

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 457**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 5/307 (2015.01)

H01Q 9/04 (2006.01)

H01Q 5/40 (2015.01)

H01Q 9/26 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 21/28 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 3/30 (2006.01)

H01Q 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2016** **PCT/US2016/017671**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016** **WO16137757**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2016** **E 16705701 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019** **EP 3262710**

54 Título: **Estructuras y configuraciones de antenas para comunicaciones inalámbricas de longitud de onda milimétrica**

30 Prioridad:

23.02.2015 US 201562119744 P
01.09.2015 US 201514842675

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.11.2019

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

MOHAMMADIAN, ALIREZA, HORMOZ;
TASSOUDJI, MOHAMMAD, ALI y
OU, YU-CHIN

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 733 457 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

Estructuras y configuraciones de antenas para comunicaciones inalámbricas de longitud de onda milimétrica

5 ANTECEDENTES

CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

10 [0001] La presente divulgación se refiere, por ejemplo, a sistemas de comunicación inalámbrica y, más en particular, a estructuras de antena para comunicaciones inalámbricas.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

15 [0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tales como, voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, radiodifusión, y así sucesivamente. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden admitir la comunicación con múltiples usuarios compartiendo los recursos de sistema disponibles (por ejemplo, tiempo, frecuencia y energía). Algunos ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

25 [0003] A modo de ejemplo, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede incluir un número de estaciones base, cada una de las cuales admite simultáneamente la comunicación para múltiples dispositivos de comunicación, conocidos de otro modo como equipos de usuario (UE). Una estación base puede comunicarse con unos UE en canales de enlace descendente (por ejemplo, para transmisiones desde una estación base hasta un UE) y canales de enlace ascendente (por ejemplo, para transmisiones desde un UE hasta una estación base).

30 [0004] Los sistemas de comunicación pueden emplear un espectro con licencia, un espectro sin licencia o ambos. El espectro de longitud de onda milimétrica (mmW) sin licencia en la banda más alta de los gigahercios (GHz) (por ejemplo, alrededor de 28 GHz o alrededor de 60 GHz) se está convirtiendo en una tecnología prometedora, por ejemplo, para la comunicación inalámbrica multigigabit. En comparación con otros sistemas de frecuencia inferior (por ejemplo, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz, etc.), el espectro de alrededor de 60 GHz presenta varias ventajas, que incluyen un mayor ancho de banda sin licencia, un tamaño compacto de un transceptor debido a la pequeña longitud de onda (de aproximadamente 5 mm), y menos interferencias debido a la alta absorción atmosférica. Sin embargo, existen varias dificultades asociadas a este espectro, tales como las pérdidas por reflexión y dispersión, la pérdida por alta penetración y la pérdida por trayectoria alta, que limitan el alcance de cobertura a 60 GHz y pueden dar lugar a una línea de visión comparativamente mayor para la propagación de la señal y las comunicaciones satisfactorias. Para superar dichos problemas, se puede emplear la transmisión direccional. Por tanto, se puede emplear una técnica conocida como conformación de haz utilizando sistemas de antenas de múltiples elementos para la comunicación inalámbrica mmW.

45 [0005] Sin embargo, incluso con formación de haz, las comunicaciones que usan el espectro mmW pueden beneficiarse de una estructura de antena que está diseñada en particular para dichas longitudes de onda. Las estructuras de antena convencionales diseñadas para frecuencias más bajas (por ejemplo, 800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz, etc.) pueden incluir una sola antena omnidireccional (a veces dos o tres para diversidad) y pueden no ser adecuadas para aplicaciones de espectro mmW.

50 [0006] El documento US 5.262.791 describe una antena de sistema multicapa que tiene antenas de microcinta de banda de alta frecuencia formadas sobre una superficie de un primer sustrato dieléctrico, antenas de microcinta de banda de baja frecuencia en forma de peine formadas sobre una superficie de un segundo sustrato dieléctrico que está dispuesto sobre el primer sustrato dieléctrico, y orificios de paso para suministrar energía de microondas a las antenas de microcinta de banda de baja frecuencia en forma de peine a través del primer y el segundo sustratos dieléctricos.

55 SUMARIO

60 [0007] Las características descritas en general se refieren a uno o más sistemas, procedimientos, programas informáticos y/o aparatos mejorados para la comunicación inalámbrica como se define en las reivindicaciones independientes que usan el espectro mmW. En particular, las estructuras de antena pueden incluir sistemas de elementos de antena para hacer frente a los problemas de línea de visión. Además, las estructuras de antena pueden estar configuradas para generar un haz (por ejemplo, una señal) que es relativamente estrecho y tiene una ganancia relativamente alta para hacer frente a las pérdidas, como se menciona anteriormente. Aún más, las estructuras de antena pueden estar configuradas para proporcionar orientación de haz (por ejemplo, de formación de haz). Dichas estructuras de antena pueden estar diseñadas para ser relativamente compactas para hacer frente a la limitada disponibilidad de bien raíz para los dispositivos de comunicación inalámbrica modernos (por ejemplo, teléfonos celulares).

[0008] Por ejemplo, una estructura de antena puede incluir un primer sistema de elementos de antena configurado para transmitir/recibir en una primera frecuencia (por ejemplo, de alrededor de 28 GHz) y un segundo sistema de elementos de antena configurado para transmitir/recibir en una segunda frecuencia (por ejemplo, de alrededor de 60 GHz). La primera frecuencia se puede emplear para comunicaciones a través de una red inalámbrica de área amplia (WWAN) y la segunda frecuencia se puede emplear para comunicaciones a través de una red inalámbrica de área local (WLAN). Tanto el primer sistema como el segundo sistema pueden estar situados en configuraciones planas respectivas, que pueden ser esencialmente paralelas entre sí. La estructura de la antena también puede incluir uno o más sistemas de elementos de antena dipolo. El (los) sistema(s) de elementos de antena dipolo puede(n) estar configurado(s) para funcionar en una(s) dirección(es) sustancialmente ortogonal(es) a una dirección de funcionamiento del primer y el segundo sistemas.

[0009] Se describe un aparato para comunicación inalámbrica. El aparato puede incluir un primer sistema de antenas que comprende una primera pluralidad de elementos de antena en una primera configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en un primer intervalo de frecuencias. El aparato también puede incluir un segundo sistema de antenas que comprende una segunda pluralidad de elementos de antena en una segunda configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en un segundo intervalo de frecuencias. El segundo intervalo de frecuencias puede ser diferente del primer intervalo de frecuencias.

[0010] El segundo sistema de antenas puede estar situado en un plano diferente del primer sistema de antenas.

[0011] De forma alternativa o adicional, la primera configuración plana es paralela a la segunda configuración plana.

[0012] Conjuntamente, el primer y el segundo sistema de antenas pueden formar un sistema de antenas de doble apertura.

[0013] El primer sistema de antenas puede incluir al menos dos de la primera pluralidad de elementos de antena en una primera dimensión lateral y al menos dos de la primera pluralidad de elementos de antena en una segunda dimensión lateral.

[0014] Al menos uno de la primera pluralidad de elementos de antena puede definir una apertura. Al menos uno de la segunda pluralidad de elementos de antena puede estar alineado lateralmente dentro de la apertura y está desplazado verticalmente con respecto a la apertura. De forma alternativa, al menos uno de la segunda pluralidad de elementos de antena puede estar lateralmente adyacente a la apertura y desplazado verticalmente con respecto a la apertura.

[0015] Al menos uno de la primera pluralidad de elementos de antena puede ser una antena de parche de microcinta. La antena de parche de microcinta puede incluir un primer elemento de parche y un segundo elemento de parche parasitariamente acoplados al primer elemento de parche. El primer elemento de parche puede definir una primera apertura. El segundo elemento de parche puede definir una segunda apertura. La primera apertura y la segunda apertura pueden estar alineadas lateralmente y separadas verticalmente entre sí.

[0016] El primer intervalo de frecuencias puede incluir 27-31 gigahercios. El segundo intervalo de frecuencias puede incluir 56-67 gigahercios.

[0017] Al menos uno de la segunda pluralidad de elementos de antena puede ser una antena de parche E de microcinta que define una pluralidad de secciones planas conectadas por un borde compartido.

[0018] El segundo sistema de antenas puede incluir además uno o más elementos de antena adicionales situados en una columna central del segundo sistema.

[0019] Uno o más de la primera pluralidad de elementos de antena y uno o más de la segunda pluralidad de elementos de antena pueden estar orientados en un patrón de simetría especular uno con respecto al otro.

[0020] Al menos algunos de la segunda pluralidad de elementos de antena están dispuestos en una configuración de rejilla triangular.

[0021] El aparato también puede incluir un plano de tierra acoplado al primer y al segundo sistemas de antenas. El plano de tierra puede incluir uno o más dipolos plegados adaptados para enviar y recibir señales inalámbricas en el primer intervalo de frecuencias y uno o más dipolos plegados adaptados para enviar y recibir señales inalámbricas en el segundo intervalo de frecuencias.

[0022] El aparato puede ser un equipo de usuario (UE) y el primer y segundo sistemas de antenas pueden estar situados dentro del UE.

[0023] Cada uno del primer sistema de antenas y el segundo sistema de antenas puede estar configurado para

orientar un haz estrecho para comunicación inalámbrica de onda milimétrica.

[0024] El aparato puede incluir un tercer sistema de antenas, que puede incluir una tercera pluralidad de elementos de antena en una tercera configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en el primer intervalo de frecuencias. El aparato también puede incluir un cuarto sistema de antenas, que puede incluir una cuarta pluralidad de elementos de antena en una cuarta configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en el segundo intervalo de frecuencias. El primer y el segundo sistemas de antenas pueden estar configurados para enviar y recibir señales inalámbricas en una dirección transversal y el tercer y cuarto sistemas de antenas pueden estar configurados para enviar y recibir señales inalámbricas en una dirección longitudinal.

[0025] Se describe un procedimiento para comunicación inalámbrica. El procedimiento puede implicar hacer funcionar un primer sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un primer intervalo de frecuencias. El primer sistema de antenas puede incluir una primera pluralidad de elementos de antena en una primera configuración plana. El procedimiento también puede implicar hacer funcionar un segundo sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un segundo intervalo de frecuencias diferente del primer intervalo de frecuencias. El segundo sistema de antenas puede incluir una segunda pluralidad de elementos de antena en una segunda configuración plana. El primer sistema de antenas y el segundo sistema de antenas forman parte de una misma estructura de antena. El procedimiento puede incluir estas y otras características como las descritas anteriormente y más adelante en el presente documento.

[0026] Se describe un medio legible por ordenador no transitorio. El medio puede almacenar un código ejecutable por ordenador para comunicación inalámbrica. El código puede ser ejecutable por un procesador para provocar que un dispositivo: controle una estructura de antena que incluye un primer sistema de antenas de una primera pluralidad de elementos de antena en una primera configuración plana y un segundo sistema de antenas de una segunda pluralidad de elementos de antena en una segunda configuración plana. Dicho control puede hacer funcionar el primer sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un primer intervalo de frecuencias y hacer funcionar el segundo sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un segundo intervalo de frecuencias diferente del primer intervalo de frecuencias. El código puede ser ejecutable por el procesador para provocar que el dispositivo realice estas y otras características como se describe anteriormente y más adelante.

[0027] La anterior descripción ha esbozado, en términos generales, las características y las ventajas técnicas de unos ejemplos de acuerdo con la divulgación, para permitir una mejor comprensión de la siguiente descripción detallada. A continuación se describirán características y ventajas adicionales. La concepción y los ejemplos específicos divulgados se pueden utilizar fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente divulgación. Dichas estructuras equivalentes no se apartan del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las características de los conceptos divulgados en el presente documento y su organización y procedimiento de funcionamiento, junto con las ventajas asociadas, se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción cuando se consideren en relación con las figuras adjuntas. Cada una de las figuras se proporciona solo con el propósito de ilustración y descripción, y no como una definición de los límites de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0028] Puede obtenerse una mayor comprensión de la naturaleza y las ventajas de la presente invención en relación con los siguientes dibujos. Debe entenderse que los dibujos y los elementos o componentes ilustrados no están necesariamente a escala, y no pretenden proporcionar dimensiones o distancias específicas, sino que son solo ejemplos para facilitar la comprensión. En las figuras adjuntas, componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, se pueden distinguir diversos componentes del mismo tipo posponiendo a la etiqueta de referencia un guion y una segunda etiqueta que distingue entre los componentes similares. Si solo se usa la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a uno cualquiera de los componentes similares que tiene la misma primera etiqueta de referencia, independientemente de la segunda etiqueta de referencia.

