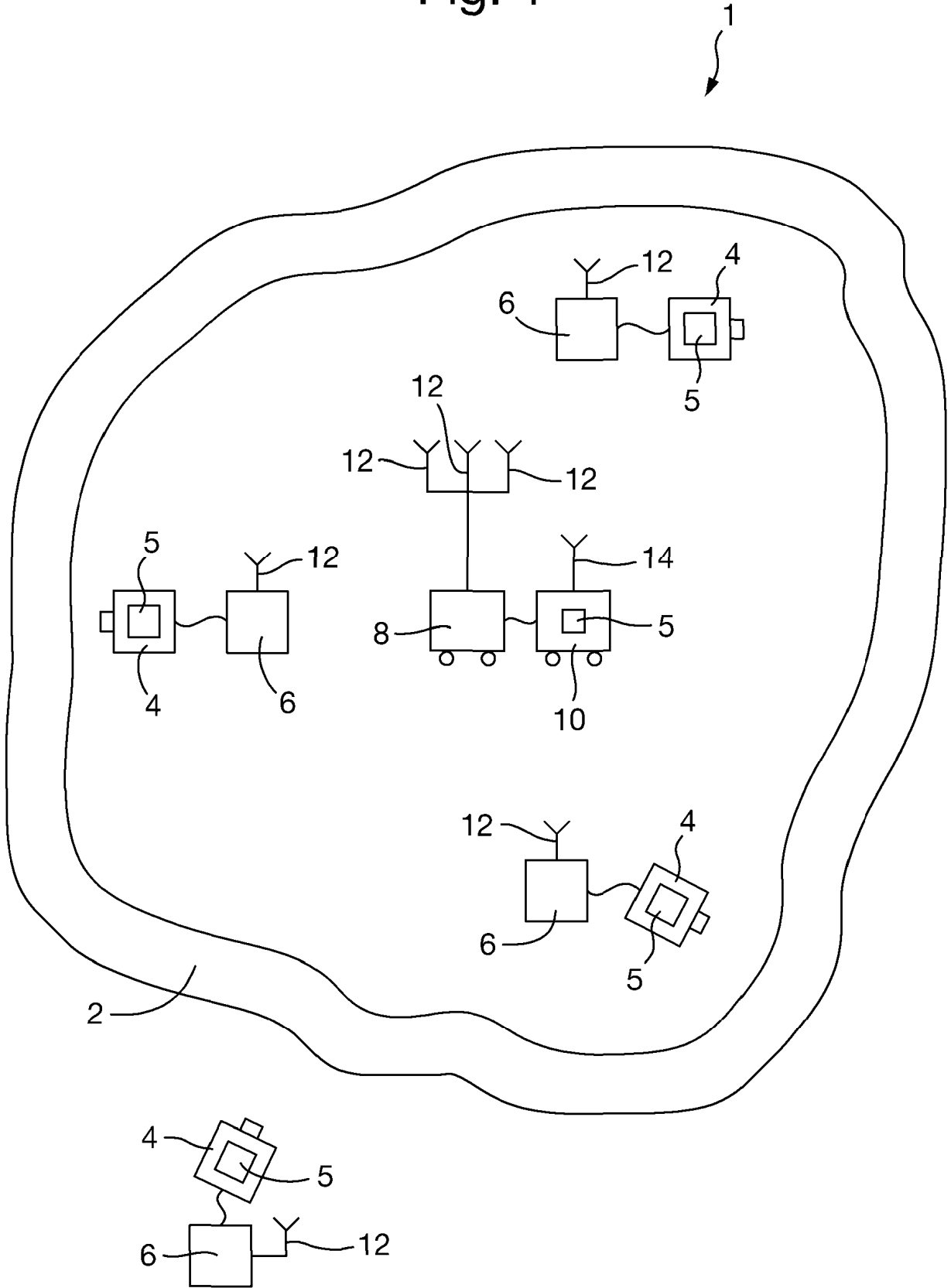


Fig. 2

