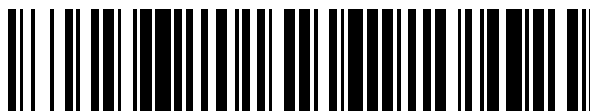


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 558**

51 Int. Cl.:

H04B 1/50 (2006.01)

H04B 1/40 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2012** **E 12753789 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015** **EP 2737635**

54 Título: **Comunicación por radiofrecuencia**

30 Prioridad:

29.07.2011 GB 201113129

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

29.10.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

PESCOD, CHRISTOPHER RALPH y
NAWAZ, SHAHBAZ

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 549 558 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 unidades de comunicación bidireccional de RF.

Antecedentes

La comunicación por radiofrecuencia (RF) es ampliamente conocida, incluyendo comunicación punto a punto por RF.

10 Para aplicaciones de emisión exterior, existen muchos escenarios en los que se requieren múltiples unidades de comunicación, cada una acoplada con una respectiva cámara de televisión, para transmitir datos de video a una unidad de comunicación central de producción (y, en ocasiones, funcionan bidireccionalmente, es decir, reciben asimismo datos de video transmitidos por la unidad de comunicación de producción central).

15 Se sabe que las transmisiones en una banda de frecuencias de 57 a 64 GHz situada alrededor de 60 GHz sufren una fuerte absorción atmosférica, y que en el RU y en otros países estas frecuencias forman una "banda sin licencia". Sin embargo, el equipamiento se tiene que ajustar a las especificaciones técnicas reguladoras pertinentes para asegurar que no se interfiere con quienes operan dentro de las bandas con licencia adyacentes. Esta banda de frecuencia es asimismo potencialmente atractiva para comunicación punto a punto, debido a la fuerte absorción atmosférica que limita la interferencia procedente de otras señales. Sin embargo, dichas características asimismo conducirían convencionalmente a dificultades para conseguir las distancias de transmisión deseadas, por ejemplo, para aplicaciones de emisión exterior, especialmente si se desea que el aparato de modulación, transmisión y recepción tenga un tamaño relativamente pequeño por razones de portabilidad y similares. Esta dificultad se agrava al aumentar las velocidades de transferencia de datos de video, por ejemplo, si se deseara realizar una transmisión punto a punto de señales de video de interfaz digital serial (SDI, Serial Digital Interface) de alta definición (HD, High Definition) (1,485 gigabits/segundo).

20 Por ejemplo, los módulos de transmisor y módulos de receptor convencionales para interconectar circuitos integrados de transmisor y de receptor (es decir, chips) y otros elementos, que utilizan conexiones discretas de guía de ondas y similares, con los correspondientes requisitos estrictos de separación electromagnética a 60 GHz, tienden a ser voluminosos y aparatosos. Se da a conocer un transceptor convencional de este tipo en el documento WO 2009/097134 A1.

30 Asimismo, en relación con la obtención de un rendimiento de alcance relativamente largo (por ejemplo >1 km), 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 rendimiento mejor pero tendría una serie de inconvenientes en términos de tamaño, peso, consumo de potencia y coste.

Características de la invención

35 En un primer aspecto, la presente invención da a conocer una unidad de comunicación bidireccional por radiofrecuencia, RF, que comprende: un módem de transmisión; un módem de recepción; un circuito transceptor de RF; una disposición de guía de ondas de acoplamiento; y una antena; donde la antena se utiliza tanto para recibir como para transmitir; el circuito transceptor de RF transmite y recibe a frecuencias de RF mayores o iguales a 50 GHz; por lo menos la mayor parte del circuito transceptor de RF está dispuesta en una única pcb (por sus siglas en inglés) multicapa; la disposición de la guía de ondas de acoplamiento está dispuesta en forma de respectivas guías de ondas de transmisión y recepción dispuestas en el interior de un diplexor que tiene un puerto común de acoplamiento de antena y adopta la forma de un bloque; la pcb multicapa y el diplexor forman una estructura estratificada; y las interfaces de transición entre el circuito transceptor de RF y la guía de ondas comprenden uno o varios elementos de sonda de capa enterrada, en una capa enterrada de la pcb multicapa.

45 El circuito transceptor de RF puede transmitir y recibir a frecuencias de RF mayores o iguales a 55 GHz.

El circuito transceptor de RF puede comprender un circuito integrado transmisor con salida diferencial.

50 El módem de transmisión puede comprender un circuito digital y un circuito analógico; el módem de recepción puede comprender un circuito digital y un circuito analógico; la mayor parte del circuito digital del módem de transmisión y la mayor parte del circuito digital del módem de recepción pueden estar dispuestas en una tarjeta digital común; y la mayor parte del circuito analógico del módem de transmisión y la mayor parte del circuito analógico del módem de recepción pueden estar dispuestas en una tarjeta analógica común.

La forma exterior del bloque diplexor puede adoptar el perfil de un bloque rectangular.

La pcb multicapa puede comprender polímero de cristal líquido.

La pcb multicapa puede ser asimétrica.

La pcb multicapa puede comprender una estructura estratificada compuesta de dos tarjetas de circuito impreso de doble cara recubiertas de conductor, con una capa adhesiva de estrato de unión situada entre los dos pcbs de doble cara que se utiliza para unir conjuntamente las dos pcbs de doble cara.

- 5 La unidad de comunicación puede estar configurada para utilizar la misma polarización tanto para recibir como para transmitir.

El diplexor y el circuito transceptor de RF pueden estar configurados de tal modo que el diplexor desempeña la función de placa de montaje y disipador térmico para la pcb del circuito transceptor de RF.

- 10 El aislamiento en la disposición de guía de ondas de acoplamiento y en el circuito transceptor de RF entre transmisión y recepción puede ser suficiente para permitir velocidades de comunicación mayores o iguales a 1 gigabit/segundo sobre una distancia punto a punto mayor o igual a 1 km.

- 15 La unidad de comunicación puede comprender además: una primera pista conductora enterrada de la pcb del circuito transceptor de RF, donde la primera pista conductora enterrada proporciona un primer acoplamiento diferencial, siendo el primer acoplamiento diferencial entre una primera salida diferencial de transmisión por radiofrecuencia, RF, y una guía de ondas de transmisión; una segunda pista conductora enterrada de la pcb del circuito transceptor de RF, donde la segunda pista conductora enterrada proporciona un segundo acoplamiento diferencial, siendo el segundo acoplamiento diferencial entre una segunda salida diferencial de transmisión de RF y la guía de ondas de transmisión; extendiéndose la primera pista conductora enterrada sobre una abertura de la guía de ondas de transmisión para proporcionar un primer elemento de acoplamiento de RF; y extendiéndose la segunda pista conductora enterrada sobre la abertura de la guía de ondas de transmisión para proporcionar un segundo elemento de acoplamiento de RF; donde: por lo menos una parte del primer elemento de acoplamiento de RF se extiende sobre la abertura de la guía de ondas en una primera dirección angular; por lo menos una parte del segundo elemento de acoplamiento de RF se extiende sobre la abertura de la guía de ondas en una segunda dirección angular; y la primera dirección angular está enfrentada a la segunda dirección angular.

- 25 La primera dirección angular puede estar entre 30° y 60° con respecto a una dirección a través de la anchura de la abertura de la guía de ondas, y la segunda dirección angular puede estar entre 120° y 150° respecto de la dirección a través de la anchura de la abertura de la guía de ondas.

- 30 La primera dirección angular puede ser de aproximadamente 45° con respecto a una dirección a través de la abertura de la guía de ondas, y la segunda dirección angular puede ser de aproximadamente 135° con respecto a la dirección a través de la anchura de la abertura de la guía de ondas.

La parte del primer elemento de acoplamiento de RF, que se extiende sobre la abertura de la guía de ondas en una primera dirección angular, puede estar contenida en el interior del área de abertura de la guía de ondas; y la parte del segundo elemento de acoplamiento de RF, que se extiende sobre la abertura de la guía de ondas en una segunda dirección angular, puede estar contenida en el interior del área de abertura de la guía de ondas.

35 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;

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

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

la figura 4 es una ilustración esquemática simplificada de un despiece (no a escala), que muestra detalles adicionales de ciertas partes integrantes de un transceptor de la unidad de comunicación de cámara de la figura 2;

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

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

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

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

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

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

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

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

10 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 cámara de la figura 2.

Descripción detallada

15 La figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de un escenario de ejemplo de emisión exterior 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 celebrada sobre 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 pantalla 5 respectiva. 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 de cámara de televisión 4 - unidad de comunicación de cámara 6, la pantalla 5 puede ser independiente de la cámara de televisión 4 y en cambio estar acoplada directamente a la unidad de comunicación de cámara 6. En otras realizaciones, parte o la totalidad de los pares de cámara de televisión 4 - unidad de comunicación de cámara 6 pueden no incluir, o no estar acoplados a una pantalla para visualizar señales de video recibidas, incluso si la unidad de comunicación de 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 funcionamiento 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 pluralidad 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 que se extiende a modo de grúa 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 cámara 6 por medio de su antena 12, a frecuencias en la zona de 60 GHz, en este ejemplo, a velocidades de transferencia de datos de video HD no comprimidos (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 cámara de transmisión 6. La unidad de comunicación de producción 8 envía las señales por medio (en esta realización) de un enlace de cable 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 hasta otra entidad de destino, por ejemplo a un estudio principal de televisión utilizando, por ejemplo, una antena de satélite 14 o un cable de fibra óptica.

30 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 mediante su antena 12, que son recibidas por las unidades de comunicación de cámara 6 mediante sus antenas respectivas 12, a frecuencias comprendidas en la zona de 60 GHz, y en este ejemplo utilizando velocidades de transferencia de datos de video SDI de definición estándar (SD, por sus siglas en inglés) (270 megabits/segundo). Las imágenes definidas por dichas señales de video pueden ser visualizadas mediante la pantalla 5 respectiva.

35 En esta realización, el sistema de comunicación 1 puede conseguir dicha comunicación bidireccional a alta velocidad de transferencia de datos sobre distancias relativamente largas entre cada unidad de comunicación de cámara 6 y la unidad de comunicación de producción 8, satisfaciendo por lo tanto las necesidades para un evento de gran superficie, tal como una carrera de automovilismo. Por ejemplo, en esta realización, se puede contemplar fácilmente una distancia de 1 km entre una unidad de comunicación de cámara 6 y la unidad de comunicación de producción 8.

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

40 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 por radiofrecuencia 26 para funcionar en una banda de frecuencias que se extiende en torno a 60 GHz, y la antena 12 mencionada anteriormente.

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.

5 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 única tarjeta de circuito, es decir una tarjeta 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 una única tarjeta de circuito diferente, es decir, una tarjeta de módem analógico 24 (mostrada en la figura 3). El módem de transmisión 23, el módem de recepción 25 y el transceptor 26 están montados físicamente en una caja 28, y la antena 12 está acoplada eléctricamente al transceptor 26 y montada físicamente sobre la caja 28.

15 La entrada de video 120 es para el acoplamiento 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.

20 La salida de video 220 es para el acoplamiento 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.

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

35 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 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 mediante la antena 12 y el diplexor 34. El circuito receptor 226 convierte la señal de RF de aproximadamente 60 GHz a señales analógicas diferenciales 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 en una forma adecuada para que el circuito digital 222 del módem de recepción trabaje sobre la misma, y pasa la señal analógica modulada resultante al circuito digital 222 del módem de recepción. El circuito digital 222 del módem de recepción procesa esta señal a una forma digital adecuada para su visualización (por ejemplo, para presentar a un operario de la cámara de televisión 4 la imagen de video que está actualmente seleccionada para la transmisión de la emisión al público) y pasa la señal digital resultante a la pantalla de video 5 que, en esta realización, comprende la cámara de televisión 4.