La FIG. 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

las FIGS. 2A y 2B muestran diagramas esquemáticos de un ejemplo de elementos de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

la FIG. 3 muestra un diagrama esquemático de un ejemplo de configuración de sistemas de elementos de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

la FIG. 4A muestra un diagrama esquemático de otro ejemplo de configuración de sistemas de elementos de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

la FIG. 4B muestra un diagrama esquemático de otro ejemplo más de configuración de sistemas de elementos de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

la FIG. 5A muestra un diagrama esquemático de un ejemplo de elemento de antena dipolo, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

la FIG. 5B muestra un diagrama esquemático de un ejemplo de sistemas de elementos de antena dipolo, de acuerdo a diversos aspectos de la presente divulgación;

la FIG. 6 muestra un diagrama esquemático de otro ejemplo de una configuración de sistemas de elementos de antena dipolo, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación;

la FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo configurado para su uso en la comunicación inalámbrica, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación; y

la FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de procedimiento para la comunicación inalámbrica, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0029] Como se analiza anteriormente, las comunicaciones mmW pueden beneficiarse de una estructura de antena que está diseñada en particular para dichas longitudes de onda. Dicha estructura de antena puede estar diseñada para hacer frente a los problemas de línea de visión y pérdidas de transmisión asociados con las comunicaciones mmW. Dicha estructura de antena puede incluir diversas características y configuraciones descritas en el presente documento, tales como múltiples sistemas de elementos de antena y/o múltiples tipos de elementos de antena. La estructura de antena puede estar diseñada para generar un haz relativamente estrecho que tiene una ganancia relativamente alta, para proporcionar capacidad de orientación de haz y/o para ser relativamente compacta.

[0030] Una configuración de una estructura de antena descrita en el presente documento puede incluir un primer sistema de elementos de antena diseñado para proporcionar cobertura en un espacio superior (por ejemplo, en una dirección ortogonal a) un plano del primer sistema. Los elementos de antena del primer sistema pueden estar formados por un par de parches apilados, con un parche inferior que recibe alimentación y un parche superior acoplado parasitariamente al parche inferior.

[0031] La estructura de antena puede incluir un segundo sistema de elementos de antena diseñados para proporcionar cobertura en el plano (por ejemplo, en una o más direcciones paralelas al plano). Los elementos de antena del segundo sistema pueden estar formados por dipolos plegados. La combinación del primer y segundo sistemas puede estar diseñada para funcionar a una primera frecuencia (por ejemplo, alrededor de 28 GHz).

[0032] La estructura de antena también puede incluir sistemas de elementos de antena diseñados para funcionar a una segunda frecuencia (por ejemplo, alrededor de 60 GHz). Dichos sistemas pueden incluir un tercer sistema de elementos de antena diseñado para proporcionar cobertura en el espacio sobre el plano y un cuarto sistema de elementos de antena diseñado para proporcionar cobertura en el plano.

[0033] Los elementos de antena del tercer sistema pueden estar formados como parches, tales como parches E (parches en forma de letra E). Los elementos de antena del cuarto sistema pueden estar formados por dipolos plegados.

[0034] El tercer sistema de elementos de antena puede estar situado en un mismo plano que el primer sistema de elementos de antena, o en un plano que es esencialmente paralelo al plano del primer sistema. Los elementos de antena del segundo sistema y los elementos del cuarto sistema pueden estar entrelazados entre sí (por ejemplo, alternando elementos de antena de cada sistema). Por tanto, los elementos de antena del primer y tercer sistemas pueden compartir esencialmente el mismo bien raíz, y los elementos de antena del segundo y cuarto sistemas pueden compartir esencialmente el mismo bien raíz, tal como se describe en el presente documento.

[0035] La siguiente descripción proporciona ejemplos, y no es limitativa del alcance, la aplicabilidad o los ejemplos expuestos en las reivindicaciones. Se pueden hacer cambios en la función y la disposición de los elementos analizados sin alejarse del alcance de la divulgación. Diversos ejemplos pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes cuando proceda. Por ejemplo, los procedimientos descritos se pueden realizar en un orden diferente al descrito, y se pueden añadir, omitir o combinar diversas etapas. Además, las características descritas con respecto a determinados ejemplos se pueden combinar en otros ejemplos.

[0036] La FIG. 1 ilustra un ejemplo de sistema de comunicaciones inalámbricas 100 de acuerdo con diversos aspectos de la divulgación. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 incluye unas estaciones base 105, varios equipos de usuario (UE) 115 y una red central 130. La red central 130 puede proporcionar autenticación de usuario, autorización de acceso, seguimiento, conectividad de protocolo de Internet (IP) y otras funciones de acceso,

encaminamiento o movilidad. Las estaciones base 105 se interconectan con la red central 130 a través de enlaces de retroceso 132 (por ejemplo, S1, etc.) y pueden realizar la configuración y programación de radio para la comunicación con los UE 115, o pueden funcionar bajo control de un controlador de estación base (no mostrado). En diversos ejemplos, las estaciones base 105 se pueden comunicar entre sí, ya sea directa o indirectamente (por ejemplo, a través de la red central 130), a través de enlaces de retroceso 134 (por ejemplo, X1, etc.), que pueden ser enlaces de comunicación alámbrica o inalámbrica.

[0037] Las estaciones base 105 se pueden comunicar de forma inalámbrica con los UE 115 por medio de una o más antenas de estación base. Cada uno de los emplazamientos de estación base 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área de cobertura geográfica respectiva 110. En el ejemplo mostrado, las estaciones base 105 pueden utilizar el espectro de longitud de onda milimétrica sin licencia y denominarse estaciones base (BS) mmW. Además, en este ejemplo, la estación base 105-a puede utilizar una tecnología de acceso radio deferente, tal como la LTE, y se puede denominar estación transceptora base, estación base de radio, punto de acceso, transceptor de radio, NodoB, eNodoB (eNB), NodoB doméstico, eNodoB doméstico o con alguna otra terminología adecuada. El área de cobertura geográfica 110 para una estación base 105 se puede dividir en sectores que constituyen solo una parte del área de cobertura (no mostrada). El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede incluir estaciones base 105 de diferentes tipos (por ejemplo, estaciones base de macrocélulas y/o células pequeñas). Puede haber áreas de cobertura geográfica superpuestas 110 para diferentes tecnologías.

[0038] En este ejemplo, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 es una red de acceso inalámbrico mmW con soporte LTE, aunque el sistema puede estar configurado únicamente para comunicaciones mmW, cuando proceda o se desee. El término Nodo B evolucionado (eNB) se puede usar en general para describir la estación base 105-a, mientras que el término UE se puede usar en general para describir los UE 115. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede ser una red heterogénea en la que las estaciones base mmW 105 proporcionan cobertura para diversas zonas geográficas. Si bien se muestra un solo eNB 105-a para simplificar, puede haber múltiples eNB 105-a que proporcionan el área de cobertura 110-a para cubrir la totalidad o la mayoría de los UE 115 dentro del sistema de comunicaciones inalámbricas 100. Las áreas de cobertura 110 pueden indicar una cobertura de comunicación para una macrocélula, una célula pequeña y/u otros tipos de célula. El término "célula" es un término 3GPP que se puede usar para describir una estación base, una portadora o portadora componente asociada a una estación base, o un área de cobertura (por ejemplo, sector, etc.) de una portadora o estación base, dependiendo del contexto.

[0039] Una macrocélula en general cubre un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de varios kilómetros de radio) y puede permitir un acceso sin restricciones por los UE con abonos de servicio con el proveedor de red. Una célula pequeña es una estación base de potencia más baja, en comparación con una macrocélula, que puede funcionar en bandas de frecuencia iguales o diferentes (por ejemplo, con licencia, sin licencia, etc.) a las de las macrocélulas. Las células pequeñas pueden incluir picocélulas, femtocélulas y microcélulas de acuerdo con diversos ejemplos. Una picocélula puede abarcar un área geográfica relativamente más pequeña y puede permitir un acceso no restringido por los UE con abonos de servicio con el proveedor de red. Una femtocélula también puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una vivienda) y puede proporcionar acceso restringido por los UE que tienen una asociación con la femtocélula (por ejemplo, los UE de un grupo cerrado de abonados (CSG), los UE para usuarios de la vivienda y similares). Un eNB para una macrocélula puede denominarse macroeNB. Un eNB para una célula pequeña puede denominarse eNB de célula pequeña, picoeNB, femtoeNB o eNB doméstico. Un eNB puede admitir una o múltiples (por ejemplo, dos, tres, cuatro, etc.) células (por ejemplo, portadoras componentes).

[0040] El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede admitir funcionamiento síncrono o asíncrono. Para el funcionamiento síncrono, las estaciones base pueden tener una temporización de tramas similar, y las transmisiones desde diferentes estaciones base pueden estar aproximadamente alineadas en el tiempo. Para el funcionamiento asíncrono, las estaciones base pueden tener una temporización de tramas diferente, y las transmisiones desde diferentes estaciones base pueden no estar alineadas en el tiempo. Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar en operaciones síncronas o bien asíncronas.

[0041] Las redes de comunicación que se pueden adaptar a algunos de los diversos ejemplos divulgados pueden ser redes basadas en paquetes que funcionan de acuerdo con una pila de protocolos por capas. En el plano de usuario, las comunicaciones en la capa de portador o de protocolo de convergencia de datos de paquetes (PDCP) pueden estar basadas en el IP. Una capa de control de enlace de radio (RLC) puede realizar la segmentación y el reensamblaje de paquetes para comunicarse por canales lógicos. Una capa de control de acceso al medio (MAC) puede realizar la gestión de prioridades y el multiplexado de canales lógicos en canales de transporte. La capa MAC también puede usar la ARQ híbrida (HARQ) para proporcionar la retransmisión en la capa MAC para mejorar la eficacia del enlace. En el plano de control, la capa del protocolo de control de recursos de radio (RRC) puede proporcionar el establecimiento, la configuración y el mantenimiento de una conexión RRC entre un UE 115 y las estaciones base 105 o la red central 130 que admiten portadores de radio para los datos del plano de usuario. En la capa física (PHY), los canales de transporte se pueden correlacionar con canales físicos.

[0042] Los UE 115 están dispersos por todo el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 y cada UE 115 puede ser fijo o móvil. Un UE 115 también puede incluir, o ser denominado por los expertos en la técnica como, una estación

móvil, una estación de abonado, una unidad móvil, una unidad de abonado, una unidad inalámbrica, una unidad remota, un dispositivo móvil, un dispositivo inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, un dispositivo remoto, una estación de abonado móvil, un terminal de acceso, un terminal móvil, un terminal inalámbrico, un terminal remoto, un microteléfono, un agente de usuario, un cliente móvil, un cliente o con alguna otra terminología adecuada. Un UE 115 puede ser un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo manual, un ordenador de tableta, un ordenador portátil, un teléfono sin cable, una estación de bucle local inalámbrico (WLL) o similares. Un UE 115 puede ser capaz de comunicarse con diversos tipos de estaciones base y equipos de red, incluyendo las BS mmW, los macroeNB, los eNB de célula pequeña, las estaciones base retransmisoras y similares.

[0043] En el ejemplo mostrado, los enlaces de comunicación 125 pueden incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) desde un UE 115 hasta una estación base mmW 105 y/o transmisiones de enlace descendente (DL) desde una BS mmW 105 hasta un UE 115. Las transmisiones de enlace descendente también se pueden denominar transmisiones de enlace directo, mientras que las transmisiones de enlace ascendente también se pueden denominar transmisiones de enlace inverso. Cada enlace de comunicación 125 puede incluir una o más portadoras, donde cada portadora puede ser una señal compuesta por múltiples subportadoras (por ejemplo, señales de forma de onda de diferentes frecuencias) moduladas de acuerdo con las diversas tecnologías de radio descritas anteriormente. Cada señal modulada puede enviarse en una subportadora diferente y puede transportar información de control (por ejemplo, señales de referencia, canales de control, etc.), información de sobrecarga, datos de usuario, etc. Los enlaces de comunicación 125 pueden transmitir comunicaciones bidireccionales usando funcionamiento FDD (por ejemplo, usando recursos de espectros emparejados) o de TDD (por ejemplo, usando recursos de espectros no emparejados). Se pueden definir estructuras de trama para FDD (por ejemplo, estructura de trama tipo 1) y TDD (por ejemplo, estructura de trama tipo 2).

[0044] En algunos modos de realización del sistema de comunicaciones inalámbricas 100, las BS mmW 105 y/o los UE 115 pueden incluir estructuras de antena diseñadas para mejorar la calidad y fiabilidad de la comunicación entre las BS mmW 105 y los UE 115. Se describen diversos ejemplos de dichas estructuras de antena a continuación.

[0045] Dirigiendo ahora la atención hacia la **FIG. 2A**, se muestra un diagrama esquemático 200-a que ilustra una vista desde arriba de un ejemplo de elementos de antena que se pueden usar, por ejemplo, en los UE 115 descritos con respecto a la FIG. 1. En este ejemplo, un primer elemento de antena 210 y un segundo elemento de antena 220 pueden estar dispuestos en una superficie 230 (por ejemplo, un plano de tierra) que incluye puertos (no mostrados) para los respectivos elementos de antena 210, 220.