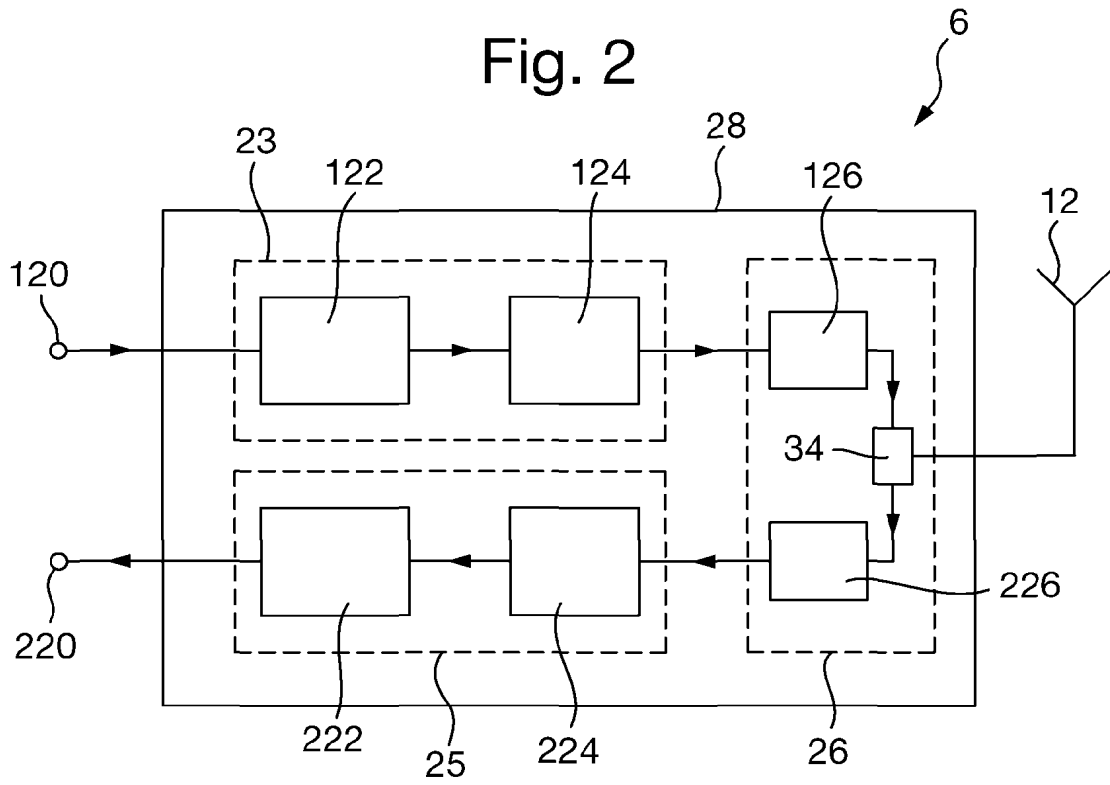


Fig. 3

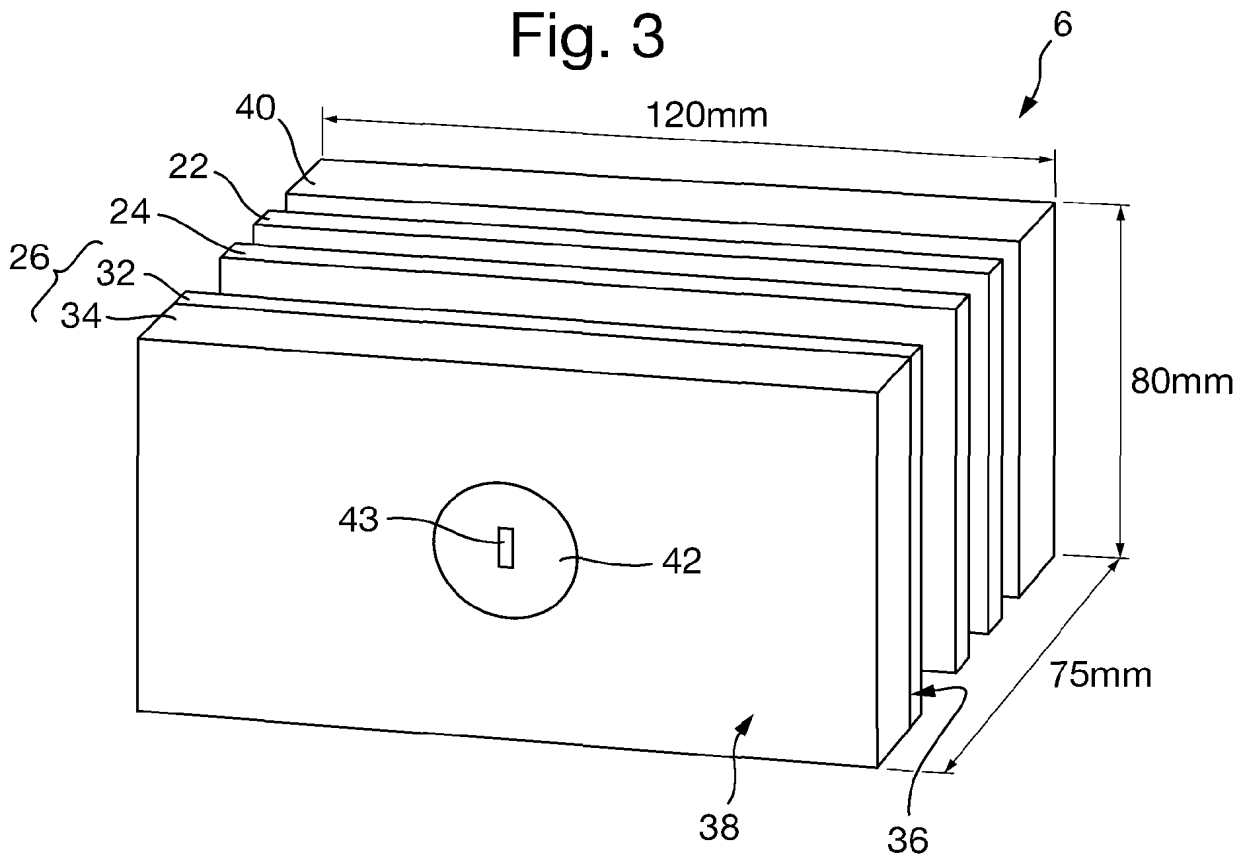