En el caso de la unidad de comunicación de producción 8 (al contrario que con las unidades de comunicación de cámara 6), la entrada de video 120 y la salida de video de 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.

50 La figura 3 es una ilustración esquemática simplificada (no a escala) de los detalles físicos principales de construcción de la unidad de comunicación de 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 única tarjeta común 22 dada, es decir, la tarjeta de módem digital 22. Asimismo, tal como se ha mencionado 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 una única tarjeta común 24 dada, diferente, es decir la tarjeta del módem analógico 24. El transceptor 26 está implementado en la forma de una estructura estratificada que comprende una tarjeta de RF 32 (sobre 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 el 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 externas de una plancha o bloque macizo con forma rectangular. En esta realización, la plancha, es decir, el diplexor 34, está fabricada con acabado de aluminio con un acabado superficial de Iridite (marca registrada). La estructura estratificada se proporciona estando la tarjeta de RF 32 unida de manera estratificada 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, siendo el término "interior" en términos de la construcción de la unidad de comunicación de cámara 6). En esta realización, la unidad de comunicación de cámara 6 comprende además una tarjeta independiente de suministro de alimentación 40 que proporciona alimentación para cada uno del módem digital 22, el módem analógico 24 y la tarjeta de RF 32.

La superficie 38 del diplexor 34 que es opuesta 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 de guía de ondas del puerto común. La abertura 43 de guía de ondas del puerto común es una estructura de guía de ondas en el interior del diplexor 34, estructura de guía de ondas que se describirá más adelante.

La antena 12 (para mayor claridad, no mostrada 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 de guía de ondas del puerto común. En esta realización, la antena 12 es una antena de bocina cargada por dieléctrico, de 250 mm de diámetro y 400 mm de longitud. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones pueden ser utilizados otros tipos de antena y/u otros tamaños de antena. Por ejemplo, se puede disponer una antena más compacta en la forma de una antena de reflector cruzado o de transreflector.

En esta realización, los elementos siguientes se mantienen en una disposición apilada, separada, en la caja 28 en el orden siguiente (con interconexiones adecuadas (no mostradas) dispuestas entre estos diferentes elementos): la tarjeta de suministro de alimentación 40 - el módem (tarjeta) digital 22 - el módem (tarjeta) analógico 24 - el transceptor (estructura estratificada) 26. La antena 12 está montada sobre el exterior de la caja 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 los intersticios entre los elementos) de aproximadamente 75 mm. La profundidad total de 75 mm se compone aproximadamente de los siguientes intersticios/grosos individuales: diplexor 34 = 10 mm, tarjeta de RF 32 = 10 mm, intersticio = 5 mm, módem analógico 24 = 10 mm, intersticio = 5 mm, módem digital 22 = 10 mm, intersticio = 5 mm, tarjeta de suministro de alimentación 40 = 20 mm. Por consiguiente, la caja 28 tiene que tener solamente un tamaño aproximado de 160 mm x 120 mm x 80 mm.

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

Además del puerto común 42, descrito anteriormente, sobre la superficie exterior 38 del diplexor, el diplexor 34 comprende además dos puertos sobre la superficie interior 36 del diplexor, es decir (para facilitar la referencia, cada puerto puede de hecho ser utilizado para cada aplicación) un puerto transmisor 44 y un puerto receptor 46. El puerto transmisor 44 comprende medios de fijación y una abertura de la guía de ondas 45 del puerto transmisor. La abertura de la guía de ondas 45 del puerto transmisor es otra abertura respecto de la estructura de guía de ondas mencionada anteriormente, que se describirá posteriormente más adelante. El puerto receptor 46 comprende medios de fijación y una abertura de la guía de ondas 47 del puerto receptor. La abertura de la guía de ondas 47 del puerto receptor es otra abertura respecto de la estructura de guía de ondas mencionada anteriormente, que se describirá posteriormente más adelante.

La tarjeta de RF 32 comprende un chip de circuito integrado (IC, integrated circuit) transmisor 50 y un IC receptor 52 montados directamente sobre la superficie 37 de la tarjeta de RF 32 que está situada de espaldas al diplexor 34. El IC transmisor 50 y el IC receptor 52 están montados en posiciones que están alineadas aproximadamente con las posiciones del puerto transmisor 44 y el puerto receptor 46, respectivamente. Se utilizan uniones de alambre o de cinta para interconectar el IC transmisor 50 y el IC receptor 52 con líneas de transmisión grabadas sobre la superficie de la tarjeta de RF 32. Se montan asimismo componentes adicionales de soporte de montaje en superficie (SM, surface mount) sobre la superficie 37 de la tarjeta de RF 32, incluyendo estos: reguladores de suministro de alimentación 302, osciladores de cristal 304, memorias intermedias de interfaz de control en serie digital 306 y conectores de interfaz multidireccionales 308. Los componentes montados en la tarjeta 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 sobre la superficie 37 de la tarjeta de RF 32. Éstas están situadas sobre estructuras internas en el interior de la tarjeta 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 están implementados en la forma de componentes discretos montados sobre la superficie 37 de la tarjeta de RF 32.

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

10 La figura 5 es una ilustración esquemática simplificada (no a escala) que muestra detalles adicionales de un tramo de ejemplo (en sección transversal) de la tarjeta de RF 32 de esta realización. Se utilizan los mismos números de referencia para indicar los mismos componentes cuando estos se han mencionado ya previamente.

15 En esta realización, la tarjeta de RF 32 comprende una estructura estratificada compuesta de dos tarjetas de circuito impreso (pcb) de doble cara recubiertas de cobre, es decir una pcb de doble cara "superior" (este término se utiliza por comodidad y no es limitativo) 62 y una pcb de doble cara "inferior" (este término se utiliza por comodidad y no es limitativo) 64, con una capa adhesiva de estrato de unión 63 situada entre las dos pcs de doble cara 62, 64, que se utiliza para unir conjuntamente las dos pcs de doble cara 62, 64. Cada una de las pcs de doble cara 62, 64 comprende una estructura de tarjeta de 100 µm de grosor fabricada de polímero de cristal líquido (LCP, liquid crystal polymer) con capas de cobre 68 de 17 µm de grosor sobre cada una de las dos superficies planas. La capa adhesiva de estrato de unión 63 comprende una estructura dieléctrica de 50 µm de grosor. Están dispuestas vías conductoras (solamente a modo de ejemplo, se muestran algunas de dichas vías 70, 70a, 70b en la figura 5) entre capas de cobre 68, según se requiera para proporcionar la interconectividad necesaria. Algunas de las estructuras de vía están configuradas como patillas a tierra conectándolas/aislándolas adecuadamente respecto de una o varias de las capas de cobre 68. Las vías 70b son ejemplos de estas patillas a tierra.

25 También se muestra en la figura 5 el IC receptor 52 unido sobre la pcb de doble cara superior de cobre 62. Se utilizan uniones de alambre o de cinta 402 para interconectar las almohadillas de conexión individuales sobre 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 opuesta 68 de la pcb de doble cara superior 62. En la salida de la vía, la vía 70a está conectada a una sección de pista de la pista de cobre 68. La sección de pista es una sección continua de una pista, pero para simplificar 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 una sección de pista 68b del "elemento de sonda de RF" 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 del 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 mayor detalle a continuación) alineada con la abertura de la guía de ondas, de tal modo que se acopla con la abertura de la guía de ondas. Las pistas de cobre 68 a ambos lados de la pcb de doble cara inferior 64 se retiran sobre un área de la pcb de doble cara inferior 64 correspondiente aproximadamente al área de la guía de ondas correspondiente, para proporcionar de ese modo un área o zona 72 de la pcb de doble cara inferior 64 donde la pcb de doble cara inferior 64 actúa como 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 (ya sean de recepción o de transmisión) se pueden denominar transiciones.

30 Se muestra asimismo 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 alineada con la transición descrita anteriormente, es decir, sobre la zona 72 y por lo tanto asimismo sobre la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF, y está conectada a tierra. El interior de la tapa 60 proporciona de ese modo 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 de funcionamiento de aproximadamente 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.

40 La tarjeta 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 de la guía de ondas del puerto receptor del diplexor 34, de manera que, en funcionamiento, el IC receptor 52 está acoplado a la abertura 47 de la guía de ondas del puerto receptor (tal como se describe en mayor detalle a continuación haciendo referencia a la figura 7). Una o varias secciones de pista correspondientes (tal como se describe en mayor detalle continuación, por ejemplo haciendo referencia a la figura 11) están alineadas con la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor del diplexor 34, de manera que en funcionamiento el IC transmisor 50 está acoplado a la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor.

Las figuras 6A y 6B son ilustraciones esquemáticas (no a escala, de hecho 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 la guía de ondas mencionada anteriormente. Se utilizan los mismos números de referencia para indicar los mismos componentes cuando estos se han mencionado ya previamente.

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

El diplexor 34 comprende una estructura de guía de ondas llena/hueca en este, es decir, la estructura de la guía de ondas está mecanizada o integrada de otro modo en el interior del bloque macizo que conforma el diplexor 34. El diplexor consiste en tres secciones de la 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 interconecta respectivamente la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor, la abertura 47 de la guía de ondas del puerto receptor y la abertura 43 de la guía de ondas del puerto común. La estructura de la guía de ondas es la estructura mencionada anteriormente en la descripción de las figuras 3 y 4.

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

En esta realización, la estructura de la guía de ondas 80 está a la misma altura (en términos de la altura del diplexor 34) que las aberturas 43, 45, 47 de la guía de ondas, es decir, está situada a medio camino entre las superficies 38, 36 respectivas 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 mantenerse fija en ningún plano dado.

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 filtro de frecuencia de paso banda, mediante un mecanizado tal que proporcione filtros 86 en forma de salientes sobre las superficies de las paredes de la guía de ondas. Sin embargo, esto no es esencial, y en otras realizaciones se pueden utilizar en su lugar otras maneras de, o construcciones para, proporcionar un funcionamiento filtrado.

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

En esta realización, la estructura de la guía de ondas está conformada en el bloque macizo del diplexor 34, mecanizando el bloque macizo para vaciar la estructura de la guía de ondas. Se controla el mecanizado, o se realiza mecanizado adicional, para proporcionar los filtros 86.

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

Algunos de los elementos que proporcionan la disposición de transición 180 del receptor son los siguientes: la sección de pista 68a y su sección extrema, que es la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF, la abertura 47 de la guía de ondas del puerto receptor y la tapa 60. (Se muestran asimismo en la figura 7 las posiciones de los tornillos de fijación 172 y los pasadores guía 174 que se utilizan para colocar la tapa 60 y fijarla a la tarjeta de RF 32.) La sección de pista 68b del elemento de sonda de RF está situada de tal modo que comienza en la posición

alineada de la abertura 47 de la guía de ondas del puerto receptor, aproximadamente en el punto medio del lado largo de la abertura 47 de la guía de ondas del puerto receptor, y continúa después de tal modo que se extiende sobre aproximadamente la mitad de la anchura de la abertura 47 de la guía de ondas del puerto receptor, donde termina en una línea de transmisión en cortocircuito.

5 La figura 8 es una ilustración en perspectiva esquemática (no a escala) de ciertos elementos de la disposición de transición 180 del receptor descrita anteriormente haciendo referencia en particular a las figuras 5 y 7. La figura 8 está obtenida a partir de un modelo electromagnético tridimensional y presenta una mezcla de ciertos detalles estructurales y de ciertos artefactos de modelado. Se utilizan los mismos números de referencia para indicar los mismos componentes cuando estos se han mencionado ya previamente.