[0046] El primer elemento de antena 210 puede estar formado como un parche de microcinta y puede estar diseñado para funcionar a una primera frecuencia (por ejemplo, alrededor de 28 GHz). Como se muestra, el primer elemento de antena 210 puede estar configurado para incluir o definir una primera apertura 215. Como tal, el primer elemento de antena 210 puede estar configurado en forma de letra C o U como se muestra. Sin embargo, debe entenderse que son posibles otras formas del primer elemento de antena 210 y la primera apertura.

[0047] El segundo elemento de antena 220 también puede estar formado como un parche de microcinta y puede estar diseñado para funcionar a una segunda frecuencia, más alta que la primera frecuencia (por ejemplo, de alrededor de 60 GHz). Como se muestra, el segundo elemento de antena 220 puede estar configurado para incluir o definir un par de aperturas 225. Así pues, el segundo elemento de antena 220 puede estar configurado en forma de letra E como se muestra.

[0048] Debido a que la frecuencia de funcionamiento del segundo elemento de antena 220 es más alta que la frecuencia de funcionamiento del primer elemento de antena 210, el segundo elemento de antena 220 puede ser más pequeño que el primer elemento de antena 210. Esto puede permitir al segundo elemento de antena 220 compartir (por ejemplo, estar colocado en) un bien raíz con el primer elemento de antena 210. En este ejemplo, el segundo elemento de antena 220 puede tener una forma complementaria a la forma de la apertura 215 del primer elemento de antena 210 para acomodarse (por ejemplo, alinearse) al menos parcialmente, si no completamente, con la apertura 215. Al igual que con la primera apertura 215, debe entenderse que son posibles otras formas del segundo elemento de antena 220.

[0049] La **FIG. 2B** muestra un diagrama esquemático 200-b que ilustra una vista lateral del ejemplo de los elementos de antena mostrados en la FIG. 2A. En este ejemplo, el primer elemento de antena 210 puede estar formado por un elemento de parche inferior 210-1 y un elemento de parche superior 210-2 apilados verticalmente (por ejemplo, ortogonalmente al plano del primer elemento de antena 210). El elemento de parche inferior 210-1 puede estar conectado o acoplado a un puerto correspondiente (no mostrado) en la superficie 230 (por ejemplo, plano de tierra) por medio de un primer poste o conductor 212 de tal manera que el elemento de parche inferior 210-1 puede recibir alimentación en funcionamiento (por ejemplo, una transmisión de una comunicación u otra señal). El elemento de parche superior 210-2 puede estar acoplado parasitariamente al elemento de parche inferior 210-1 de cualquier manera adecuada (por ejemplo, en una posición adyacente y suficientemente cercana al elemento de parche inferior 210-1 o conectado físicamente).

[0050] El segundo elemento de antena 220 puede estar situado debajo del primer elemento de antena 210 (por ejemplo, debajo del elemento de parche inferior 210-1 como se muestra). De forma alternativa, debido a que el segundo elemento de antena 220 es más pequeño y está alineado con la apertura 215 como se describe anteriormente con respecto a la FIG. 2A, el segundo elemento de antena 220 puede estar situado en un plano que está entre un plano del elemento de parche inferior 210-1 y un plano del elemento de parche superior 210-2. Al igual que con el primer elemento de antena 210, el segundo elemento de antena 220 puede estar conectado o acoplado a un puerto correspondiente (no mostrado) en el sustrato 230 por medio de un segundo poste o conductor 222, de modo que el segundo elemento de antena 220 puede recibir alimentación en funcionamiento (por ejemplo, una transmisión de una comunicación u otra señal).

[0051] En la configuración mostrada, con el primer elemento de antena 210 y el segundo elemento de antena 220 dispuestos en planos paralelos, tanto el primer elemento de antena 210 como el segundo elemento de antena 220 pueden proporcionar cobertura (para recibir y/o transmitir señales) en la dirección mostrada por las flechas en la FIG. 2B (por ejemplo, ortogonal al (a los) plano(s) de los elementos de antena 210, 220). Aunque no se muestra para mayor claridad en la FIG. 2B, un material de sustrato (por ejemplo, un material compuesto tal como FR-4) puede llenar el volumen entre la superficie 230 y el elemento de parche superior 210-2 (o incluso sobre el elemento de parche superior, cuando proceda o se desee). Un material de sustrato también puede estar situado debajo de la superficie 230.

[0052] La FIG. 3 muestra un diagrama esquemático 300 que ilustra una vista desde arriba de un ejemplo de estructura de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. En este ejemplo, la estructura de antena puede estar configurada para incluir un primer sistema de elementos de antena 310, cada uno de los cuales puede ser un ejemplo del primer elemento de antena 210 descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y/o 2B. Cada uno de los elementos de antena 310 puede incluir o definir una apertura 315. Los elementos de antena 310 pueden estar dispuestos en un sistema 2X4, con simetría especular (como se muestra, por ejemplo, una relación de traslación con rotación) entre los cuatro elementos de antena 310 en un lado y los cuatro elementos de antena 310 en el otro lado. Dicha simetría especular puede proporcionar un mejor aislamiento para los elementos de antena 310. De forma alternativa, los cuatro elementos de antena 310 de un lado pueden estar orientados en una misma dirección (por ejemplo, una relación de traslación sin rotación) que los cuatro elementos de antena 310 del otro lado.

[0053] La estructura de antena también puede estar configurada para incluir un segundo sistema de elementos de antena 320, cada uno de los cuales puede ser un ejemplo del segundo elemento de antena 220 descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y/o 2B. Cada uno de los elementos de antena 310 puede incluir o definir un par de aperturas 325. Los elementos de antena 320 también pueden estar dispuestos en un sistema 2X4, con simetría especular (como se muestra) entre los cuatro elementos de antena 320 de un lado y los cuatro elementos de antena 320 del otro lado. De forma alternativa, los cuatro elementos de antena 320 de un lado pueden estar orientados en una dirección igual que los cuatro elementos de antena 320 del otro lado.

[0054] Como se describe anteriormente con respecto a la FIG. 2A, los segundos elementos de antena 320 pueden compartir un bien raíz (por ejemplo, estar coubicados) con los primeros elementos de antena 310, por ejemplo, acomodándose (por ejemplo, alineándose) al menos parcialmente, si no completamente, en unas aperturas respectivas 315 de los primeros elementos de antena 310. En el ejemplo mostrado, cada segundo elemento de antena 320 puede estar mayormente dispuesto/alineado dentro de una apertura respectiva 315 de un primer elemento de antena 310 correspondiente. Cada uno de los primeros elementos de antena 310 y cada uno de los segundos elementos de antena 320 pueden estar dispuestos sobre un sustrato 330 que incluye puertos (no mostrados) para los respectivos elementos de antena 310, 320, tal como se describe anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y 2B.

[0055] En la estructura de antena de la FIG. 3, los primeros elementos de antena 310 pueden estar adecuadamente separados. Por ejemplo, los primeros elementos de antena 310 pueden estar separados entre sí por menos de una longitud de onda (λ) (por ejemplo, aproximadamente $\lambda/2$), de acuerdo con su longitud de onda de funcionamiento (por ejemplo, a través del aire libre). En este ejemplo, tener los primeros elementos de antena 310 adecuadamente separados puede significar que los segundos elementos de antena 320 pueden no estar idealmente separados entre sí. Aunque los segundos elementos de antena 320 opuestos de los conjuntos de cuatro elementos de antena 320 pueden estar adecuadamente separados ajustando la medida (por ejemplo, más o menos) en que cada segundo elemento de antena 320 está dispuesto dentro de la apertura 315 respectiva del primer elemento de antena 310 correspondiente, los segundos elementos de antena 320 de los respectivos conjuntos de cuatro pueden seguir teniendo una separación entre sí no ideal (por ejemplo, lejos de $\lambda/2$ o incluso mayor que λ).

[0056] En la configuración mostrada, los primeros elementos de antena 310 y los segundos elementos de antena 320 pueden estar dispuestos en planos paralelos. Así pues, tanto los primeros elementos de antena 310 como los segundos elementos de antena 320 pueden proporcionar cobertura (para recibir y/o transmitir señales) en una dirección ascendente desde la página (por ejemplo, ortogonal al (a los) plano(s) de los elementos de antena 310, 320). Esta dirección puede denominarse dirección transversal en vista del espacio relativamente grande ocupado por los sistemas 2X4 de los elementos de antena 310 y 320 en la superficie del sustrato 330 (en comparación con las áreas de los bordes del sustrato sobre las cuales unos sistemas adicionales de elementos de antena pueden estar dispuestos, como se analiza a continuación con respecto a las FIGS. 5A, 5B y 6).

[0057] La **FIG. 4A** muestra un diagrama esquemático 400-a que ilustra una vista desde arriba de otro ejemplo de una estructura de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. En este ejemplo, la estructura de antena puede estar configurada para incluir un primer sistema de elementos de antena 410, cada uno de los cuales puede ser un ejemplo del primer elemento de antena 210 descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y/o 2B. Cada uno de los elementos de antena 410 puede incluir o definir una apertura 415. Los elementos de antena 410 pueden estar dispuestos en un sistema 2X4, con simetría especular (como se muestra) u orientados en una misma dirección, cuando proceda o se desee.

[0058] La estructura de antena también puede estar configurada para incluir un segundo sistema de elementos de antena 420, cada uno de los cuales puede ser un ejemplo del segundo elemento de antena 220 descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y/o 2B. Cada uno de los elementos de antena 410 puede incluir o definir un par de aperturas 425. Los elementos de antena 420 pueden estar dispuestos en un sistema 2X4, con simetría especular (como se muestra), con un sistema adicional dispuesto entre los cuatro elementos de antena 420 a cada lado del sistema 2X4.

[0059] Como se describe anteriormente con respecto a la FIG. 2A, los segundos elementos de antena 420 del sistema 2X4 pueden compartir bienes raíces (por ejemplo, estar coubicados) con los primeros elementos de antena 410, por ejemplo, acomodándose (por ejemplo, alineándose) al menos parcialmente en las aperturas 415 respectivas de los primeros elementos de antena 410. Cada uno de los primeros elementos de antena 410 y cada uno de los segundos elementos de antena 420 pueden estar dispuestos sobre un sustrato 430 que incluye puertos (no mostrados) para los respectivos elementos de antena 410, 420, tal como se describe anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y 2B.

[0060] En la estructura de antena de la FIG. 4A, los primeros elementos de antena 410 pueden estar separados adecuadamente, como se describe anteriormente con respecto a la FIG. 3. En el ejemplo mostrado, cada segundo elemento de antena 420 del sistema 2X4 puede estar dispuesto solo parcialmente dentro de la apertura respectiva 415 del primer elemento de antena 410 correspondiente. Además, los segundos elementos de antena 420 del sistema adicional pueden estar situados para formar una disposición de rejilla triangular de los segundos elementos de antena 420. Con la disposición de rejilla triangular y los segundos elementos de antena 420 solo dispuestos parcialmente dentro de las aperturas 415 respectivas de los primeros elementos de antena 410 correspondientes, los segundos elementos de antena 420 pueden tener una separación adecuada entre sí (por ejemplo, inferior a λ , tal como aproximadamente $\lambda/2$).

[0061] La **FIG. 4B** muestra un diagrama esquemático 400-b que ilustra una vista desde arriba de otro ejemplo más de estructura de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. En este ejemplo, la estructura de antena puede estar configurada de manera similar a la estructura de antena descrita anteriormente con respecto a la FIG. 4A, que incluye un primer sistema de elementos de antena 410-a que definen aperturas respectivas 415-a y un segundo sistema de elementos de antena 420-a que definen pares respectivos de aperturas 425-a. Cada uno de los primeros elementos de antena 410-a puede ser un ejemplo del primer elemento de antena 210 descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y/o 2B, y cada uno de los segundos elementos de antena 420-a puede ser un ejemplo del segundo elemento de antena 220 descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y/o 2B.

[0062] Los primeros elementos de antena 410-a pueden estar dispuestos en un sistema 2X4, con simetría especular (como se muestra) u orientados en la misma dirección, cuando proceda o se desee. Los segundos elementos de antena 420-a pueden estar dispuestos en un sistema 2X4, orientado en una misma dirección, con un sistema adicional dispuesto entre los cuatro elementos de antena 420-a en cada lado del sistema 2X4. Los segundos elementos de antena 420-a del sistema adicional también pueden estar orientados en una dirección igual que los otros elementos de antena 420-a (por ejemplo, todos los segundos elementos de antena 420-a situados en una relación de traslación sin rotación).