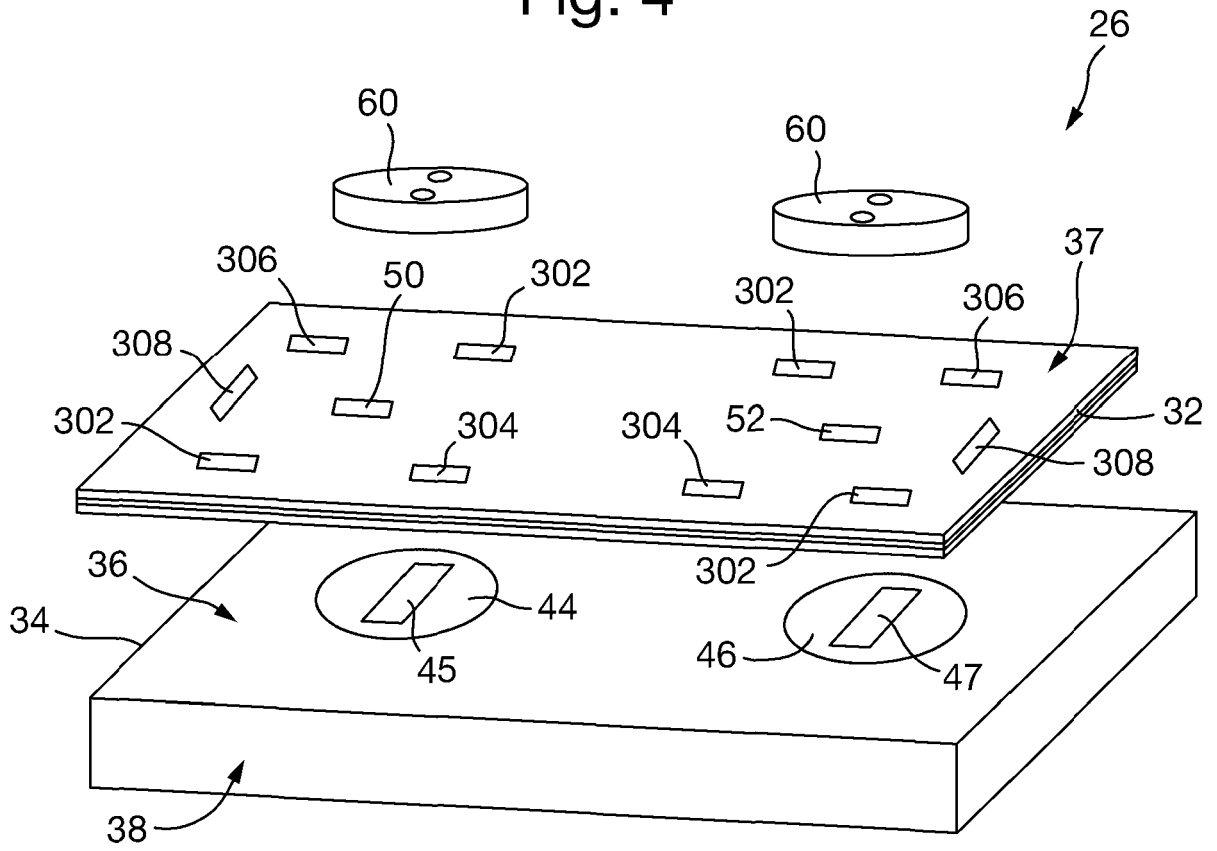