10 Por consiguiente, en la figura 8, se muestran los ejes x-y-z de modelado para facilitar la referencia, y estos se indican mediante los números de referencia 270x, 270y y 270z. La figura 8 muestra además de nuevo la sección de pista 68a descrita anteriormente y su sección extrema, que es la sección de pista 68b del elemento de sonda de RF. La figura 8 muestra asimismo una pluralidad de patillas a tierra/vías a tierra 70b. Se muestra asimismo en la figura 8 el artefacto de modelado del espacio de aire 272 dispuesto entre la tapa 60 y la superficie exterior de la pcb de doble cara superior 62. De manera similar, se muestra asimismo en la figura 8 el artefacto de modelado del espacio de aire 274 (que se proporciona mediante el interior de la guía de ondas hueca 84 del receptor, mostrada anteriormente en la figura 6).

Se proporcionan dos líneas de referencia, es decir C-D y E-F, en la figura 8 para definir unas 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 puede señalar en este caso que la figura 5 es una vista en sección transversal esquemática (no a escala) de la tarjeta de RF 32 en el plano definido por la línea C-D, aunque el alcance de la vista de la figura 5 se extiende más hacia la izquierda que el de la figura 8.

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

Se apreciará que los números y las posiciones de las patillas a tierra/vías a tierra 70b en las figuras 5, 8 y 9 son solamente esquemáticos y tan sólo a modo de ejemplo. En la práctica, deberían estar situadas y dispuestas en cantidades adecuadas para proporcionar una conexión a tierra adecuada y prevenir la propagación en modo de placas paralelas. Se pueden utilizar herramientas convencionales de modelado de mapeo de campo en el proceso de diseño de la distribución.

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

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

45 Si se desea, por ejemplo, por razones de una mayor simplicidad, la disposición de transición del transmisor se puede proporcionar en los detalles correspondientes a 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 que se ha dado a conocer anteriormente para el diseño de sonda de receptor de un extremo.

50 Las figuras 11A y 11B son ilustraciones esquemáticas (no a escala) de una vista superior, en planta, de una disposición de transición 380 del elemento de acoplamiento de RF de transmisor diferencial (que se puede denominar asimismo elemento de sonda de RF) que se puede utilizar en versiones en las de que el IC transmisor 50 tiene una salida diferencial. Las figuras 11A y 11B son dos dibujos de una disposición de transición 380 del elemento de acoplamiento de RF de transmisor diferencial (elemento de sonda de RF), es decir, las figuras 11A y 11B muestran la misma disposición entre sí pero tienen ciertas partes designadas de manera diferente en las dos figuras para facilitar la explicación, tal como se sobreentenderá a partir de la siguiente descripción. Asimismo, para mayor claridad, en las figuras 11A y 11B se omiten ciertas características en comparación con las mostradas y designadas

en las figuras 7 y 10 correspondientes, y en su lugar, en las figuras 11A y 11B la vista mostrada se concentra en las pistas de cobre relevantes y en la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor.

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

10 Tal como se indica mediante los números de referencia utilizados en la representación de la figura 11A de la disposición de transición 380 del elemento de acoplamiento de RF de transmisor diferencial (elemento de sonda de RF), las dos pistas de cobre que forman respectivamente secciones de pista de cobre 368a, 468a, a continuación se extienden adicionalmente cada una como pistas continuas, aunque las partes que se extienden adicionalmente se denominarán como secciones específicas de pista, es decir, una sección de pista 368b del primer "elemento de acoplamiento de RF" (o "elemento de sonda de RF") (la parte extendida de la sección de pista de cobre 368a) y una
15 sección de pista 468b del segundo "elemento de acoplamiento de RF" (o "elemento de sonda de RF") (la parte extendida de la sección de pista de cobre 468a). Tanto la sección de pista 368b del primer elemento de acoplamiento de RF como la sección de pista 468b del segundo elemento de acoplamiento de RF se extienden solamente en el interior de la zona de su abertura de la guía de ondas del puerto respectivo, es decir, están "contenidas" en el interior de su respectiva zona de abertura de la guía de ondas.

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

25 Tal como se muestra en la figura 11B, la sección de pista 368b del primer elemento de acoplamiento de RF comprende funcionalmente 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, de tal modo que se extiende a través de la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor hasta un punto aproximadamente a medio camino a través de la
30 abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor, por lo que en un primer orden de aproximación, funcionalmente tan sólo extiende 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 respecto de la dirección a lo largo de la cual se extiende la sección de pista 368a y la primera parte 368c. Esta segunda parte 368d desempeñará de ese modo la mayor parte del acoplamiento de la sección de pista 368a a la guía de ondas.

35 Tal como se muestra asimismo en la figura 11B, la sección de pista 468b del segundo elemento de acoplamiento de RF comprende funcionalmente 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, de tal modo que se extiende a través de la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor hasta un punto aproximadamente a medio camino a través de la
40 abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor, por lo que en un primer orden de aproximación, funcionalmente tan sólo extiende 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 extiende desde la primera parte 468c, si bien la segunda parte 468d se extiende en una dirección angular diferente respecto a la dirección a lo largo de la que se extienden la sección de pista 468a y la primera parte 468c. Esta segunda parte 468d desempeñará de ese modo 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 sección de pista 468b del segundo elemento de acoplamiento de RF está enfrentada a la dirección angular de la segunda parte 368d de la sección de pista 368b del primer elemento de acoplamiento de RF, es decir, en el caso de la sección de pista 368b del primer elemento de acoplamiento de RF, la segunda parte 368d se extiende hacia adelante respecto de la sección de la primera parte 368c alejándose del primer lado 445 de la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor, mientras que en el caso de la sección de pista 468b del segundo elemento de acoplamiento de RF, la segunda parte 468d "vuelve"
50 hacia el primer lado 445 de la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor.

Por comparación, cabe señalar que si se omiten las segundas partes 368d y 468d, las primeras partes 368c y 468c restantes generarían un modo de orden superior en el interior de la guía de ondas que mostraría un acoplamiento menos eficiente. Esto puede ser utilizado en realizaciones alternativas.

55 Sin embargo, en esta realización, la inclusión asimismo de las respectivas segundas partes 368d y 468d como direcciones angulares enfrentadas en la sección de pista 368b y 468b del elemento de acoplamiento de RF respectivo proporcionan un eficiencia de acoplamiento mejorada 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 disponen de una capa enterrada que es una capa enterrada asimétrica. (Haciendo referencia a la figura 5, cabe señalar que la capa enterrada es una capa asimétrica en el sentido de que, debido a la disposición de construcción

de la tarjeta de RF 32, en particular a la inclusión de la capa de estrato de unión 63, la distancia entre la capa de cobre enterrada 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 de doble cara superior 62 es diferente a la distancia entre las capas de cobre enterradas 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 de doble cara inferior 64). La disposición asimétrica de las secciones de pista 368b y 468b del elemento de acoplamiento de RF y los planos de tierra 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.

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 interfaz angular discreta (en cuanto a la forma) con respecto a las primeras partes 368c y 468c. Sin embargo, éste no tiene porqué ser el caso, y en otras realizaciones pueden ser utilizadas 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.

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 éstas pueden ser diferentes a sustancialmente paralelas entre sí.

Las direcciones angulares de las segundas partes 368d y 468d pueden formar cualquier ángulo con respecto a las primeras partes 368c y 468c, aunque son preferibles ángulos de 30° a 60° o de 120° a 150°, y son más aún más preferibles 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 pequeño nivel de efecto (en comparación con una disposición de línea de transmisión equilibrada convencional).

Las disposiciones de pista de cobre descritas anteriormente haciendo referencia a las figuras 7, 10 y 11 pueden ser denominadas 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 tarjeta de RF multicapa 32, se pueden denominar más particularmente interfaces de línea de transición enterradas, y en el caso de la figura 11 una interfaz de línea de transición diferencial enterrada.

La figura 12 es un diagrama de circuito que muestra ciertos elementos del circuito analógico 224 del módem de recepción de esta realización.

El circuito analógico 224 del módem de recepción comprende entradas 502 configuradas para recibir entradas de RF de banda base desde el circuito receptor 226. El circuito analógico 224 del módem de recepción comprende además filtros de paso bajo 504, un modulador IQ (es decir, un dispositivo de conversión ascendente) 506, un filtro de paso banda 508, un desmodulador IQ (es decir, un dispositivo de conversión descendente) 510, un módulo de función de control y discriminador 512 (el módulo de función de control y discriminador 512 comprende un módulo discriminador 514 y un módulo 516 de función de control), un submódulo de bucle de Costas 518, un oscilador controlado por tensión (VCO, voltage controlled oscillator) de conversión descendente 520, un VCO de conversión ascendente 522, y salidas 524 configuradas para entregar salidas de banda base procesadas al circuito digital 222 del módem de recepción.

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 un filtrado de paso bajo sobre las mismas, y envían las señales filtradas en paso bajo al modulador IQ 506.

El modulador IQ 506 está acoplado además al VCO de conversión ascendente 522 y al filtro de paso banda 508. En funcionamiento, el modulador IQ 506 lleva a cabo una conversión ascendente sobre las señales haciendo uso de una fuente de frecuencia proporcionada por el VCO de conversión ascendente 522, y envía las señales sometidas a conversión ascendente al filtro de paso banda 508.

El filtro de paso banda 508 está acoplado además al desmodulador IQ 510. En funcionamiento, el filtro de paso banda 508 realiza un filtrado de paso banda de las señales y las envía al desmodulador IQ 510.

El desmodulador IQ 510 está acoplado además al VCO de conversión descendente 520, al módulo discriminador 514, al submódulo de bucle de Costas 518 y a las salidas de banda base 524. En funcionamiento, el desmodulador IQ 510 lleva a cabo una conversión descendente de las señales haciendo uso de una fuente de frecuencia proporcionada por el VCO de conversión descendente 520, y envía las señales sometidas a conversión descendente al módulo discriminador 514, al submódulo de bucle de Costas 518 y a las salidas de banda base 524.

El módulo discriminador 514 está acoplado además al módulo 516 de función de control. En funcionamiento, el módulo discriminador lleva a cabo una discriminación de las señales y envía una salida resultante al módulo 516 de función de control.

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

5 El submódulo de bucle de Costas 518 está acoplado además al VCO de conversión ascendente 522. En funcionamiento, el submódulo de balandro de Costas 518 lleva a cabo parte de la función de un bucle de Costas convencional, y envía una salida de control resultante al VCO de conversión ascendente 522.

Haciendo uso de la salida de control recibida desde el submódulo de bucle de Costas 518, el VCO de conversión ascendente 522 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 506.

10 Haciendo uso de la salida de control recibida desde el módulo 516 de función de control, el VCO de conversión descendente 520 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 envían las señales sometidas a conversión descendente, 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), pero se pueden utilizar en su lugar otros tipos de modulación, por ejemplo, modulación de amplitud en cuadratura (QAM, quadrature amplitude modulation), modulación por desplazamiento mínimo (MSK, minimum shift keying) y similares.

20 En una visión general, el circuito analógico 224 del módem de recepción funciona para eliminar los desplazamientos de fase y frecuencia que se producen como parte del proceso de transmisión/modulación. La salida resultante es entonces una constelación "estacionaria" que puede ser descodificada fácilmente y procesada a continuación. 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, en efecto, una "fase desconocida" y, debido a que no se conoce el desplazamiento de frecuencia entre los dos extremos del enlace de comunicaciones, tienen asimismo una "constelación rotada". Los símbolos son, en efecto, "rotados" por el circuito analógico 224 del módem de recepción, de tal modo que los puntos de constelación del esquema de modulación (en este caso, QPSK) están, en efecto, "alineados" adecuadamente. Es decir, en la salida de señales de banda base desde el circuito analógico 224 del módem de recepción al circuito digital 222 del módem de recepción se han eliminado (o por lo menos reducido) sus desplazamientos de frecuencia y de fase. Esto se puede considerar, en general, 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 aquellos elementos de un bucle de Costas convencional que funcionan 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 requerida para indicar qué frecuencia se requiere para compensar dicha rotación.