[0063] Tener los elementos de antena del sistema orientados en la misma dirección se puede considerar como una orientación predeterminada o habitual. Cuando el sistema recibe alimentación desde una red de alimentación (o colector) tal como una alimentación común, tener los elementos de la antena orientados en la misma dirección puede simplificar la red de alimentación. Sin embargo, si cada elemento de antena es alimentado por un módulo Tx/Rx separado, entonces un chip puede gestionar la distribución. Cuando el primer y el segundo elementos de antena están en simetría especular, entonces se puede implementar un desplazamiento de fase de 180 grados entre sus corrientes de alimentación. Dicho desplazamiento de fase se puede tratar en el dominio digital en el chip, por ejemplo.

[0064] Como se describe anteriormente, los segundos elementos de antena 420-a del sistema 2X4 pueden compartir bienes raíces (por ejemplo, estar coubicados) con los primeros elementos de antena 410-a, por ejemplo, acomodándose (por ejemplo, alineándose) al menos parcialmente en aperturas respectivas 415-a de los primeros elementos de antena 410-a. Cada uno de los primeros elementos de antena 410-a y cada uno de los segundos elementos de antena 420-a pueden estar dispuestos sobre un sustrato 430-a que incluye puertos (no mostrados) para los respectivos elementos de antena 410-a, 420-a, como se describe anteriormente con respecto a las FIGS. 2A y 2B.

[0065] En la estructura de antena de la FIG. 4B, los primeros elementos de antena 410-a pueden estar separados

adecuadamente, como se describe anteriormente con respecto a la FIG. 3. En el ejemplo mostrado, cada segundo elemento de antena 420-a del sistema 2X4 puede estar dispuesto solo parcialmente dentro de la apertura 415-a respectiva del primer elemento de antena 410-a correspondiente. Además, los segundos elementos de antena 420-a del sistema adicional pueden estar situados para formar una disposición de rejilla triangular de los segundos elementos de antena 420-a, que puede ser de tal modo que los segundos elementos de antena 420-a están adecuadamente separados entre sí.

[0066] Aunque los ejemplos descritos anteriormente con respecto a las FIGS. 3, 4A y 4B implican sistemas 2X4 de elementos de antena, debe entenderse que son posibles otras configuraciones de sistemas (1X3, 2X3, 2X2, 2X1, etc.). Además, debe entenderse que mientras más elementos de antena en general pueden dar lugar a una ganancia mayor, el bien raíz (por ejemplo, el espacio) disponible para la estructura (o estructuras) de antena dentro de un dispositivo, tal como un UE, está limitado por el tamaño total del dispositivo y los otros componentes del mismo.

[0067] Dirigiendo ahora la atención hacia la FIG. 5A, se muestra un diagrama esquemático 500-a que ilustra una vista desde arriba de un ejemplo de elemento de antena que se puede usar, por ejemplo, en los UE 115 descritos con respecto a la FIG. 1. En este ejemplo, un elemento de antena dipolo 510 puede estar dispuesto en una superficie 530 (por ejemplo, plano de tierra) que incluye un puerto 515 para el elemento de antena dipolo 510.

[0068] El elemento de antena dipolo 510 puede estar configurado para estar acoplado o conectado al puerto 515, por ejemplo, a una primera línea (por ejemplo, conductora) 535-1 y una segunda línea 535-2 del puerto 515. Dicha configuración puede hacer que el elemento de antena dipolo 510 sea un elemento de antena equilibrado con una alimentación diferencial (por ejemplo, en el que la corriente de alimentación de la primera línea 535-1 es opuesta a la corriente de alimentación de la segunda línea 535-2). El elemento de antena dipolo 510 puede estar formado como un elemento de antena dipolo plegado y puede estar diseñado para funcionar a una frecuencia particular (por ejemplo, alrededor de 28 GHz). El elemento de antena dipolo 510 puede estar configurado con una forma general de letra T, por ejemplo, con el elemento de antena dipolo 510 sobresaliendo por un borde 532 de la superficie 530 y la parte superior de la forma de T esencialmente paralela a un plano del borde 532.

[0069] La FIG. 5B muestra un diagrama esquemático 500-b que ilustra una vista desde arriba de un ejemplo de elementos de antena, cada uno de los cuales puede estar configurado de manera similar al elemento de antena 510 descrito con respecto a la FIG. 5A. En este ejemplo, un primer sistema de elementos de antena 510-a puede estar dispuesto en una superficie 530-a, tal como se describe con respecto a la FIG. 5A, para sobresalir por un borde 532-a del mismo. Cada uno de los primeros elementos de antena 510-a puede ser un elemento de antena dipolo plegado diseñado para funcionar a una primera frecuencia (por ejemplo, alrededor de 28 GHz).

[0070] Un segundo sistema de elementos de antena 520 también puede estar dispuesto en la superficie 530-a, tal como se describe con respecto a la FIG. 5A. Cada uno de los segundos elementos de antena 520 puede ser un elemento de antena dipolo plegado diseñado para funcionar a una segunda frecuencia (por ejemplo, alrededor de 60 GHz).

[0071] Los primeros elementos de antena 510-a y los segundos elementos de antena 520 pueden estar entrelazados entre sí (por ejemplo, alternando elementos de antena de cada sistema). Debido a que la frecuencia de funcionamiento de los segundos elementos de antena 520 es superior a la frecuencia de funcionamiento de los primeros elementos de antena 510-a, los segundos elementos de antena 520 pueden ser más pequeños que los primeros elementos de antena 510-a. Esto puede permitir al segundo elemento de antena 220 compartir un bien raíz (por ejemplo, estar coubicado) con el primer elemento de antena 210, acomodándose al (a los) espacio(s) entre primeros elementos de antena 510-a adyacentes.

[0072] Los segundos elementos de antena 520 pueden estar situados más cerca del borde 532-a de la superficie 530-a. De forma alternativa, debido a que los segundos elementos de antena 520 son más pequeños y se acomodan dentro del (de los) espacio(s) entre primeros elementos de antena 510-a adyacentes, los segundos elementos de antena 520 pueden estar situados en un plano igual que los primeros elementos de antena 510-a (por ejemplo, con las partes superiores del primer y segundo elementos de antena 510-a, 520 esencialmente en el mismo plano, en paralelo al borde 532-a). De forma alternativa o adicional, el primer y segundo elementos de antena 510-a, 520 pueden estar situados esencialmente en un mismo plano paralelo a la superficie 530-a. Si las líneas de alimentación para el primer y segundo elementos de antena 510-a, 520 están situadas en ese mismo plano, se puede reducir un número de capas conductoras (por ejemplo, metálicas), lo que puede reducir los costes y/o la complejidad de fabricación.

[0073] En la configuración mostrada, con los primeros elementos de antena 510-a y los segundos elementos de antena 520 dispuestos en planos paralelos, tanto los primeros elementos de antena 510-a como los segundos elementos de antena 520 pueden proporcionar cobertura (para recibir y/o transmitir señales) en una dirección mostrada por las flechas en la FIG. 5B (por ejemplo, ortogonal al plano del borde 532-a de la superficie 530-a o en el plano de la superficie 530-a). Esta dirección puede denominarse dirección de borde o longitudinal (en comparación con el área de la superficie en la que pueden estar dispuestos los sistemas de elementos de antena de parche, como se analiza anteriormente con respecto a las FIGS. 2A, 2B, 3, 4A y 4B). Aunque no se muestra para mayor claridad en

la FIG. 5B, un primer material de sustrato (por ejemplo, un material compuesto tal como FR-4) puede estar situado en un lado superior de la superficie 530-a (que sostiene unas antenas de parche como se describe anteriormente) y un segundo material de sustrato (por ejemplo, el mismo) puede estar situado en un lado inferior de la superficie 530-a (que sostiene los elementos de antena dipolo). Las líneas de alimentación para los elementos de antena dipolo (no mostradas) pueden estar dispuestas en una superficie del segundo material de sustrato.

[0074] Los primeros elementos de antena 510-a pueden tener una separación adecuada entre sí (por ejemplo, menos de λ o aproximadamente $\lambda/2$ correspondiente a 28 GHz). De forma alternativa, los segundos elementos de antena 520 pueden estar separados adecuadamente entre sí. Aún más, se puede adoptar un compromiso entre la separación de los primeros elementos de antena 510-a y la separación de los segundos elementos de antena 520. Tener los primeros elementos de antena 510-a con una separación aproximada de $\lambda/2$ entre sí (de centro a centro de elementos adyacentes) puede proporcionar una pequeña distancia (por ejemplo, mínima) entre las puntas de los elementos adyacentes para evitar el contacto. Esto puede dar como resultado una distancia aproximada de λ (correspondiente a 60 GHz) entre segundos elementos de antena adyacentes 520, teniendo en cuenta que la distancia física de $\lambda/2$ a 28 GHz está bastante cerca de λ a 60 GHz.

[0075] La FIG. 6 muestra un diagrama esquemático 600 que ilustra una vista desde arriba de un ejemplo de estructura de antena, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. En este ejemplo, la estructura de antena puede estar configurada para incluir un primer sistema de elementos de antena 610, cada uno de los cuales puede ser un ejemplo del primer elemento de antena 510-a descrito anteriormente con respecto a la FIG. 5B. La estructura de antena también puede estar configurada para incluir un segundo sistema de elementos de antena 620, cada uno de los cuales puede ser un ejemplo del segundo elemento de antena 520 descrito anteriormente con respecto a la FIG. 5B.

[0076] Los primeros elementos de antena 610 y los segundos elementos de antena 620 pueden estar dispuestos a lo largo de los bordes de un sustrato 630, con los primeros elementos de antena 610 y los segundos elementos de antena 620 entrelazados. Con el sustrato rectangular 630 mostrado en la FIG. 6, los sistemas pueden estar configurados para funcionar en cuatro direcciones diferentes, proporcionando cobertura en el plano del sustrato 630.

[0077] Aunque no se muestra para mayor claridad, unos sistemas adicionales de elementos de antena, tales como los descritos con respecto a las FIGS. 3, 4A o 4B, pueden estar dispuestos en el sustrato 630 como se indica mediante los puertos 640 mostrados en la FIG. 6 (por ejemplo, para los primeros elementos de antena 310, 410 o 410-a). Por tanto, debe entenderse que los sistemas de antenas de las FIGS. 3, 4A o 4B pueden estar combinados con los sistemas de antenas de la FIG. 6 para formar una estructura de antena compacta que incluye tanto elementos de antena de parche como elementos de antena dipolo para una frecuencia determinada, o tanto elementos de antena de parche como elementos de antena dipolo para dos frecuencias diferentes.

[0078] En los ejemplos descritos anteriormente con respecto a las FIGS. 3, 4A, 4B, 5A, 5B, 5C y 6, los elementos de antena de los sistemas de antenas (ya sea los sistemas de parches o los sistemas de dipolos, o ambos) pueden estar diseñados y dispuestos de modo que coinciden con su alimentación (por ejemplo, su frecuencia de funcionamiento). Dicho enfoque puede lograr mejores características de pérdida de retorno y/o aislamiento (por ejemplo, más de diez (10) decibelios (dB) en algunos casos).

[0079] La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques 700 que ilustra un ejemplo de arquitectura para un UE 115-a para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El UE 115-a puede tener diversas configuraciones y puede estar incluido o formar parte de un ordenador personal (por ejemplo, un ordenador portátil, un ordenador plegable, un ordenador de tableta, etc.), un teléfono celular (por ejemplo, un teléfono inteligente), un PDA, una grabadora de vídeo digital (DVR), un accesorio de Internet, una consola de juegos, un libro electrónico, etc. El UE 115 puede tener, en algunos casos, una fuente de alimentación interna (no mostrada), tal como una batería pequeña, para facilitar el funcionamiento móvil. El UE 115-a puede ser un ejemplo de diversos aspectos de los UE 115 descritos con respecto a la FIG. 1. El UE 115-a puede estar configurado para implementar al menos algunas de las características y funciones descritas con referencia a las FIGS. 1, 2A, 2B, 3, 4A, 4B, 5A, 5B y/o 6. El UE 115-a puede comunicarse con una BS mmW 105 descrita con referencia a la FIG. 1.

[0080] El UE 115-a puede incluir un procesador 705, una memoria 710, un gestor de comunicaciones 720, al menos un transceptor 725 y unos sistemas de antenas 730. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación mutua, directa o indirectamente, a través de un bus 735.

[0081] La memoria 710 puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o memoria de solo lectura (ROM). La memoria 710 puede almacenar código de software (SW) legible por ordenador y ejecutable por ordenador 715 que contiene instrucciones que, cuando se ejecutan, provocan que el procesador 705 realice diversas funciones descritas en el presente documento para comunicaciones inalámbricas. De forma alternativa, el código de software 715 puede no ser directamente ejecutable por el módulo procesador 705, sino que puede provocar que el UE 115-a (por ejemplo, cuando se compila y ejecuta) realice diversas funciones descritas en el presente documento.