Fig. 4



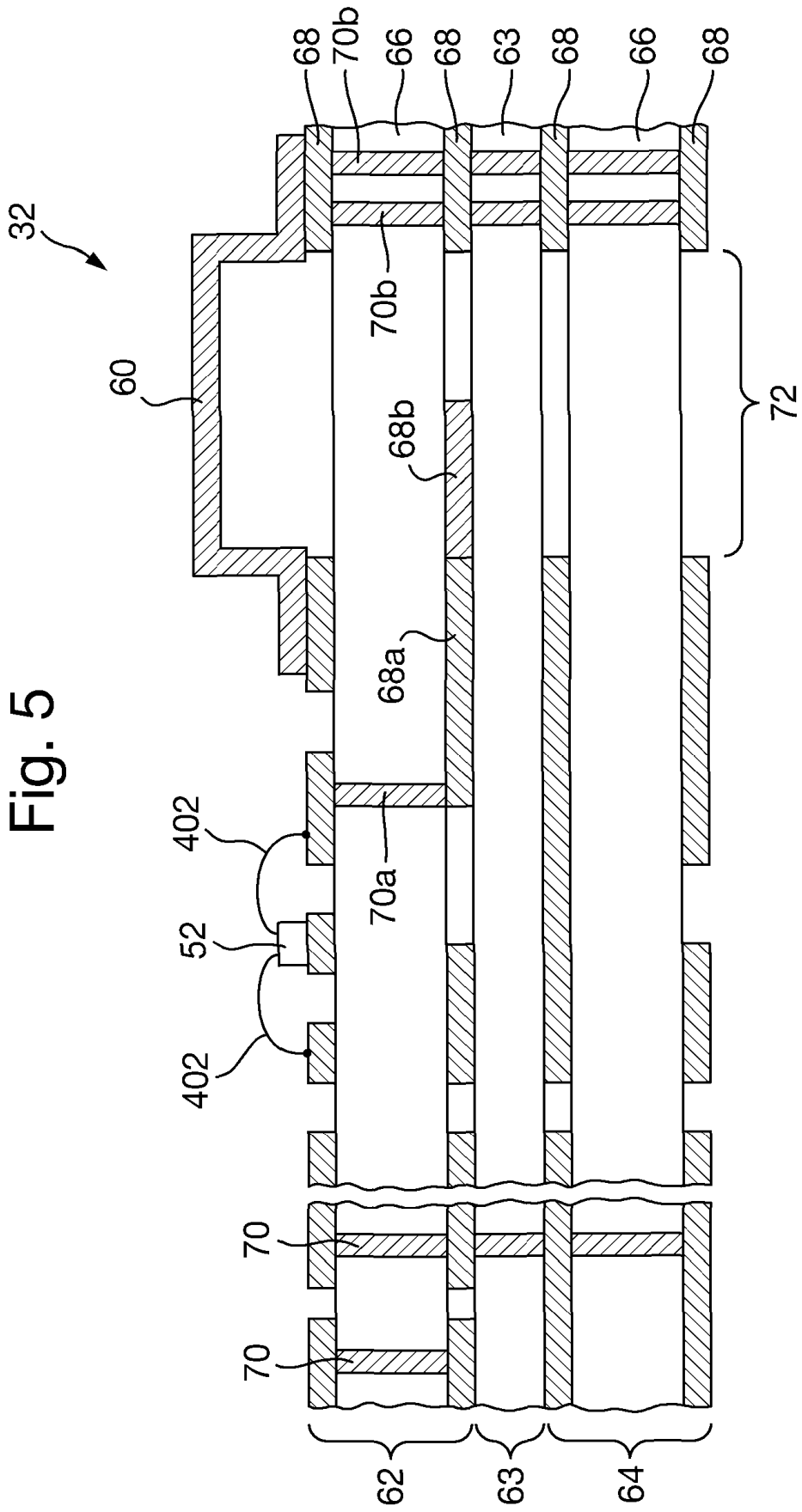


Fig. 6A

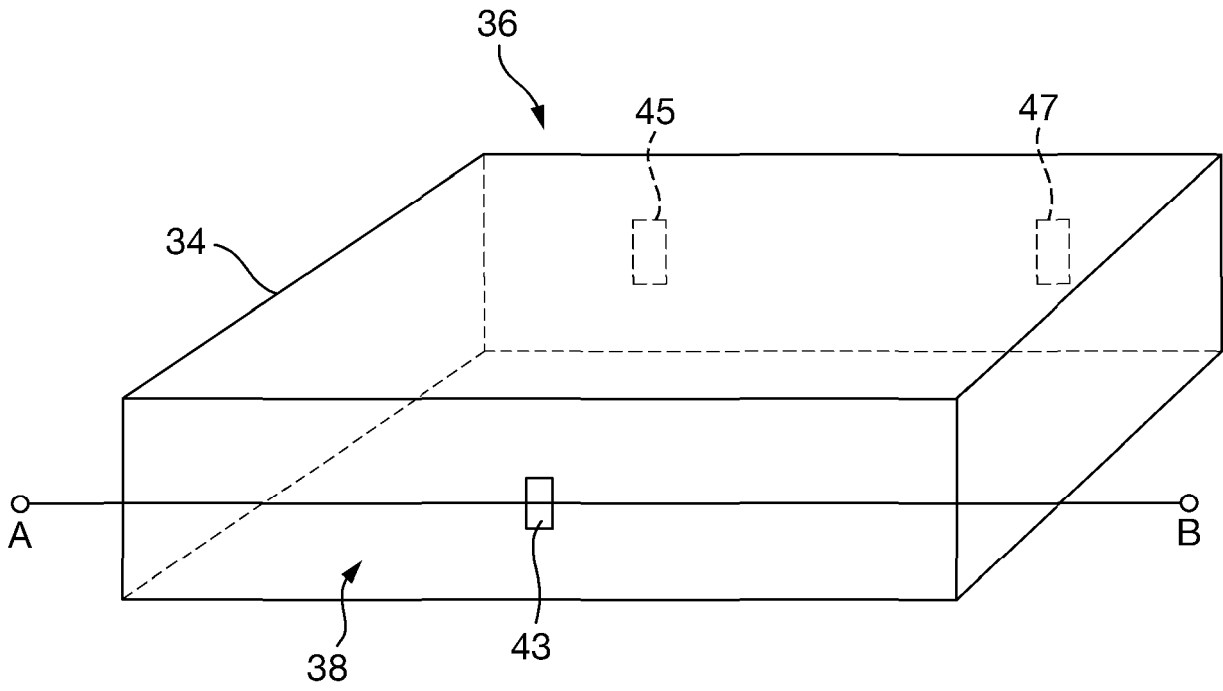