30 La magnitud de la rotación se controla efectivamente mediante el circuito analógico 224 del módem de recepción, a modo de retroalimentación, controlando la diferencia de frecuencias entre los dos VCOs 520, 522.

A continuación, se ofrecen detalles adicionales del funcionamiento descrito anteriormente del circuito analógico 224 del módem de recepción.

35 Las entradas de banda base 502 procedentes del circuito receptor 226 se transforman a una frecuencia intermedia (IF, intermediate frequency) utilizando el modulador IQ 506. El propio VCO de conversión ascendente 522 que proporciona la fuente de frecuencia para esta conversión está controlado mediante un bucle que extrae la fase portadora del flujo de símbolos. Este bucle está basado en un procedimiento de bucle de Costas (convencional). La IF se filtra continuación mediante el filtro de paso banda 508 para eliminar cualesquiera señales espurias y realizar una conversión descendente en el desmodulador IQ 510 utilizando un segundo VCO, es decir el VCO de conversión descendente 520, como fuente de frecuencia. Cuando el bucle de recuperación de portadora está bloqueado, la salida del desmodulador IQ 510 se rota de tal modo que la constelación de modulación del receptor esté en la fase correcta. Estas señales de banda base se pueden entregar 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 adecuadas al VCO de conversión ascendente 522.

40 El otro VCO, es decir, el VCO de conversión descendente 520, está controlado de tal modo que la frecuencia nominal de los dos VCO 520, 522 se rastrea a largo plazo. Las funciones de control y de discriminador implementadas por el módulo discriminador 514 y el módulo 516 de función de control respectivamente, son responsables de conseguir este rastreo. Este rastreo a 'largo plazo' de los dos VCOs 520, 522 significa que el bucle de recuperación de portadora no tiene que acomodar grandes desplazamientos de frecuencia, lo que de lo contrario conduciría a dificultades en la obtención y el mantenimiento del bloqueo de portadora. Esto tiende a dar lugar a un diseño de VCO directo, de baja potencia y coste reducido que no requiere una estabilidad onerosa.

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

Por lo tanto, los expertos en la materia apreciarán que, en el circuito analógico 224 del módem de recepción como un conjunto, se ha utilizado una parte del circuito de bucle de Costas convencional en combinación con un enfoque para la conversión ascendente y descendente diferente del que normalmente se utilizaría o incluso se consideraría para un bucle de Costas convencional. En otras palabras, un bucle de Costas convencional requeriría que una
 5 entrada de la señal recibida introducida en el bucle de Costas esté en forma de frecuencia intermedia, habiendo sido preprocesada de la manera convencional a esta forma de frecuencia intermedia. Por lo tanto, si un experto en la materia 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 a intermedia (conversión ascendente) antes de introducir la
 10 señal de frecuencia intermedia resultante en una disposición de bucle de Costas convencional. Esto no es lo mismo que el enfoque utilizado por la disposición del circuito analógico 224 del módem de recepción, que por contraste utiliza conversión ascendente como un elemento fundamental que juega una función de retroalimentación dentro de una nueva forma de implementación de un enfoque de tipo bucle de Costas.

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

En el funcionamiento de tipo bucle de Costas, puede ser difícil implementar el VCO debido a que el bucle de Costas requiere que se elimine el desplazamiento para quedar dentro de un cierto tamaño, es decir, no demasiado grande. Por ejemplo, si las diferencias de frecuencia son demasiado elevadas al principio, o la rotación de fase es demasiado rápida en la señal entrante, puede fracasar el bloqueo. Este aspecto es particularmente relevante en el
 20 circuito analógico 224 del módem de recepción, dado que éste tiene dos VCO funcionando, y sus diferencias relativas de frecuencia juegan un papel significativo. El módulo discriminador 514 monitoriza la diferencia de frecuencia residual a la salida del desmodulador IQ 510 y utiliza esta diferencia de frecuencia residual medida para controlar o especificar la frecuencia para el VCO de conversión descendente 520, por lo tanto controlando o
 25 especificando el alineamiento de frecuencias relativo entre los dos VCOs 520, 522 en los primeros intentos de bloqueo o en etapas de recalibración, es decir, en efecto, cada vez que se inicia el bucle de Costas.

Cabe señalar que en esta realización el módulo de función de control y discriminador 512 controla el alineamiento relativo de frecuencias entre los dos VCOs 520, 522 controlando (solamente) el VCO de conversión descendente 520. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones el módulo de función de control y
 30 discriminador 512 puede controlar el alineamiento relativo de frecuencias entre los dos VCOs 520, 522 controlando solamente el VCO de conversión ascendente 522 o incluso controlando ambos VCOs 520, 522.

El módulo discriminador 514 y el módulo 516 de función de control se pueden implementar de cualquier manera adecuada para llevar a cabo las operaciones descritas anteriormente. A continuación, se ofrecen detalles adicionales del módulo discriminador 514 y del módulo 516 de función de control de esta realización.

El módulo discriminador 514 funciona sobre 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
 35 VCOs 520, 522. Una vez que se conoce este valor, se puede utilizar por medio del módulo 516 de función de control para ajustar el VCO de conversión descendente 520. Para facilitar esto, las entradas de banda base al circuito analógico 224 del módem de recepción se mantienen a niveles fijos, que representan un símbolo fijo. Esto se implementa desconectando las entradas de banda base 502 que llegan desde el transceptor 26 y sustituyéndolas
 40 con un nivel fijo. Dado que en este caso el símbolo es invariante, es posible implementar el módulo discriminador fácilmente; en esta realización, éste comprende un filtro de banda base complejo con una pendiente de frecuencia-amplitud constante, de tal modo que la frecuencia puede ser determinada comparando niveles de señal antes y después del filtro. Esta frecuencia se pasa, en efecto, al módulo 516 de función de control. Esta implementación del
 45 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 del bucle de Costas puede conseguir 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 del bucle de Costas puede bloquear siempre que el error de frecuencia residual sea menor de aproximadamente 10 MHz.

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

Se puede utilizar cualquier implementación convencional de un circuito digital del módem de recepción para la implementación del circuito digital 222 del módem de recepción. Además, será habitualmente el caso que éstos
 55 estén simplificados en comparación con las implementaciones usuales, debido al proceso de recuperación de portadora y otros procesos ya realizados por el circuito analógico 224 del módem de recepción. De hecho, otra ventaja del circuito analógico 224 del módem de recepción es que el proceso de recuperación de portadora puede ser implementado de manera más sencilla o más eficiente por el circuito analógico 224 del módem de recepción, de
 60 lo que sería el caso para la recuperación digital, que de lo contrario se tendría que 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 configurado para llevar a cabo (entre posiblemente otras funciones) lo siguiente: recuperación de reloj (es decir, recuperación del reloj de símbolos a partir del flujo de datos); recuperación de la temporización de las tramas (es decir, determinar dónde empiezan las tramas de datos); y codificación del canal (es decir, corrección de errores).

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

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

Se puede disponer un número relativamente grande de unidades de comunicación 6, para proporcionar un número correspondiente de enlaces bidireccionales con la unidad de comunicación de producción 8, funcionando estos enlaces simultáneamente o solapando en sentido temporal, al tiempo que utilizan sin embargo el mismo par de frecuencias de transmisión y recepción, al proporcionar un ángulo del haz de antena relativamente estrecho para las antenas 12, y colocar las respectivas unidades de comunicación 6 de tal modo que sus haces no se solapen cuando se están comunicando con la unidad de comunicación de producción 8. Preferentemente, las unidades de comunicación 6 tienen cada una un ángulo del haz de la antena menor o igual a 2°. Por ejemplo, en una realización, están dispuestos dieciséis enlaces bidireccionales mediante dieciséis unidades de comunicación cuyas antenas pueden, cada una tener un ángulo del haz de aproximadamente 1,2°, y las unidades están situadas de tal modo que existe por lo menos una separación de 3° entre cada línea de mira de enlace bidireccional.

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

En cualquiera de las realizaciones anteriores, una separación de frecuencias preferente entre la transmisión y la recepción sobre los enlaces 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).

En otras realizaciones, las unidades de comunicación 6 están adaptadas para ser utilizadas de manera reconfigurable, es decir, para su utilización a otras frecuencias en el interior de una banda de frecuencias dada, por ejemplo a otras frecuencias en el interior de una banda de frecuencias de 56,5 GHz a 64 GHz (con cambio de frecuencias del diplexor).

En las realizaciones anteriores, el sistema de comunicación se utiliza para proporcionar enlaces inalámbricos, por ejemplo, enlaces inalámbricos fijos, 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 punto a punto donde se deban comunicar datos de video, por ejemplo video de alta resolución no comprimido. Asimismo, las velocidades de transferencia y/o los formatos de datos de video descritos en las realizaciones anteriores no son esenciales, y se puede comunicar con otros formatos y/o velocidades de transferencia. Dichos datos pueden ser comprimidos o no comprimidos, según se requiera. En otras realizaciones, se pueden comunicar datos diferentes a los datos de video, en particular cuando los caudales de datos sean comparables a los requisitos para los caudales de datos de video.

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.

En las realizaciones anteriores, los diversos componentes de la unidad de comunicación están montados físicamente en una caja, y la antena está montada físicamente sobre la caja. Sin embargo, estos detalles no tienen por qué ser así. Por ejemplo, en otras realizaciones los diversos componentes pueden estar montados o contenidos de otro modo en más de una caja, o pueden estar montados o dispuestos de otro modo de manera descubierta, sin involucrar una caja como tal. Asimismo, la antena puede estar situada de manera diferente a fija sobre alguna caja, por ejemplo dentro de la caja, o independiente y separada de la caja.

En las realizaciones anteriores, por lo menos la mayor parte de los circuitos para las funciones de módem digital de transmisión y recepción están dispuestas en una única respectiva tarjeta determinada, y por lo menos la mayor parte de los circuitos para las funciones de módem analógico de transmisión y recepción están dispuestas sobre otra tarjeta determinada. Sin embargo, esto no tiene por qué ser así, y en otras realizaciones estos circuitos respectivos pueden estar dispuestos en varias tarjetas, y parte o la totalidad de los circuitos de módem digital pueden estar dispuestos en la misma tarjeta o tarjetas así como parte o la totalidad de los circuitos de módem analógico.

En las realizaciones anteriores, el diplexor 34 está conformado a partir de una plancha o bloque macizo con forma rectangular, y tiene las dimensiones exteriores del mismo. En otras realizaciones, la forma puede ser diferente a una

forma rectangular. Asimismo, el bloque no tiene por qué estar formado a partir de un único bloque como tal, por ejemplo, se podrían adherir juntas dos piezas secundarias. En las realizaciones anteriores, el diplexor está fabricado con acabado de aluminio 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 no aplicar ninguno. Asimismo, pueden ser utilizados otros materiales aparte del aluminio para el diplexor, por ejemplo latón o cobre con chapado en plata para reducir las pérdidas en ondas milimétricas. En las realizaciones anteriores, la estructura estratificada se proporciona uniendo la tarjeta de RF 32 a una superficie del diplexor 34, si bien en otras realizaciones pueden ser utilizadas otras disposiciones de fijación. En las realizaciones anteriores, la unidad de comunicación comprende además una tarjeta independiente de suministro de alimentación. Sin embargo, éste no tiene por qué ser el caso, y en otras realizaciones los componentes de suministro de alimentación pueden estar dispuestos in situ en las otras tarjetas, o dispuestos de otro modo.