[0082] El procesador 705 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, por ejemplo, una CPU, un

microcontrolador, un ASIC, etc. El procesador 705 puede procesar información recibida a través del (de los) transceptor(es) 725 desde los sistemas de antenas 730 y/o información que se va a enviar al (a los) transceptor(es) 725 para su transmisión a través de los sistemas de antenas 730. El procesador 705 puede ocuparse, solo o en conexión con el gestor de comunicaciones 720, de diversos aspectos de las comunicaciones inalámbricas para el UE 115-a.

[0083] El (los) transceptor(es) 725 puede(n) incluir un módem para modular paquetes y proporcionar los paquetes modulados a los sistemas de antenas 730 para su transmisión, y para desmodular paquetes recibidos desde los sistemas de antenas 730. El (los) transceptor(es) 725 puede(n) estar implementados en algunos casos como transmisores y receptores separados. El (los) transceptor(es) 725 puede(n) admitir comunicaciones de acuerdo con múltiples RAT (por ejemplo, mmW, LTE, etc.). El (los) transceptor(es) 725 puede(n) comunicarse bidireccionalmente, por medio de los sistemas de antenas 730, con la(s) BS mmW 105 descritas con referencia a la FIG. 1. Aunque no se muestra, el UE 115-a también puede incluir una sola antena o múltiples antenas diseñadas para usar RAT distintas a las mmW.

[0084] El (los) transceptor(es) 725, ya sea solo o bien en conjunto con el gestor de comunicaciones 720, puede controlar operaciones de los sistemas de antenas 730. Dicho control puede implicar alimentar individualmente los elementos de antena de los sistemas de antenas 730 de tal manera que el(los) haz(es) se orientan en una(s) dirección(es) deseada(s). Por ejemplo, para un sistema con elementos dispersos uniformemente a lo largo de una línea con una separación de $\lambda/2$ (tal como los sistemas de dipolos en cada borde del plano de tierra de la FIG. 6 para dipolos de 28 GHz), suponiendo que los elementos del sistema tienen un patrón de radiación isotrópica en el plano de interés, es posible orientar el haz en una dirección en particular estableciendo una magnitud de la señal enviada a cada puerto de antena igual a 1 voltio con un desplazamiento de fase progresivo (por ejemplo, si la fase del primer elemento de antena es cero, entonces el desplazamiento de fase del segundo elemento de antena será α (grados), el desplazamiento de fase del tercer elemento de antena será 2α , y así sucesivamente. El valor de α puede determinar la dirección del haz. Si se supone que el ángulo del haz se mide con respecto a una línea que conecta conjuntamente todos los elementos de la antena, entonces α puede ser de -180 grados para que el haz esté a lo largo de esta línea. Para que el haz forme ángulos de 30, 45, 60 y 90 grados con esta línea, por ejemplo, el desplazamiento de fase progresivo puede ser -155,9, -127,3, -90 y 0 grados, respectivamente. Por tanto, si los elementos de la antena se alimentan en fase (es decir, α es igual a cero grados), entonces el haz estará en la dirección perpendicular a la dirección de la línea del sistema. Dichos números pueden basarse en otra suposición de que no hay acoplamiento mutuo entre los elementos de la antena. En la práctica, el (nivel de) acoplamiento mutuo entre los elementos del sistema puede dar como resultado modificaciones en dichos ángulos o diferentes desplazamientos de fase para lograr dichos ángulos de haz.

[0085] Cuando los sistemas de antenas 730 están configurados con sistemas de antenas separados para diferentes frecuencias de funcionamiento (por ejemplo, dos frecuencias diferentes, tales como 28 GHz y 60 GHz como se describe en el presente documento), el (los) transceptor(es) 725 pueden hacer funcionar selectivamente los sistemas de antenas (así como sus elementos individuales) correspondientes a la frecuencia usada actualmente por el UE 115-a para las comunicaciones. Con las estructuras de antena de doble frecuencia descritas en el presente documento, el UE 115-a puede comunicarse a través de dos bandas diferentes sin una estructura de antena separada para cada banda. Por tanto, las estructuras de antena descritas en el presente documento pueden conservar el limitado bien raíz del UE 115-a y pueden reducir cualquier incidencia negativa potencial en el tamaño total del UE 115-a en el que se puede incurrir de otro modo para proporcionar dichas capacidades.

[0086] El gestor de comunicaciones 720 y/o el (los) transceptor(es) 725 del UE 115-a pueden implementarse, individual o conjuntamente, usando uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), adaptados para realizar algunas o la totalidad de las funciones aplicables en hardware. De forma alternativa, una o más unidades de procesamiento (o núcleos) diferentes pueden realizar las funciones, en uno o más circuitos integrados. En otros ejemplos, se pueden usar otros tipos de circuitos integrados (por ejemplo, ASIC estructurados/de plataforma, matrices de puertas programables *in situ* (FPGA) y otros IC semipersonalizados), que pueden programarse de cualquier manera conocida en la técnica. Las funciones de cada módulo también se pueden implementar, en su totalidad o en parte, con instrucciones realizadas en una memoria, formateadas para ser ejecutadas por uno o más procesadores generales o específicos de la aplicación.

[0087] La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de procedimiento 800 para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Para mayor claridad, el procedimiento 800 se describe a continuación con referencia a aspectos de una o más de las estructuras de antena descritas anteriormente. En algunos ejemplos, un UE puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del UE, para realizar las funciones descritas a continuación. De forma adicional o alternativa, el UE puede realizar una o más de las funciones descritas a continuación usando hardware de propósito especial.

[0088] En el bloque 805, el procedimiento 800 puede implicar hacer funcionar un primer sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un primer intervalo de frecuencias. El primer sistema de antenas puede incluir una primera pluralidad de elementos de antena en una primera configuración plana. Por ejemplo, el primer sistema de antenas puede ser el primer sistema de elementos de antena 310 descrito con respecto a la FIG. 3.

[0089] En el bloque 810, el procedimiento 800 puede implicar hacer funcionar un segundo sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un segundo intervalo de frecuencias diferente del primer intervalo de frecuencias. El segundo sistema de antenas puede incluir una segunda pluralidad de elementos de antena en una segunda configuración plana. Por ejemplo, el segundo sistema de antenas puede ser el segundo sistema de elementos de antena 320 descrito con respecto a la FIG. 3.

[0090] De acuerdo con el procedimiento 800, el primer sistema de antenas y el segundo sistema de antenas forman parte de una misma estructura de antena, por ejemplo, como se describe con respecto a la FIG. 3. Por tanto, el procedimiento 800 puede permitir una comunicación inalámbrica en dos intervalos de frecuencias diferentes usando una única estructura de antena. Como se describe anteriormente, dicha estructura de antena puede proporcionar dicha capacidad mientras se mantiene compacta, lo que puede ayudar a conservar el bien raíz limitado disponible en un dispositivo de comunicación inalámbrico moderno.

[0091] La(s) operación(es) en los bloques 805 y 810 se pueden realizar usando el (los) transceptor(es) 725 descrito(s) con referencia a la FIG. 7. Si bien se puede usar un solo transceptor 725, se pueden usar unos transceptores separados para hacer funcionar el primer sistema de antenas y para hacer funcionar el segundo sistema de antenas, en particular cuando los elementos de antena de los sistemas respectivos se alimentan individualmente, por ejemplo, para orientar un haz desde el sistema respectivo en una(s) dirección(es) deseada(s).

[0092] Cabe destacar que el procedimiento 800 es solo una implementación y que se pueden realizar otras operaciones diversas de acuerdo con la divulgación anterior además o en lugar de la(s) operación(es) de los bloques 805 y 810. Así pues, son posibles otros procedimientos.

[0093] Aunque la descripción anterior se refiere a frecuencias de funcionamiento específicas de 28 GHz y 60 GHz, debe entenderse que dichas frecuencias de funcionamiento pueden corresponder a un intervalo de frecuencias. Por ejemplo, una frecuencia de funcionamiento de alrededor de 28 GHz puede implicar un intervalo de frecuencias tal como de 27 a 31 GHz, y una frecuencia de funcionamiento de alrededor de 60 GHz puede implicar un intervalo de frecuencias tal como de 56 a 67 GHz. Dichos intervalos pueden depender, al menos en parte, de los diseños y configuraciones en particular de los elementos de antena y los sistemas de elementos de antena, tales como los descritos en el presente documento.

[0094] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicaciones inalámbricas, tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos “sistema” y “red” se usan a menudo de manera intercambiable. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como CDMA2000, acceso radio terrestre universal (UTRA), etc. La tecnología CDMA2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Las versiones 0 y A de la norma IS-2000 se denominan comúnmente CDMA2000 1X, etc. La norma IS-856 (TIA-856) se denomina comúnmente CDMA2000 1xEV-DO, datos de paquetes a alta velocidad (HRPD), etc. La tecnología UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Un sistema OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como la de ultrabanda ancha móvil (UMB), UTRA evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (wifi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM™, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) y la LTE avanzada (LTE-A) de 3GPP son versiones nuevas del UMTS que usan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización llamada “Proyecto de Colaboración de Tercera Generación” (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de una organización llamada “Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2” (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para los sistemas y las tecnologías de radio mencionados anteriormente, así como para otros sistemas y tecnologías de radio, incluyendo las comunicaciones celulares (por ejemplo, LTE) a través de un ancho de banda sin licencia y/o compartido. Sin embargo, aunque la descripción anterior describe un sistema LTE/LTE-A a modo de ejemplo, y se usa terminología LTE en gran parte de la descripción anterior, las técnicas son aplicables fuera de las aplicaciones LTE/LTE-A.

[0095] La descripción detallada expuesta anteriormente en relación con los dibujos adjuntos describe ejemplos y no representa los únicos ejemplos que se pueden implementar o que están dentro del alcance de las reivindicaciones. Los términos “ejemplo” y “a modo de ejemplo” usados en esta descripción significan “que sirve como ejemplo, caso o ilustración”, y no “preferente” o “ventajoso con respecto a otros ejemplos”. La descripción detallada incluye detalles específicos con el propósito de permitir una comprensión de las técnicas descritas. Sin embargo, estas técnicas se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, estructuras y aparatos bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques a fin de evitar oscurecer los conceptos de los ejemplos descritos.

[0096] La información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los mandatos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que se pueden haber mencionado a lo largo de la descripción anterior se pueden representar mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0097] Los diversos bloques y componentes ilustrativos descritos en relación con la divulgación del presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un ASIC, una FPGA u otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistores o de puertas discretas, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, múltiples microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra de dichas configuraciones.

[0098] Las funciones descritas en el presente documento se pueden implementar en hardware, software ejecutado por un procesador, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software ejecutado por un procesador, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Otros ejemplos e implementaciones están dentro del alcance y el espíritu de la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones descritas anteriormente se pueden implementar usando software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, preprogramación o combinaciones de cualquiera de estos. Las características que implementan funciones también pueden estar localizadas físicamente en diversas posiciones, lo que incluye estar distribuidas de modo que partes de las funciones se implementan en diferentes ubicaciones físicas. Como se usa en el presente documento, incluyendo en las reivindicaciones, el término “y/o”, cuando se usa en una lista de dos o más elementos, significa que cualquiera de los elementos enumerados se puede emplear por sí mismo, o que se puede emplear cualquier combinación de dos o más de los elementos enumerados. Por ejemplo, si se describe que una composición contiene los componentes A, B y/o C, la composición puede contener A solo; B solo; C solo; A y B en combinación; A y C en combinación; B y C en combinación; o A, B y C en combinación. Además, como se usa en el presente documento, incluyendo en las reivindicaciones, “o”, como se usa en una lista de elementos (por ejemplo, una lista de elementos precedidos por una frase tal como “al menos uno de” o “uno o más de”), indica una lista disyuntiva de modo que, por ejemplo, una lista de “al menos uno de A, B o C” significa A o B o C o AB o AC o BC o ABC (es decir, A y B y C).