Fig. 6B

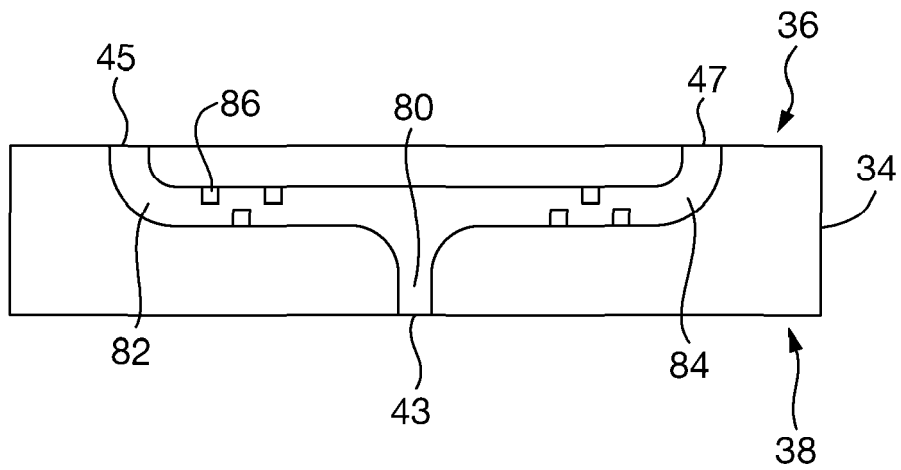


Fig. 7