La disposición relativa, y el enfoque de apilamiento, en las realizaciones anteriores de la tarjeta de suministro de alimentación/(tarjeta de) módem digital/(tarjeta de) módem analógico/transceptor no es esencial, y estos (u otros elementos en otras realizaciones) pueden estar dispuestos/apilados físicamente de otras maneras en otras realizaciones. El tamaño de la caja descrita anteriormente e indicada en la figura 3 es solamente a modo de ejemplo.

En relación con la disposición de montaje de los IC de transmisión y recepción 50 y 52, y de otros componentes, sobre la tarjeta de RF 32, descrita anteriormente en relación con la figura 4, los detalles de los mismos 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 montar y conectar el IC transmisor 50 y el IC receptor 52. Asimismo, el IC transmisor 50 y el IC receptor 52 no tienen por qué estar situados en posiciones que estén alineadas aproximadamente con las posiciones de la abertura 45 de la guía de ondas del puerto transmisor y la abertura 47 de la guía de ondas del puerto receptor del diplexor respectivamente, aunque esto aumentará las longitudes de las pistas entre el IC y la disposición del acoplamiento de los puertos.

En otras realizaciones, se pueden utilizar IC de transmisor y receptor diferentes en lugar de los utilizados en las realizaciones anteriores.

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

Varios detalles de la estructura de la guía de ondas del diplexor 34 y de las aberturas de la guía de ondas, 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 detalles de la estructura de la guía de ondas y de las aberturas de la guía de ondas.

En las realizaciones anteriores, la estructura de la guía de ondas está conformada en el bloque macizo del diplexor mecanizando el bloque macizo para vaciar la estructura de la guía de ondas. Se controla el mecanizado, o se realiza mecanizado adicional, para proporcionar los filtros. Los filtros de la guía de ondas proporcionan una pérdida de inserción reducida y un factor de calidad elevado, de tal modo que las frecuencias de transmisión y recepción se pueden situar más próximas para un aislamiento particular. Sin embargo, 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 de doble cara superior 62. Sin embargo, esto tendría una mayor pérdida por inserción y un factor de calidad menor.

Ciertas ventajas que se suelen proporcionar son las siguientes.

La utilización descrita anteriormente de un diplexor de bloque macizo con una tarjeta de RF unida al mismo proporciona una disposición compacta con un equilibrio ventajoso entre separación de transmisión y recepción en comparación con la atenuación de la potencia. Este enfoque permite asimismo, ventajosamente, que se utilice la misma polarización tanto para transmisión como para recepción (aunque esto no es esencial), lo que es particularmente ventajoso para aplicaciones de emisión exterior dado que esto se puede adaptar hasta cierto punto a la naturaleza de la atenuación que provoca la lluvia, donde las señales de polarización vertical acusan una atenuación por la lluvia menor en comparación con las señales de polarización horizontal.

La tarjeta de RF 32 es relativamente delgada, y requiere soporte mecánico y un disipador térmico. Ventajosamente, el diplexor 34 puede desempeñar estas funciones además de su papel fundamental de diplexado, lo que tiende por lo tanto a proporcionar una estructura general del aparato compacta y ligera, evitando o reduciendo la necesidad de un soporte físico y un disipador térmico independientes para la tarjeta 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 se produzca en una banda de frecuencia situada en torno a 60 GHz.

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

Se puede proporcionar un funcionamiento de enlace dúplex bidireccional utilizando multiplexación por división de frecuencias, aunque el funcionamiento se produzca en una banda de frecuencia situada en torno a 60 GHz.

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

- 5 En la descripción anterior, las diversas realizaciones de unidades de comunicación de RF bidireccional, se han descrito en relación con, y son particularmente ventajosas en el contexto de los ejemplos particulares descritos anteriormente de sistemas de comunicación inalámbrica, por ejemplo, que incluyen transmisión diferencial, tarjetas de RF únicas, emisión exterior y así sucesivamente. Sin embargo, se apreciará que las realizaciones descritas de unidades de comunicación de RF bidireccional representan por sí mismas realizaciones de la presente invención, y
- 10 pueden ser utilizadas en un gran número de disposiciones y contextos diferentes a los descritos anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad (6) de comunicación bidireccional por radiofrecuencia, RF; que comprende:
 - un módem de transmisión (23);
 - un módem de recepción (25);
- 5 un circuito transceptor de RF;
 - una disposición de guía de ondas de acoplamiento; y
 - una antena (12); en la que:
 - la antena (12) se utiliza tanto para recepción como para transmisión;
 - el circuito transceptor de RF transmite y recibe a frecuencias de RF mayores o iguales a 50 GHz;
- 10 por lo menos la mayor parte del circuito transceptor de RF está dispuesta en una única pcb multicapa (32);
 - la disposición de guía de ondas de acoplamiento está dispuesta en la forma de respectivas guías de ondas de transmisión y de recepción dispuestas en el interior de un diplexor (34) que tiene un puerto común de acoplamiento de antena y adopta la forma de un bloque;
 - la pcb multicapa (32) y el diplexor (34) forman una estructura estratificada; **caracterizada porque**
- 15 las interfaces de transición entre el circuito transceptor de RF y la guía de ondas comprenden uno o varios elementos de sonda de capa enterrada, en una capa enterrada de la pcb multicapa (32).
2. La unidad de comunicación acorde con la reivindicación 1, en la que el circuito transceptor de RF transmite y recibe a frecuencias de RF mayores o iguales a 55 GHz.
3. La unidad de comunicación acorde con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el circuito transceptor de RF comprende un circuito integrado (50) de transmisor con salida diferencial.
- 20 4. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que:
 - el módem de transmisión (23) comprende un circuito digital (122) y un circuito analógico (124);
 - el módem de recepción (25) comprende un circuito digital (222) y un circuito analógico (224);
 - la mayor parte del circuito digital (122) del módem de transmisión y la mayor parte del circuito digital (222) del módem de recepción están dispuestas sobre una tarjeta digital común (22); y
 - la mayor parte del circuito analógico (124) del módem de transmisión y la mayor parte del circuito analógico (224) del módem de recepción están dispuestas sobre una tarjeta analógica común (24).
- 25 5. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la forma exterior del bloque del diplexor (34) adopta el perfil de un bloque rectangular.
- 30 6. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la pcb multicapa (32) comprende un polímero de cristal líquido.
7. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la pcb multicapa (32) es asimétrica.
- 35 8. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la pcb multicapa (32) comprende una estructura estratificada compuesta de dos tarjetas de circuito impreso (62, 64) de doble cara recubiertas de conductor (68), con una capa adhesiva de estrato de unión (63) situada entre las dos pcbs de doble cara (62, 64) que se utiliza para unir conjuntamente las dos pcbs de doble cara (62, 64).
9. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, configurada para utilizar la misma polarización tanto para recepción como para transmisión.
- 40 10. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el diplexor (34) y la pcb multicapa (32) están configurados de tal modo que el diplexor (34) desempeña la función de placa de montaje y de disipador térmico para la pcb multicapa (32).
11. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el aislamiento en la disposición de guía de ondas de acoplamiento y el circuito transceptor de RF, entre transmisión y recepción, es

suficiente para permitir velocidades de comunicación mayores o iguales a 1 gigabit/segundo sobre una distancia punto a punto mayor o igual a 1 km.

12. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende además:

5 una primera pista conductora enterrada de la pcb del circuito transceptor de RF, donde la primera pista conductora enterrada proporciona un primer acoplamiento diferencial, siendo el primer acoplamiento diferencial entre una primera salida diferencial de transmisión por radiofrecuencia, RF, y la guía de ondas de transmisión;

una segunda pista conductora enterrada de la pcb del circuito transceptor de RF, donde la segunda pista conductora enterrada proporciona un segundo acoplamiento diferencial, siendo el segundo acoplamiento diferencial entre una segunda salida diferencial de transmisión de RF y la guía de ondas de transmisión;

10 la primera pista conductora enterrada se extiende sobre una abertura (45) de la guía de ondas de transmisión para proporcionar un primer elemento (368b) de acoplamiento de RF; y

la segunda pista conductora enterrada se extiende sobre la abertura (45) de la guía de ondas de transmisión para proporcionar un segundo elemento (468b) de acoplamiento de RF; en la que:

15 por lo menos una parte (368d) del primer elemento (368b) de acoplamiento de RF se extiende sobre la abertura (45) de la guía de ondas en una primera dirección angular;

por lo menos una parte (468d) del segundo elemento de acoplamiento de RF se extiende sobre la abertura (45) de la guía de ondas en una segunda dirección angular; y

la primera dirección angular está enfrentada a la segunda dirección angular.

20 13. La unidad de comunicación acorde con la reivindicación 12, en la que la primera dirección angular está comprendida entre 30° y 60° con respecto a una dirección a través de la anchura de la abertura (45) de la guía de ondas, y la segunda dirección angular está comprendida entre 120° y 150° con respecto a la dirección a través de la anchura de la abertura (45) de la guía de ondas.

25 14. La unidad de comunicación acorde con la reivindicación 13, en la que la primera dirección angular es de aproximadamente 45° con respecto a una dirección a través de la anchura del abertura (45) de la guía de ondas, y la segunda dirección angular es de aproximadamente 135° con respecto a la dirección a través de la anchura del abertura (45) de la guía de ondas.

15. La unidad de comunicación acorde con cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en la que:

30 la parte (368d) del primer elemento (368b) de acoplamiento de RF que se extiende sobre la abertura (45) de la guía de ondas en una primera dirección angular está contenida en el interior de la zona de abertura de la guía de ondas; y

la parte (468d) del segundo elemento (468b) de acoplamiento de RF que se extiende sobre la abertura (45) de la guía de ondas en una segunda dirección angular está contenida en el interior de la zona de abertura de la guía de ondas.