[0099] Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilita la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, los medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, memoria *flash*, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se puede usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o mediante un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otro origen remoto usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o unas tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco Blu-ray, donde los discos flexibles habitualmente reproducen datos magnéticamente, mientras que los demás discos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también están incluidas dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0100] La anterior descripción de la divulgación se proporciona para permitir que un experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones a la divulgación resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras variantes sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para comunicación inalámbrica, que comprende:

5 un primer sistema de antenas que comprende una primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) en una primera configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en un primer intervalo de frecuencias, en el que al menos uno de la primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) comprende una antena de parche de microcinta que comprende un primer
10 elemento de parche (210-1; 210-2) y un segundo elemento de parche (210-1; 210-2) acoplados parasitariamente al primer elemento de parche (210-1; 210-2);

un segundo sistema de antenas que comprende una segunda pluralidad de elementos de antena (220; 320; 420; 420-a) en una segunda configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en
15 un segundo intervalo de frecuencias, siendo el segundo intervalo de frecuencias diferente del primer intervalo de frecuencias y en el que al menos uno del primer y segundo intervalo de frecuencias está dentro del espectro de longitud de onda milimétrica, mmW;

en el que dos o más de la primera pluralidad de elementos de antena y dos o más de la segunda pluralidad de elementos de antena están orientados en un patrón de simetría especular uno con respecto al otro; y
20 una configuración en la que el primer y el segundo sistemas de antenas comprenden conjuntamente un sistema de antenas de doble apertura.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el segundo sistema de antenas está situado en un plano que es
25 diferente del primer sistema de antenas.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que la primera configuración plana es paralela a la segunda configuración plana.
- 30 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que el primer sistema de antenas comprende al menos dos de la primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) en una primera dimensión lateral y al menos dos de la primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) en una segunda dimensión lateral.
- 35 5. El aparato de la reivindicación 1, en el que al menos uno de la primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) define una apertura, y al menos uno de la segunda pluralidad de elementos de antena (220; 320; 420; 420-a) está alineado lateralmente dentro de la apertura y está desplazado verticalmente con respecto a la apertura.
- 40 6. El aparato de la reivindicación 1, en el que al menos uno de la primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) define una apertura, y al menos uno de la segunda pluralidad de elementos de antena (220; 320; 420; 420-a) está lateralmente adyacente a la apertura y desplazado verticalmente con respecto a la apertura.
- 45 7. El aparato de la reivindicación 1, en el que el primer elemento de parche (210-1; 210-2) define una primera apertura, en el que el segundo elemento de parche (210-1; 210-2) define una segunda apertura, y en el que la primera apertura y la segunda apertura están alineadas lateralmente y separadas verticalmente entre sí.
8. El aparato de la reivindicación 1, en el que el primer intervalo de frecuencias incluye 27-31 gigahercios.
- 50 9. El aparato de la reivindicación 1, en el que al menos uno de la segunda pluralidad de elementos de antena (220; 320; 420; 420-a) comprende una antena de parche E de microcinta que define una pluralidad de secciones planas conectadas por un borde compartido.
- 55 10. El aparato de la reivindicación 1, en el que el segundo intervalo de frecuencias incluye 56-67 gigahercios.
11. El aparato de la reivindicación 1, en el que al menos algunos de la segunda pluralidad de elementos de antena (220; 320; 420; 420-a) están dispuestos en una configuración de rejilla triangular.
- 60 12. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además un plano de tierra acoplado al primer y el segundo sistemas de antenas y en el que el plano de tierra comprende uno o más dipolos plegados adaptados para enviar y recibir señales inalámbricas en el primer intervalo de frecuencias y uno o más dipolos plegados adaptados para enviar y recibir señales inalámbricas en el segundo intervalo de frecuencias.
- 65 13. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además:

un tercer sistema de antenas que comprende una tercera pluralidad de elementos de antena (510; 510-a; 610) en una tercera configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en el primer intervalo de frecuencias; y

5 un cuarto sistema de antenas que comprende una cuarta pluralidad de elementos de antena (520; 620) en una cuarta configuración plana y adaptado para enviar y recibir señales inalámbricas en el segundo intervalo de frecuencias;

10 en el que el primer y el segundo sistemas de antenas están configurados para enviar y recibir señales inalámbricas en una dirección transversal y el tercer y cuarto sistemas de antenas están configurados para enviar y recibir señales inalámbricas en una dirección longitudinal.

14. Un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende:

15 hacer funcionar un primer sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un primer intervalo de frecuencias, incluyendo el primer sistema de antenas una primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) en una primera configuración plana, en el que al menos uno de la primera pluralidad de elementos de antena (210; 310; 410; 410-a) comprende una antena de parche de microcinta que comprende un primer elemento de parche (210-1; 210-2) y un segundo elemento de parche (210-1; 210-2) acoplado parasitariamente al primer elemento de parche (210-1; 210-2);

20 hacer funcionar un segundo sistema de antenas para enviar y recibir señales inalámbricas en un segundo intervalo de frecuencias diferente del primer intervalo de frecuencias y en el que al menos uno del primer y segundo intervalo de frecuencias está dentro del espectro de longitud de onda milimétrica, mmW, incluyendo el segundo sistema de antenas una segunda pluralidad de elementos de antena (220; 320; 420; 420-a) en una segunda configuración plana;

25 en el que el primer y el segundo sistemas de antenas comprenden conjuntamente un sistema de antenas de doble apertura;

30 en el que dos o más de la primera pluralidad de elementos de antena y dos o más de la segunda pluralidad de elementos de antena están orientados en un patrón de simetría especular uno con respecto al otro; y

35 en el que el primer sistema de antenas y el segundo sistema de antenas forman parte de una misma estructura de antena.

15. Un programa informático, que comprende instrucciones para realizar el procedimiento de la reivindicación 14.

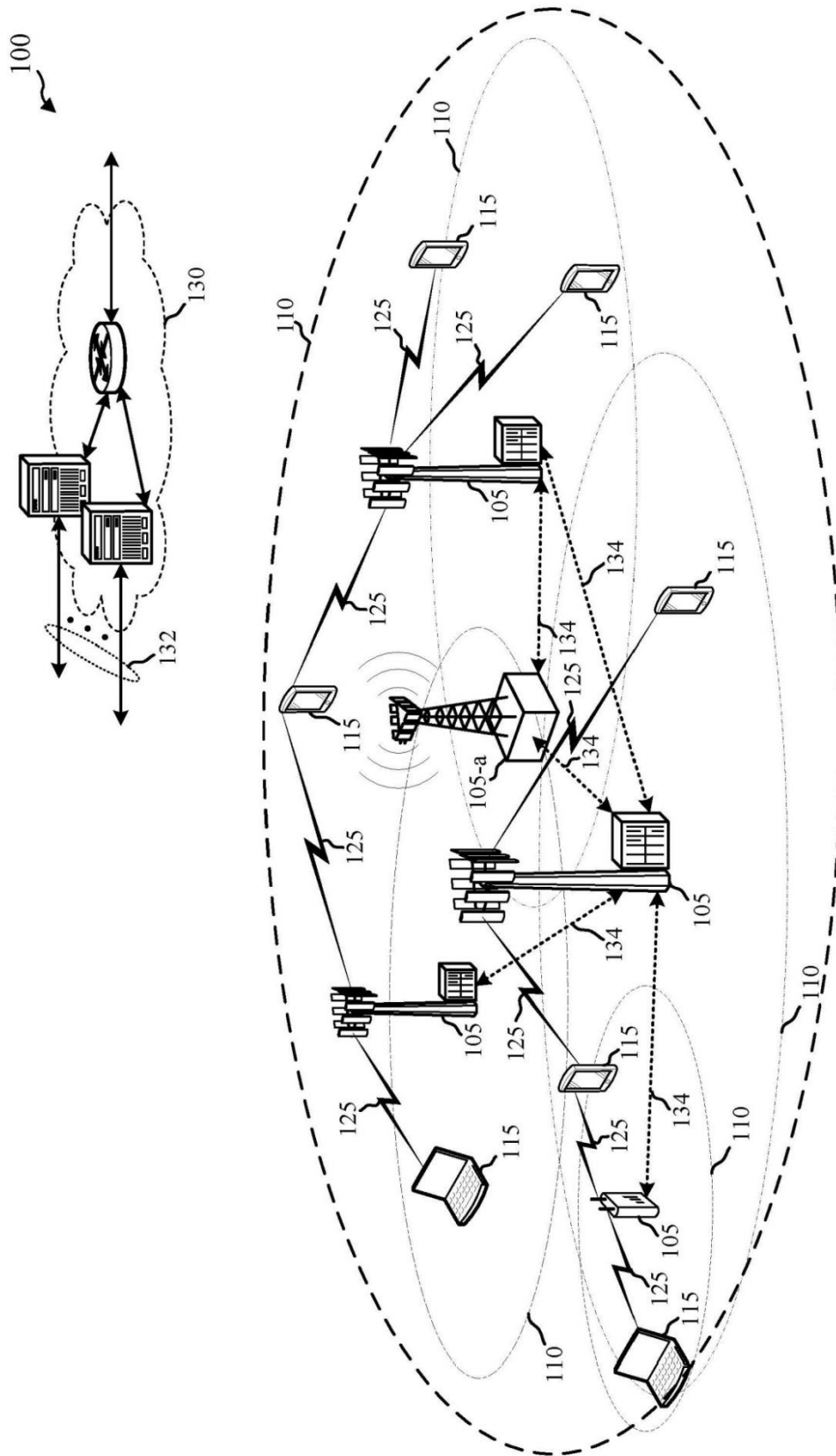
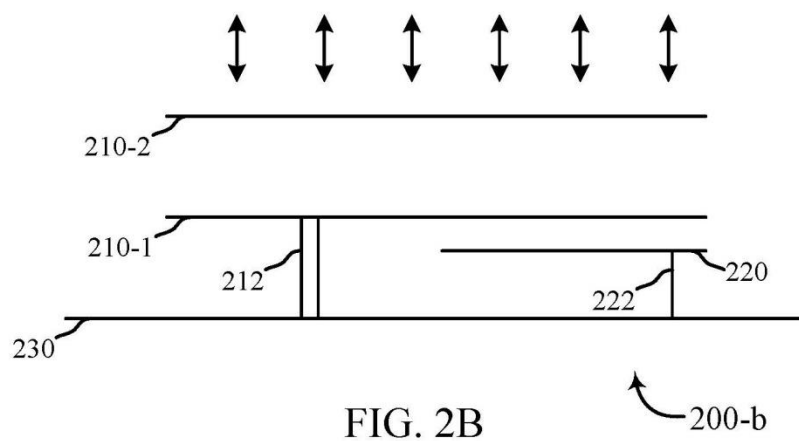
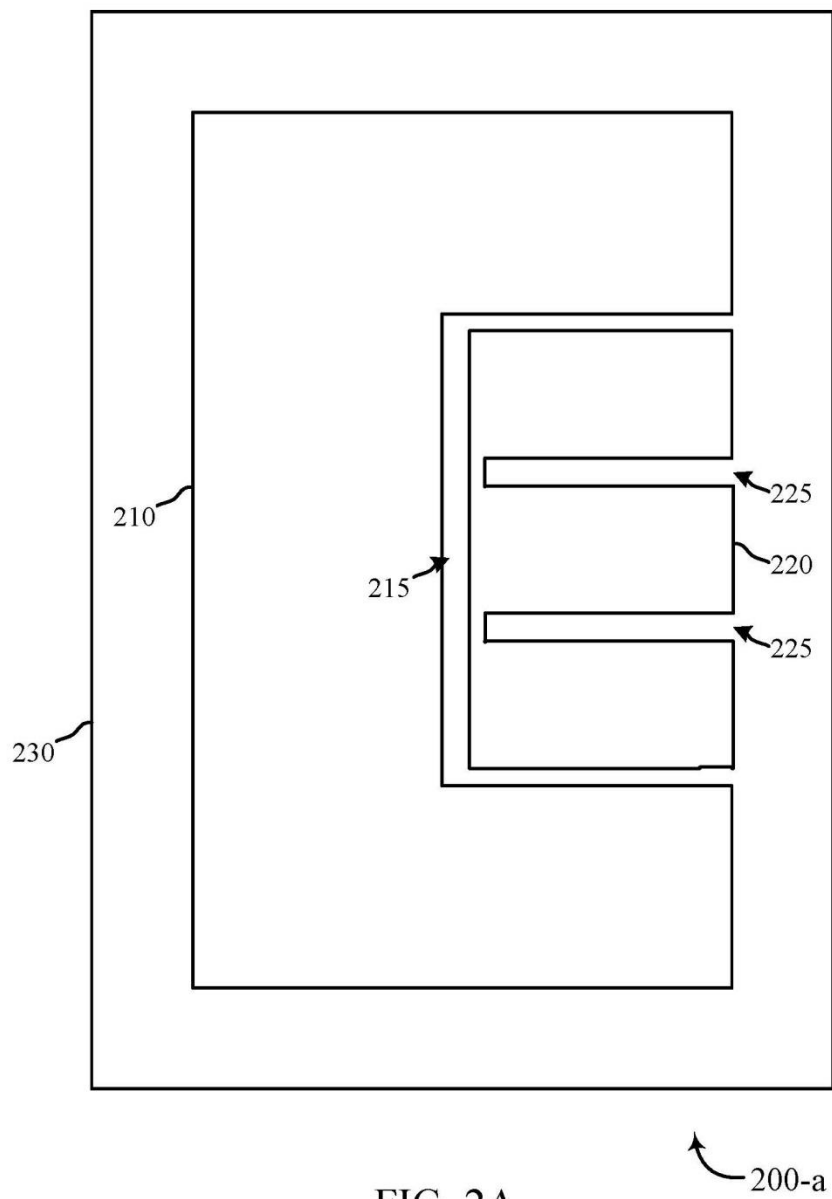