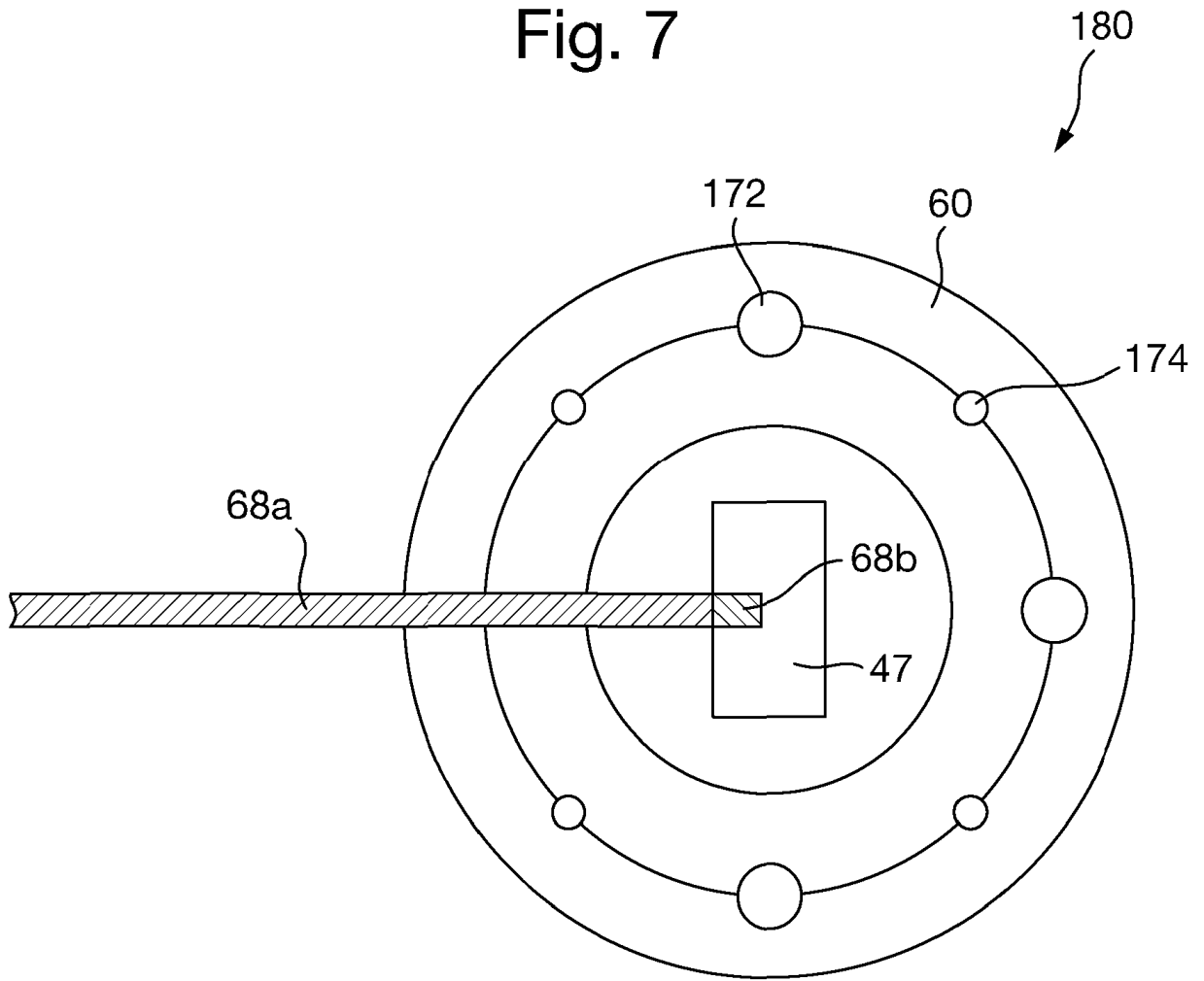




Fig. 8

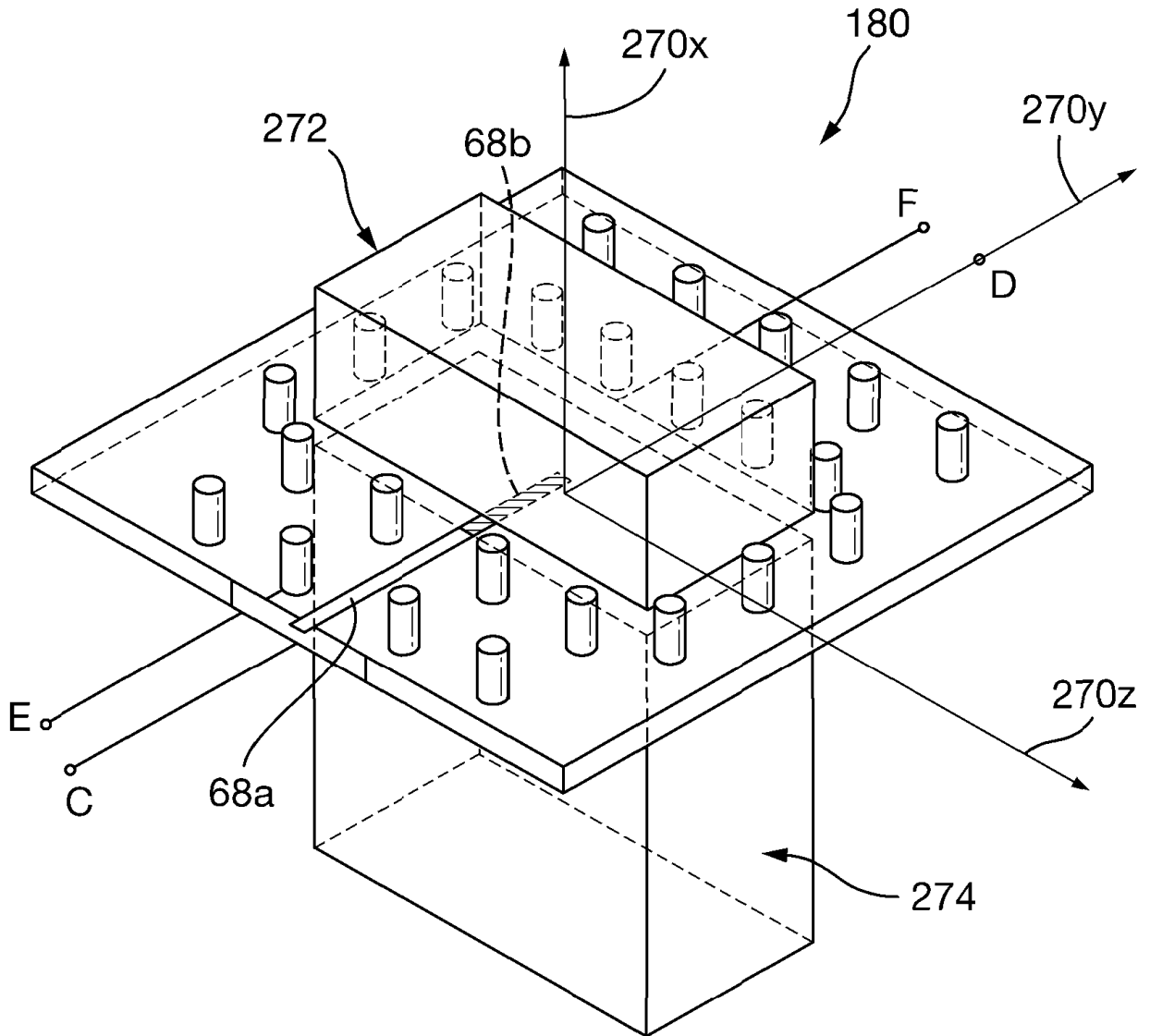