Fig. 1

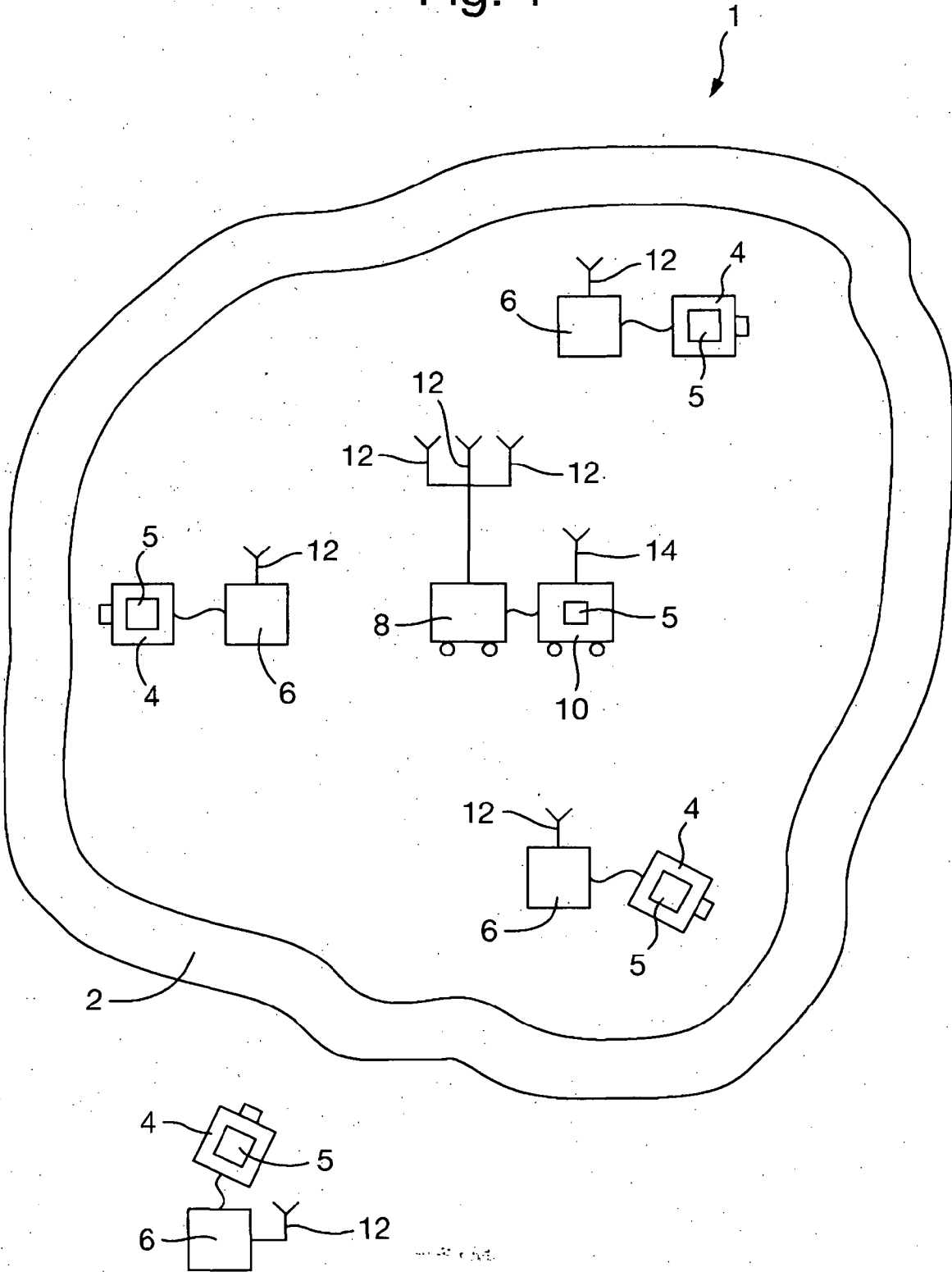


Fig. 2

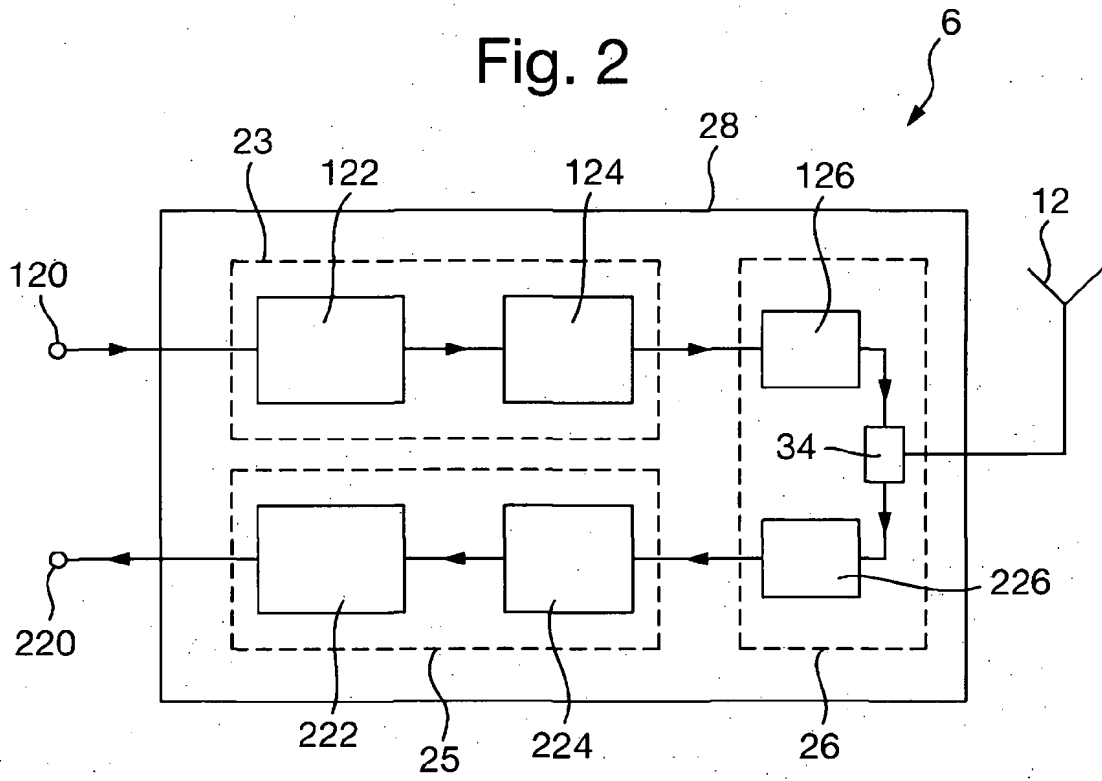


Fig. 3

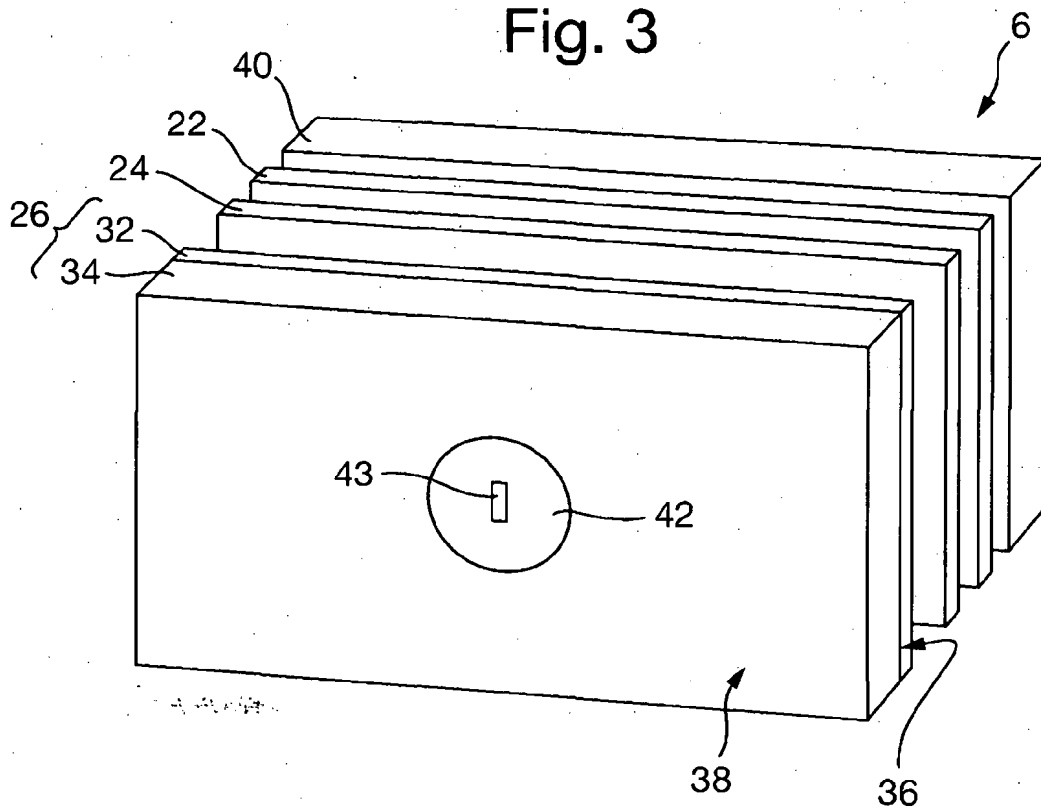


Fig. 4

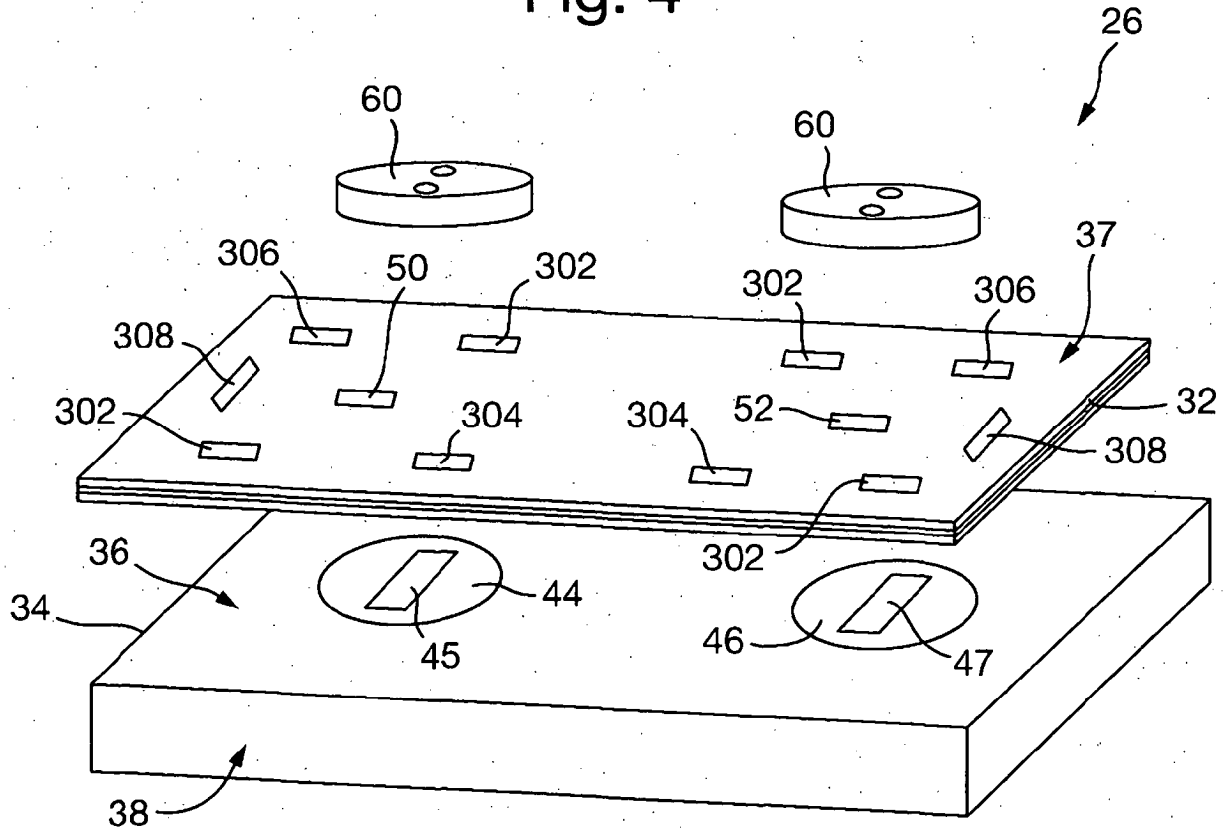


Fig. 5