FIG. 1



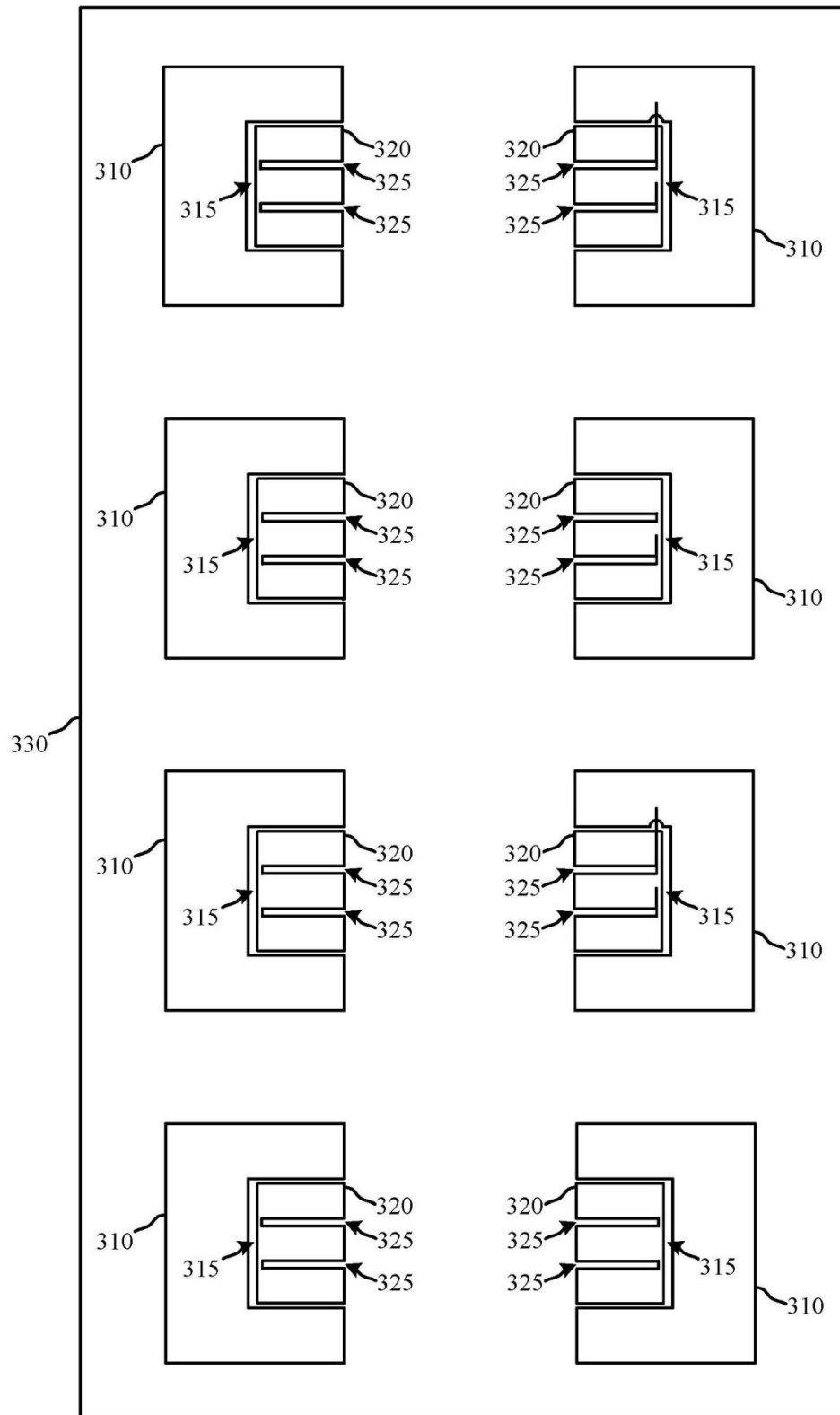


FIG. 3

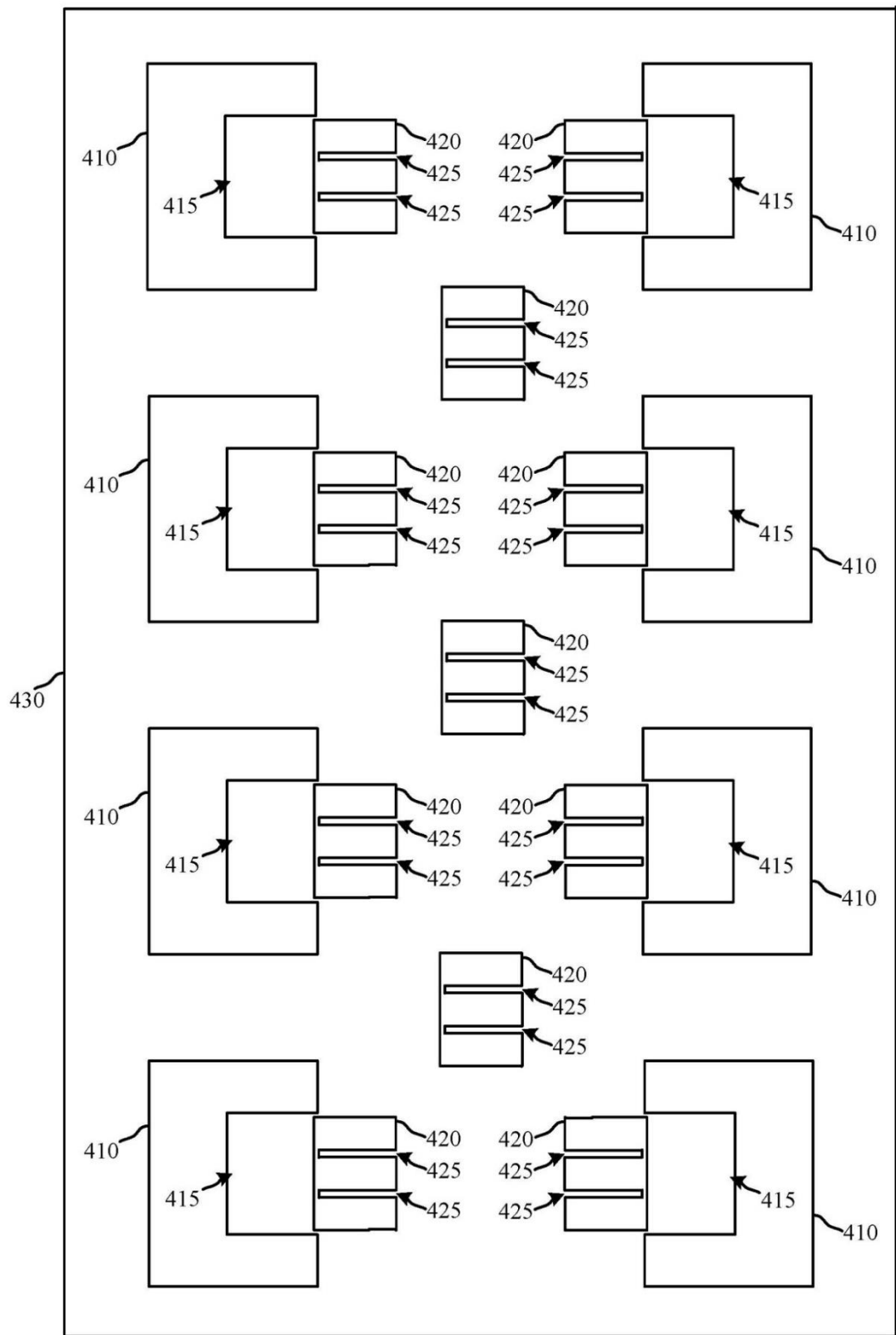
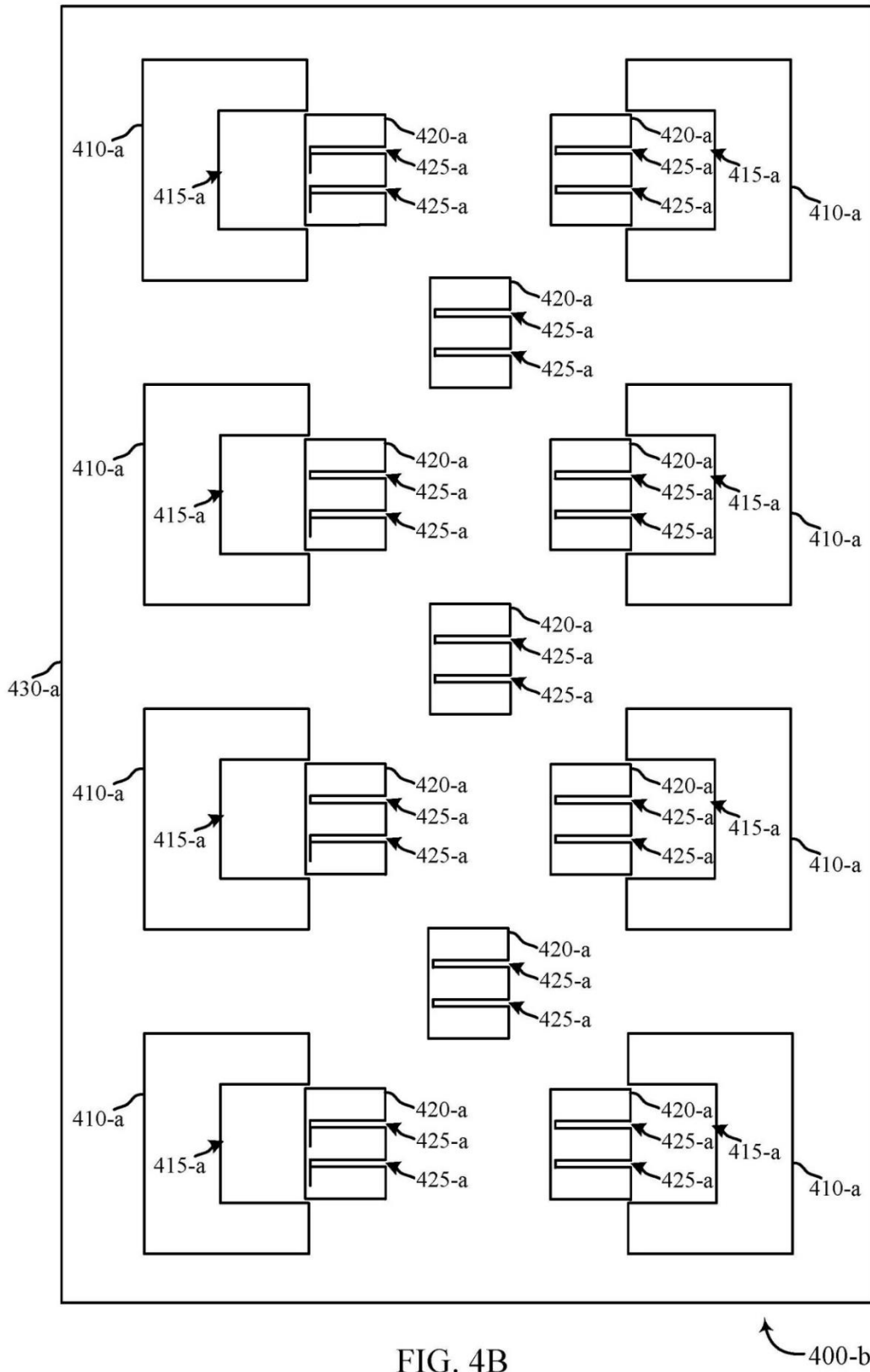