Fig. 9

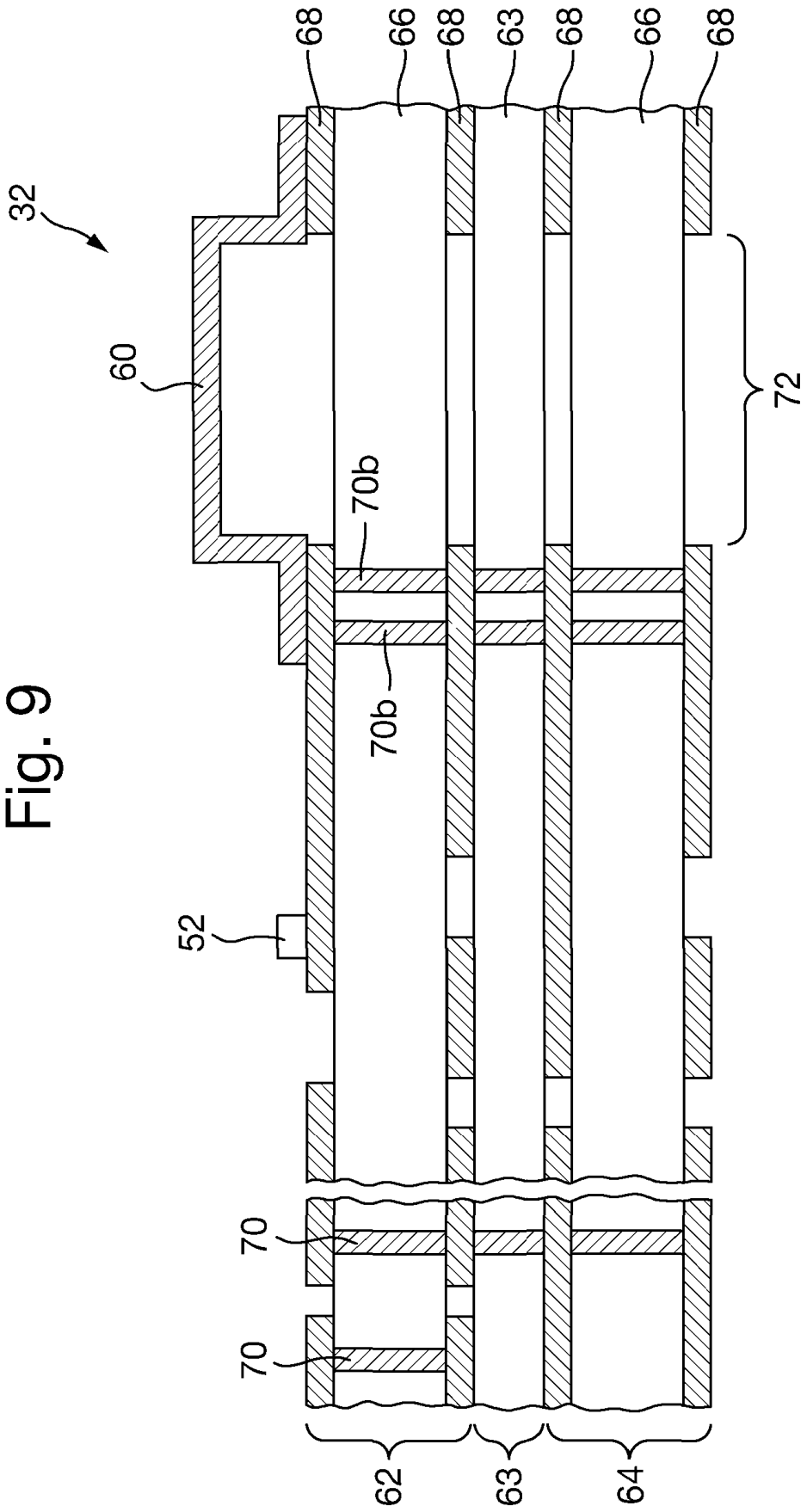


Fig. 10

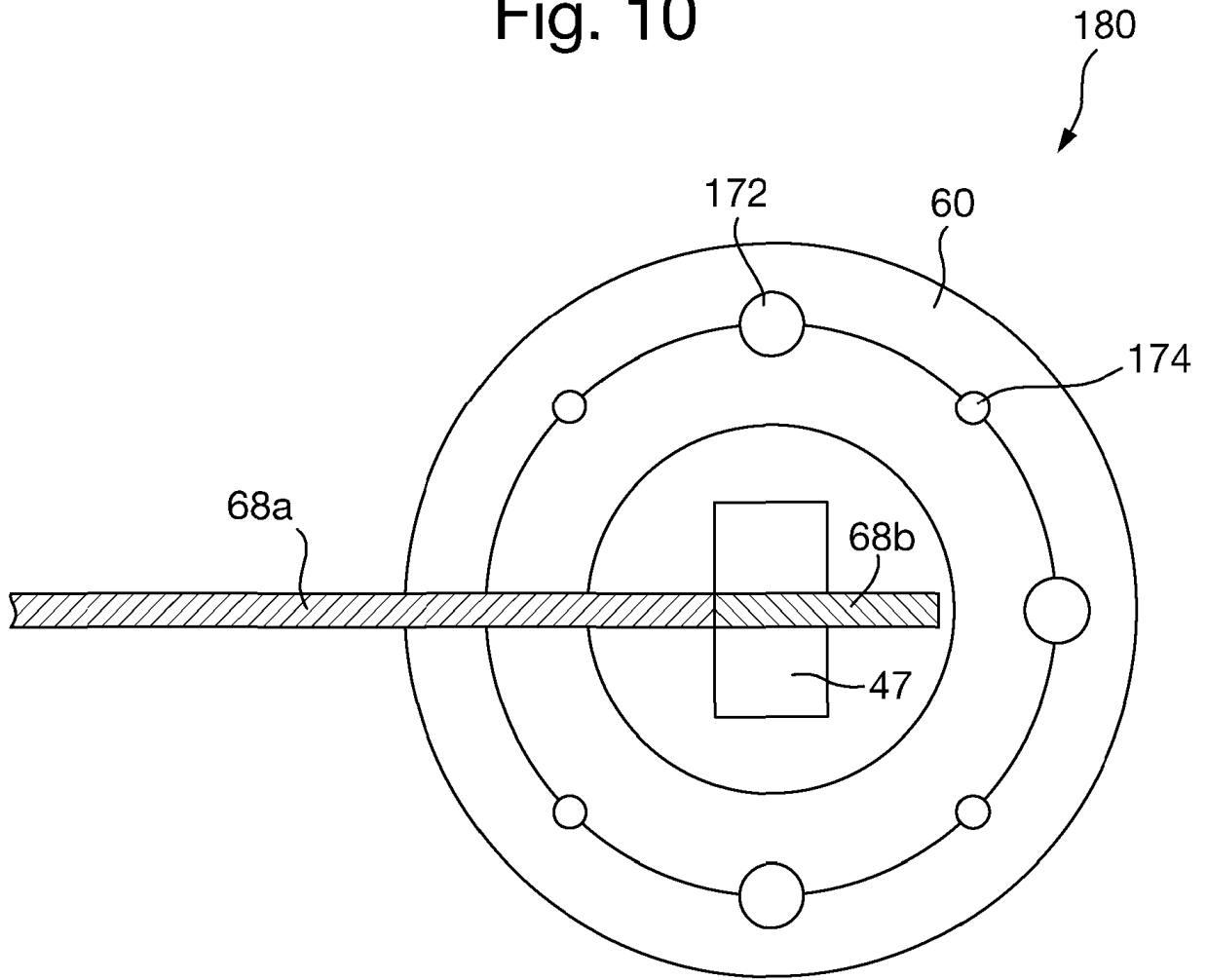