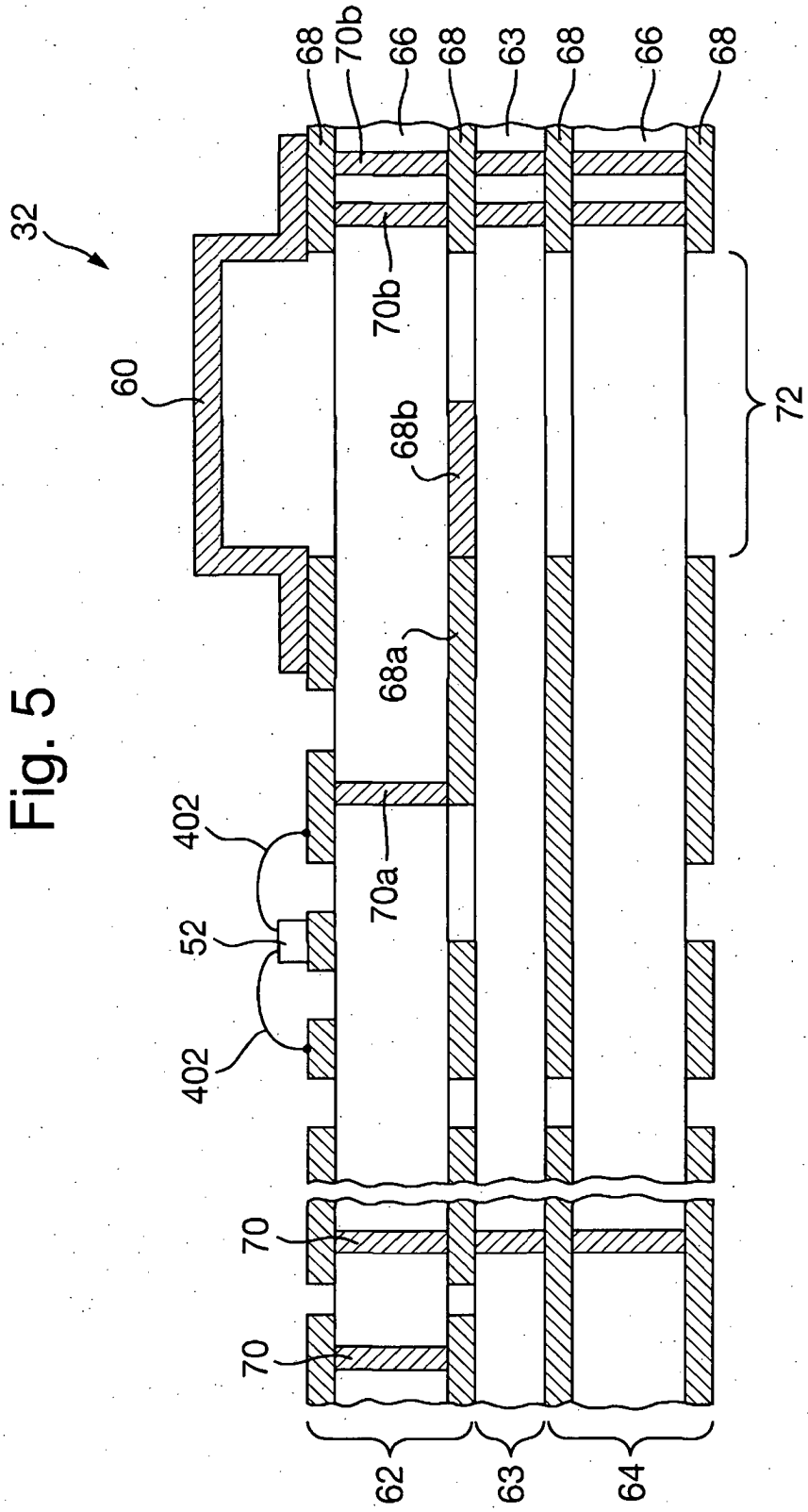


Fig. 6A

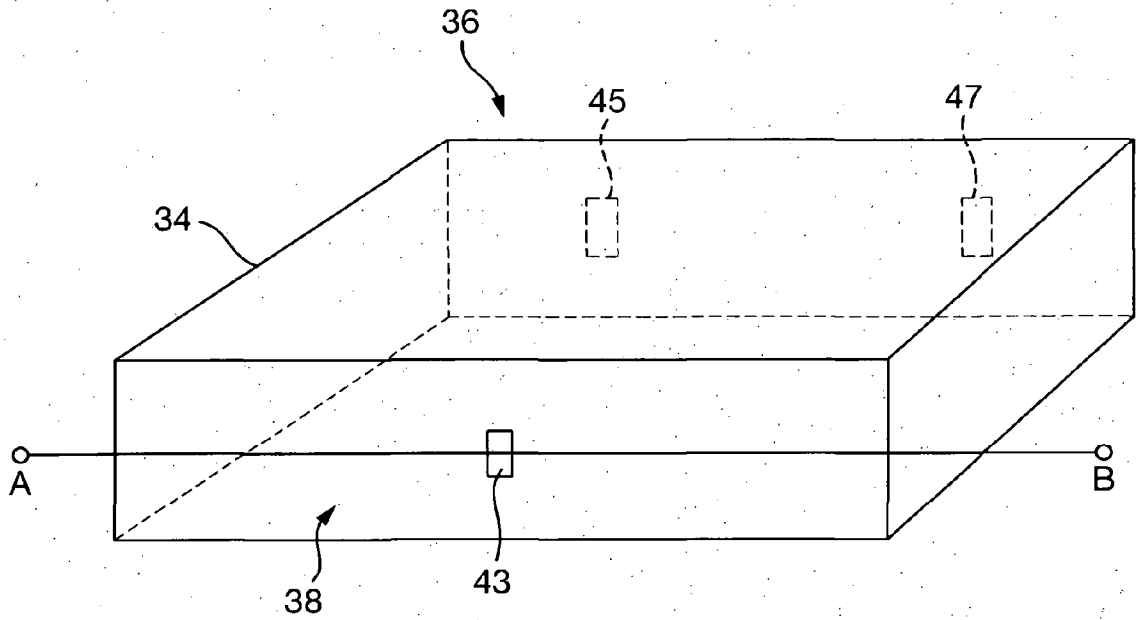


Fig. 6B

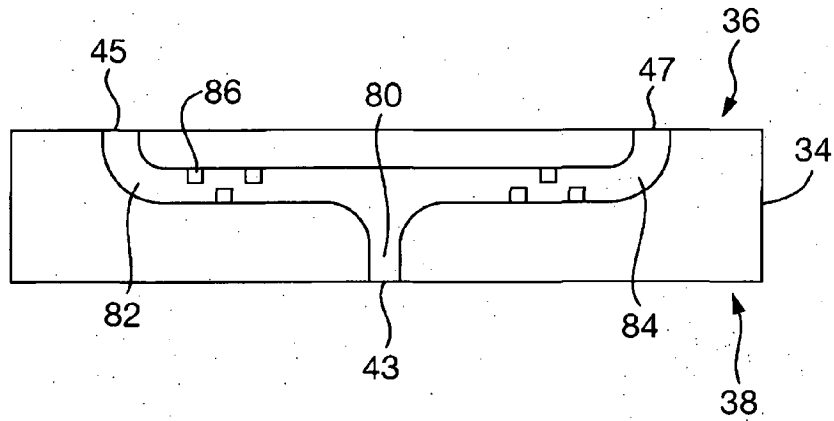


Fig. 7

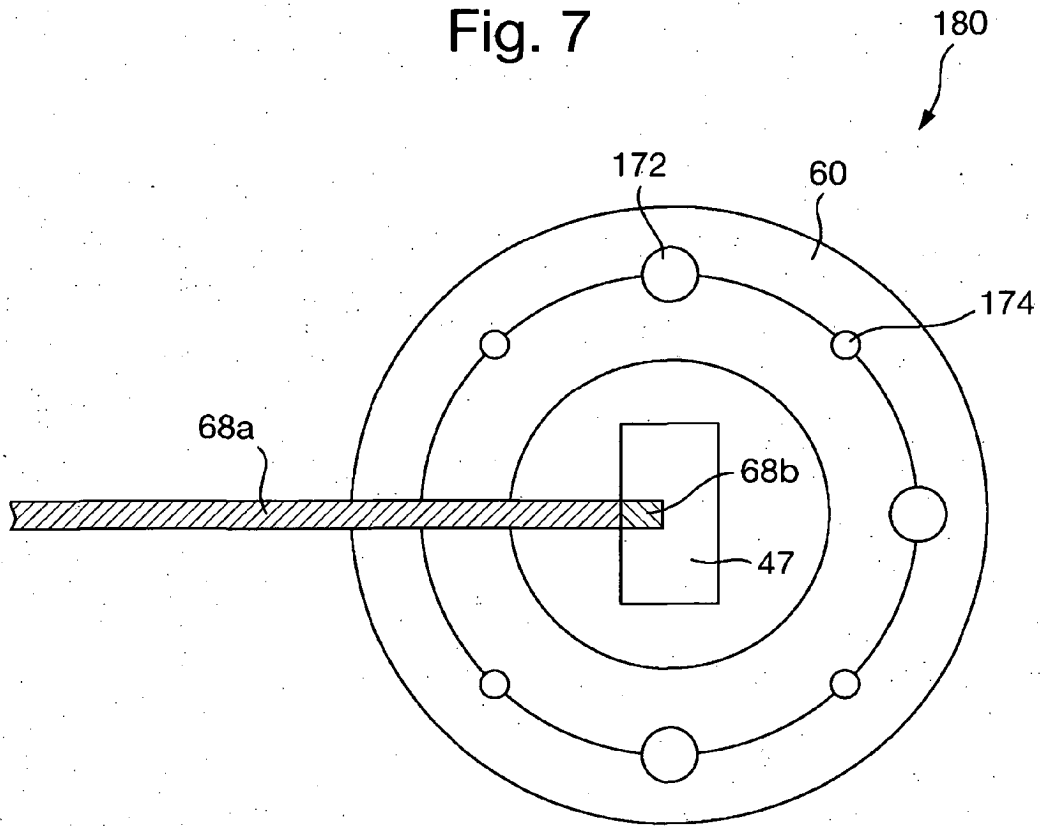


Fig. 8

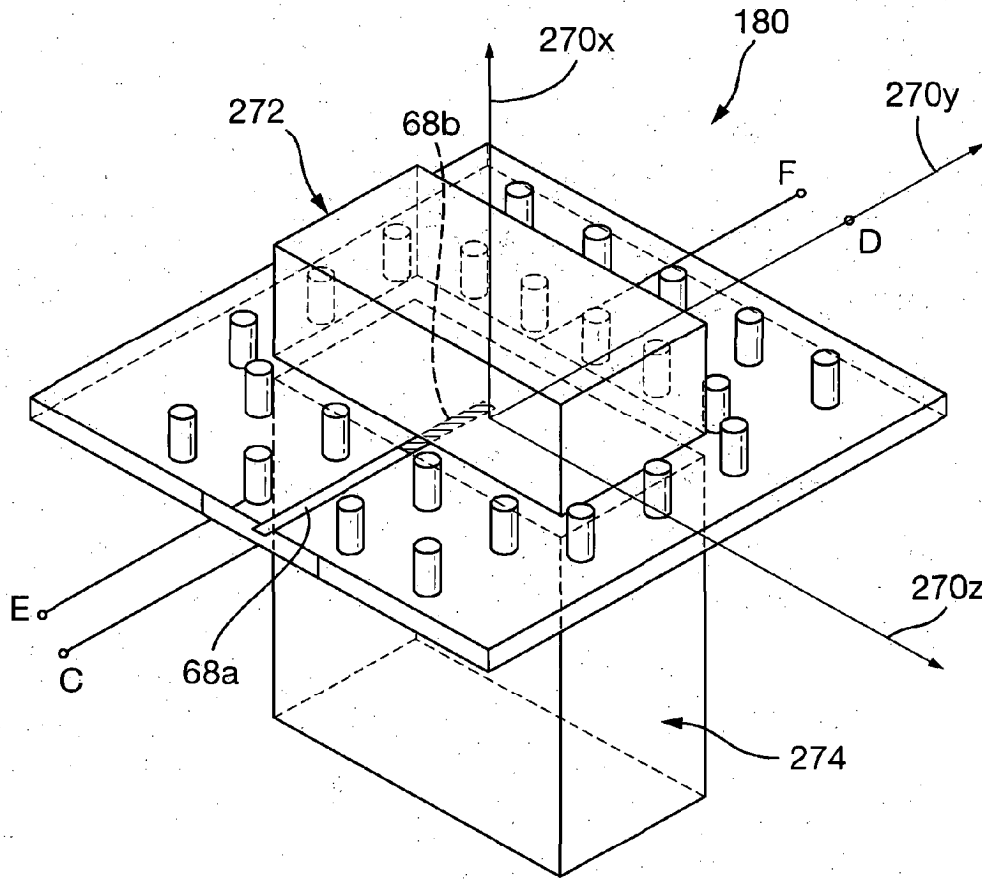