FIG. 4A

400-a



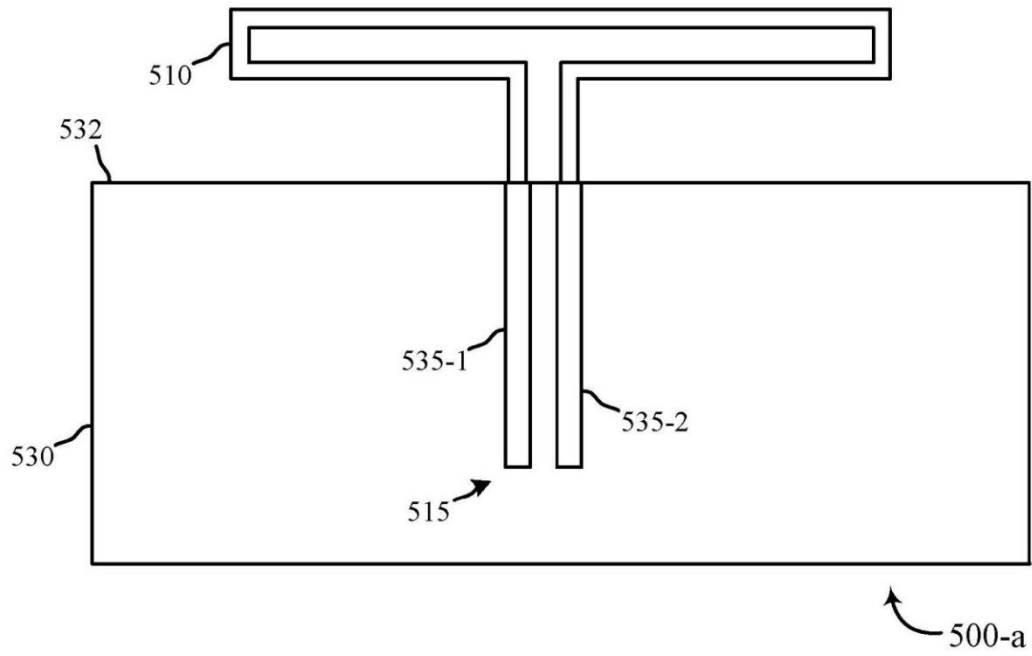


FIG. 5A

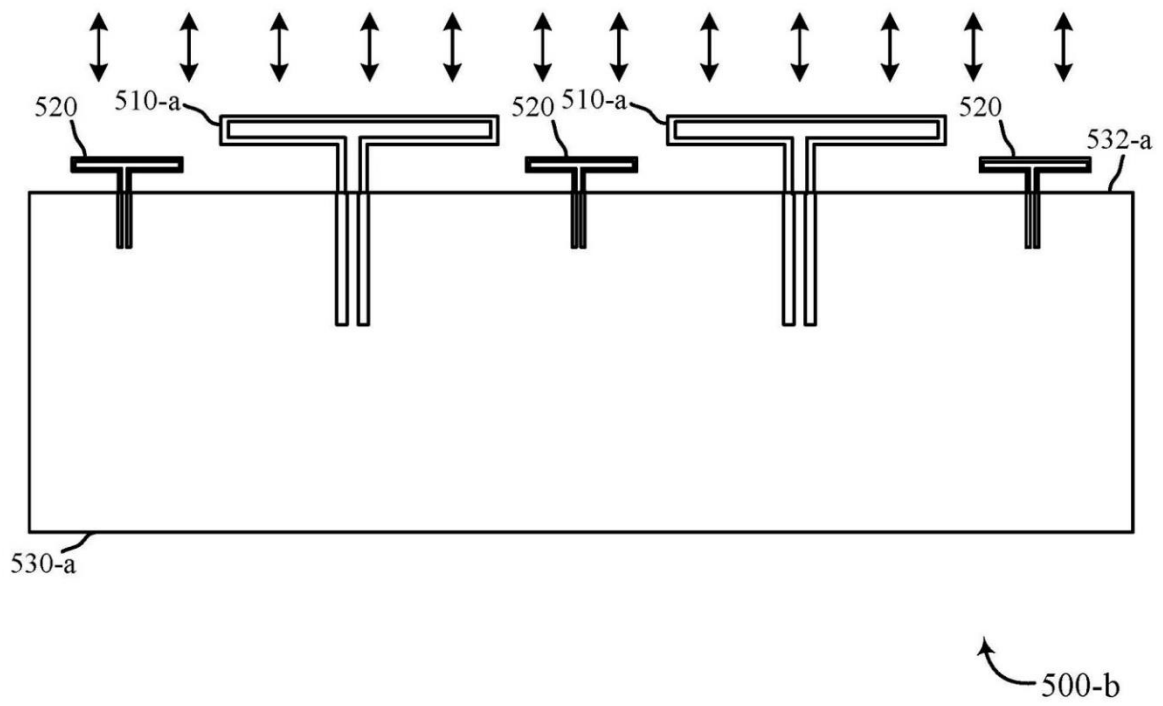
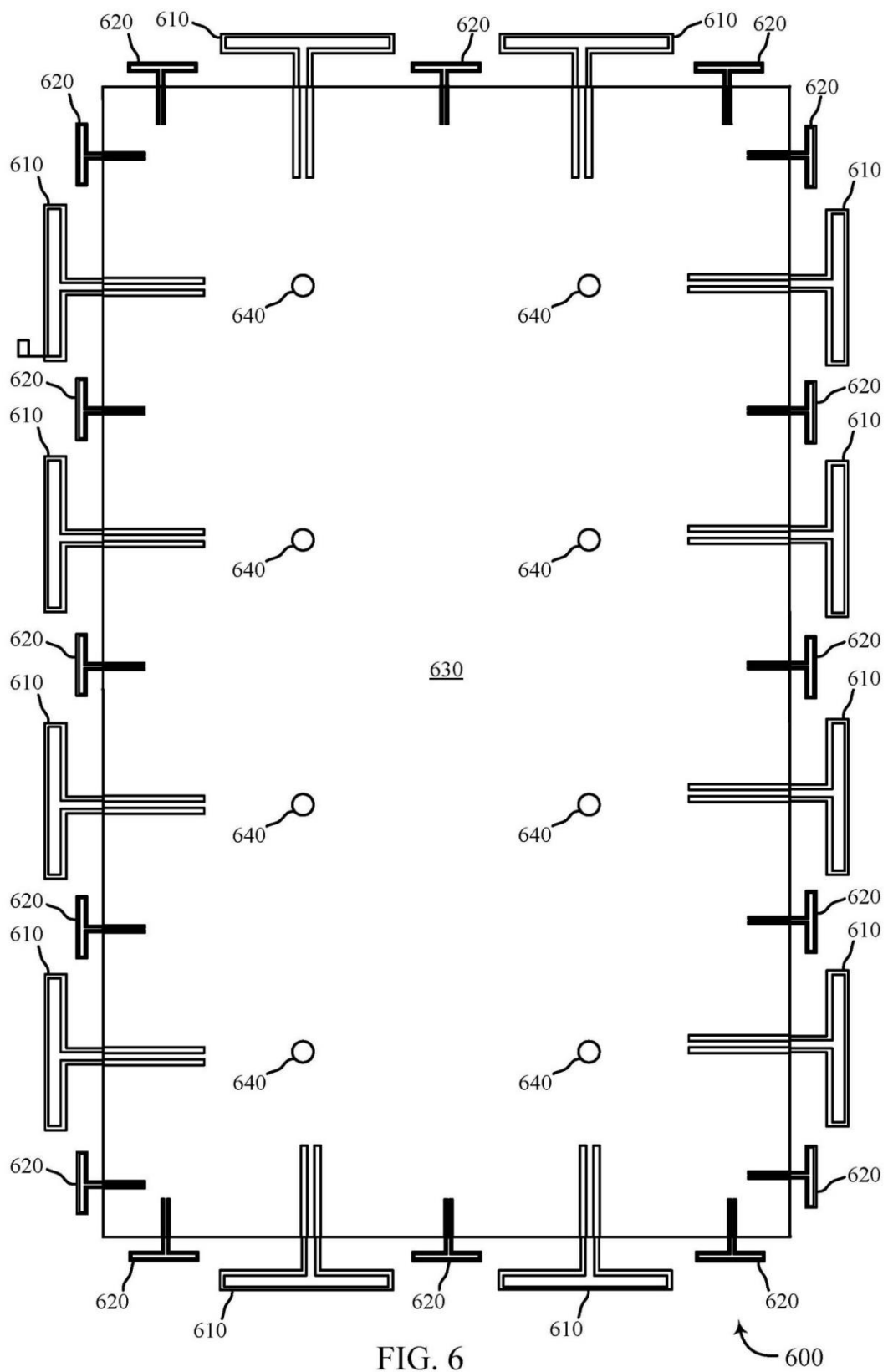


FIG. 5B



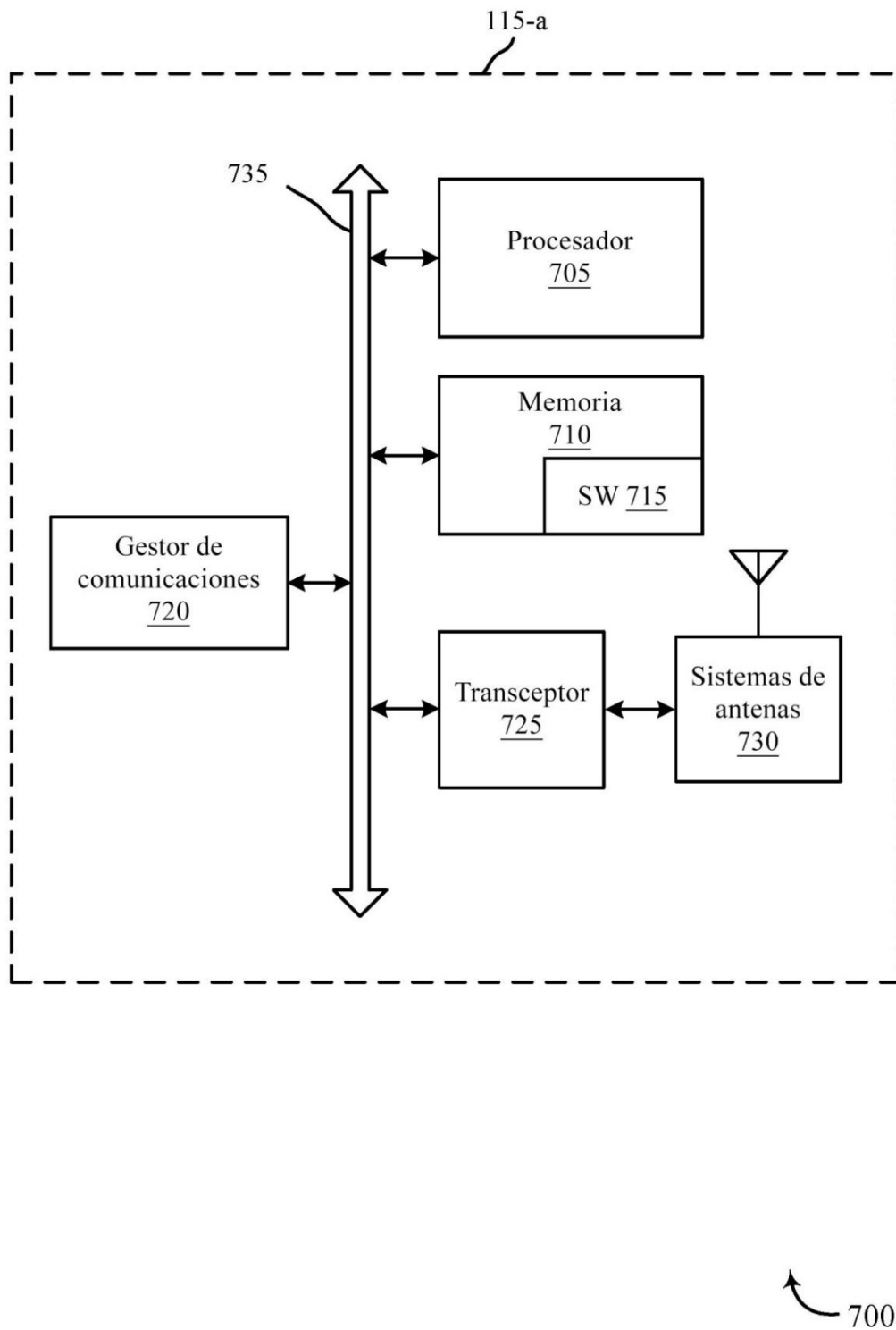


FIG. 7

800

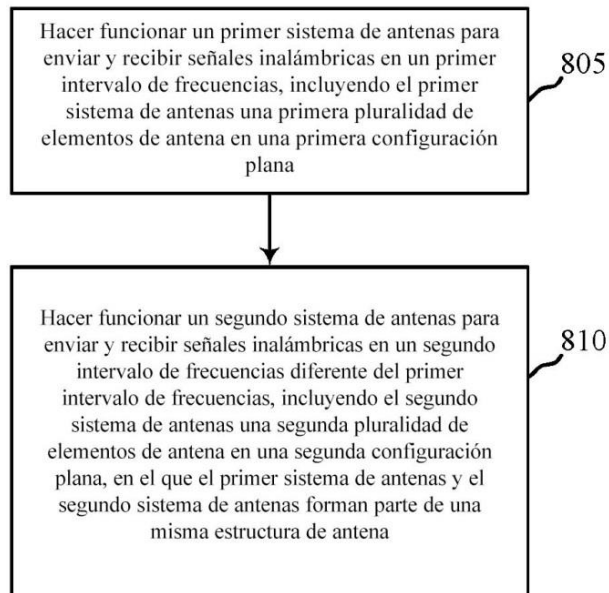


FIG. 8