Fig. 11A

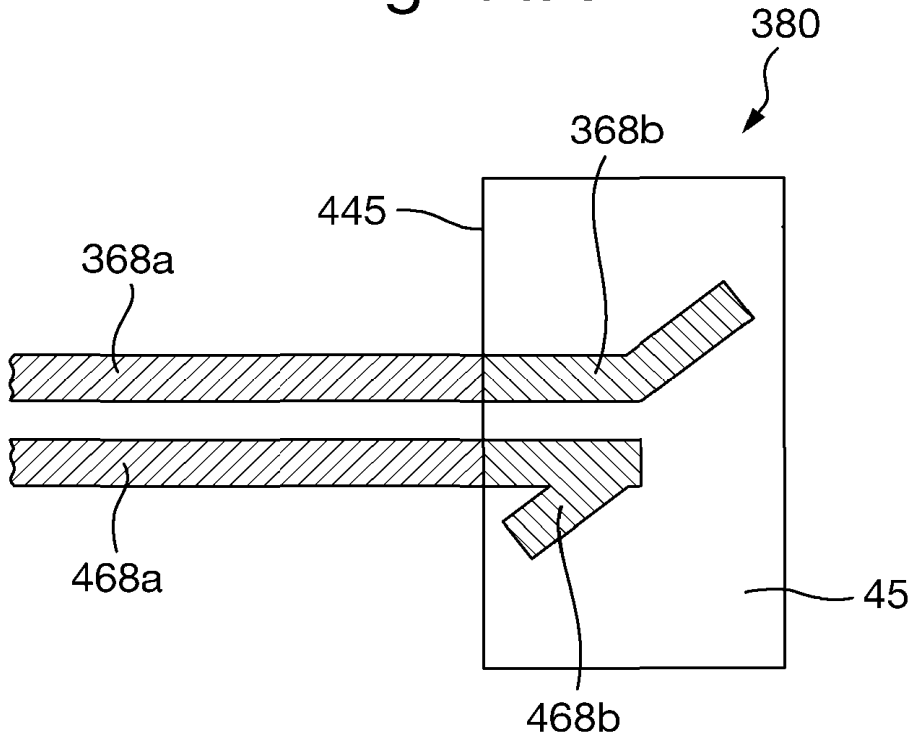


Fig. 11B