Fig. 9

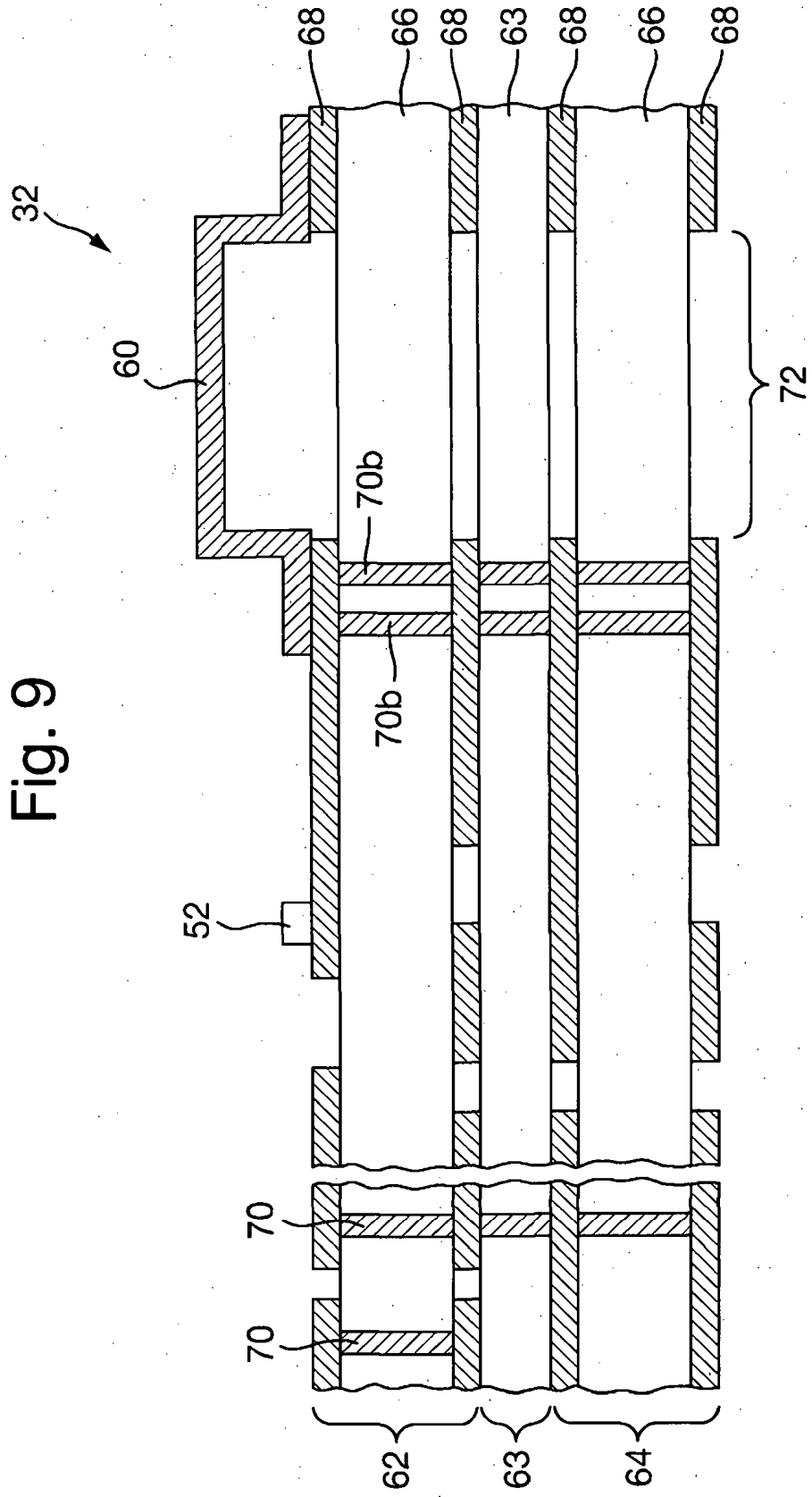


Fig. 10

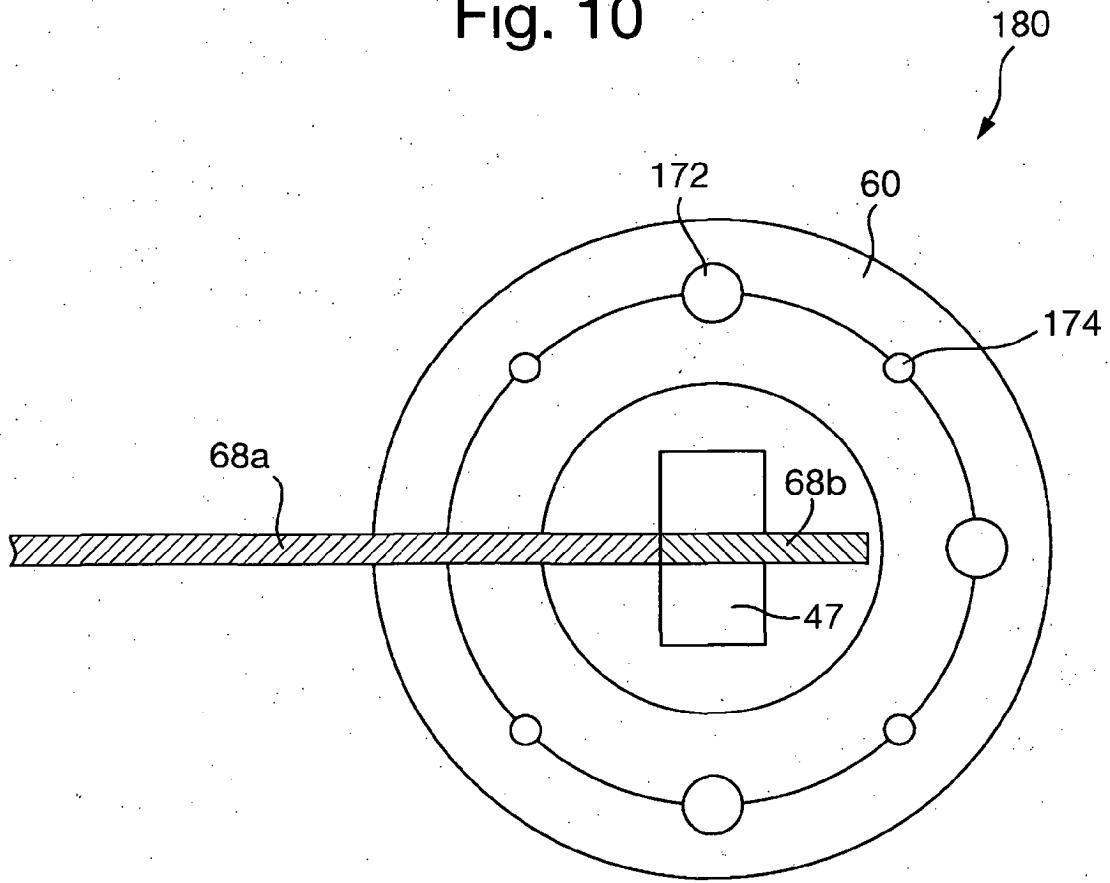


Fig. 11A

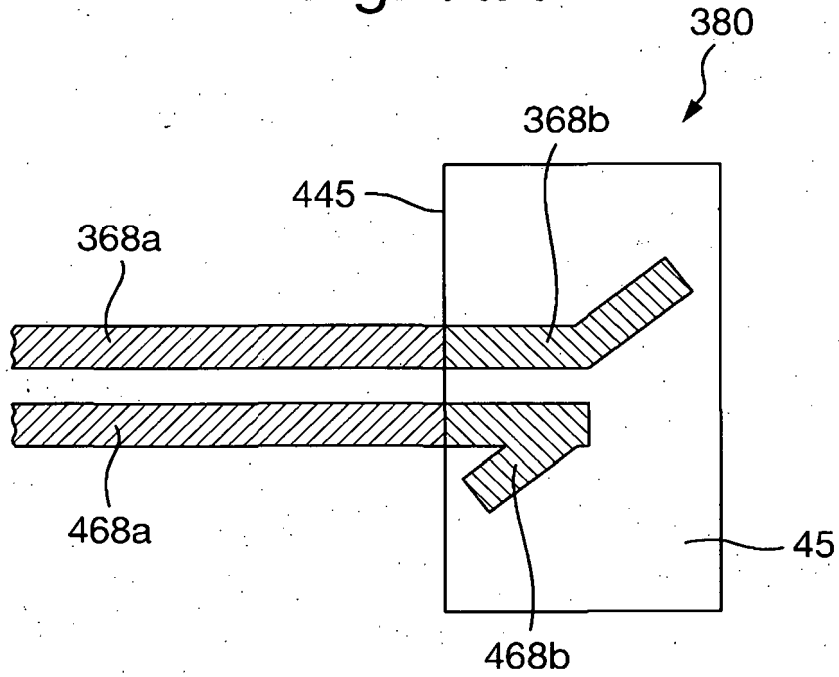


Fig. 11B

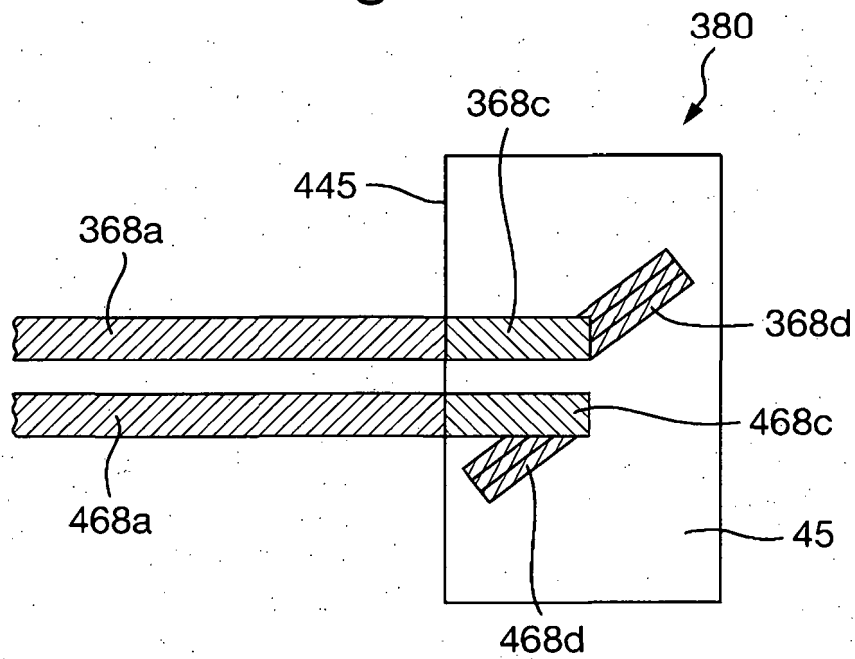


Fig. 12

