

DISEÑO DE ANTENAS PARA REDES MÓVILES Y ESTACIONES BASE CON HACES SINCRONIZADOS CON ALTA SINR

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad del siguiente caso: solicitud provisional estadounidense con N.º de serie 63/397113, presentada el 11 de agosto de 2022, titulada "High SINR Synchronized-Beams Mobile Network and Base-Station Antenna Design". Este y todos los demás materiales extrínsecos mencionados se incorporan en la presente por referencia en su totalidad. Cuando una definición o uso de un término en una referencia incorporada por referencia sea inconsistente o contrario a la definición proporcionada en la presente de ese término, predominará la definición proporcionada en la presente de ese término.

Campo de la invención

[0002] El campo de la invención son lentes y antenas de frecuencia de RF.

Antecedentes

[0003] La descripción de los antecedentes incluye información que puede ser útil para comprender la presente invención. No es una admisión de que la información proporcionada en la presente sea estado de la técnica o relevante para la invención reivindicada en la presente o de que alguna publicación mencionada específica o implícitamente sea estado de la técnica.

[0004] Con la introducción de las versiones 16 de 5G y del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP, por sus siglas en inglés), y las próximas versiones 17 y 18, cuando sea posible, la selección del haz desempeña una función importante en lo que respecta a lograr los objetivos para las métricas clave de rendimiento de la red, tales como el rendimiento de datos, la calidad de la señal (QOS, por sus siglas en inglés) y la capacidad. Las normas del 3GPP incluyen la Coordinación de interferencias entre celdas (ICIC, por sus siglas en inglés) introducida en la versión 8, que mitiga las interferencias restringiendo parte del espectro de frecuencias para los equipos de usuario (UE, por sus siglas en inglés) en el borde de la celda, y la versión 9 introdujo la Coordinación de interferencias entre celdas mejorada (eICIC, por sus siglas en inglés), donde se introduce el concepto de subtramas casi vacías (ABS, por sus siglas en inglés) para mitigar aun más las interferencias. La versión 10 agregó adicionalmente una Coordinación de interferencias entre celdas mejorada adicionalmente (FeICIC, por sus siglas en inglés) con funciones avanzadas de información de estado del canal (CSI, por sus siglas en inglés), así como un Multipunto coordinado (CoMP, por sus siglas en inglés) que mitiga aun más las interferencias entre celdas compartiendo el eNB. Entonces, si bien las normas del 3GPP centraron un esfuerzo considerable en la interferencia entre celdas durante los últimos 15 años, las técnicas de selección de haces mediante lentes de RF siguen teniendo mérito y la conmutación descrita gráficamente aquí puede implementarse dentro de la norma, ya que la conmutación puede servir como un análogo de las subtramas de supresión, por ejemplo.

[0005] El equipo de usuario (UE) requiere una mayor relación de señal/ruido e interferencia (SINR, por sus siglas en inglés) para lograr un mayor rendimiento de 256 QAM (modulación de amplitud en cuadratura). Sin embargo, a medida que ha

ido aumentando la cantidad de UE con el tiempo, en conjunto con una demanda de mayor rendimiento y capacidad, se desplegaron más haces/sectores/radios en la red para hacer frente a esta mayor demanda. A medida que se introducen más haces/sectores/radios en la red, aumenta la interferencia entre estos haces/sectores/radios, es decir, a medida que se introducen más sectores para satisfacer las demandas de capacidad, se crea inherentemente más SINR al haber más haces que interfieren entre sí. Por lo tanto, uno de los inconvenientes clave de las técnicas anteriores era la deficiente SINR con haces múltiples "siempre encendidos", particularmente en áreas en las que se cruzan los haces, lo que aumenta la SINR y reduce la CQI, así como la falta de normalización para la selección de haces.

[0006] Un enfoque más reciente para reducir la SINR dentro de un único sector es la introducción de la tecnología de antenas MIMO/de formación de haces. En lugar de usar un enfoque tradicional de un haz estático (o múltiples haces estáticos para aumentar la capacidad), esta tecnología usa un solo sector no estático a la vez, y mueve y da forma a un solo haz activo para proporcionar cobertura a diferentes ubicaciones geográficas dentro del sector. Al usar un solo haz no estático, la SINR se reduce, ya que ahora solo hay un único sector/haz funcionando a la vez. Sin embargo, aún puede haber SINR o interferencias significativas creadas desde el sector adyacente o el emplazamiento celular y, por lo tanto, se sigue necesitando una solución para lograr una SINR alta entre dos sectores separados. Además, este enfoque se limita a que una sola radio cubra una zona geográfica y no proporciona un buen aislamiento de SINR cuando se necesitan múltiples haces para un solo sector.

[0007] Por lo tanto, se sugiere un nuevo enfoque para optimizar el rendimiento de la red.

Síntesis de la invención

[0008] La siguiente descripción incluye información que puede ser útil para comprender la presente invención. No es una admisión de que la información proporcionada en la presente sea estado de la técnica o relevante para la invención reivindicada en la presente o de que alguna publicación mencionada específica o implícitamente sea estado de la técnica.

[0009] Una solución que se implementa mejor con el uso de una antena de lente de RF con ensamblajes que proporcionan dos o más conjuntos de haces múltiples. Cada conjunto individual de haces puede considerarse un "estado de haz" a los fines del funcionamiento de la red, ya que un estado dado describe el conjunto de patrones disponibles para la red en ese tramo de tiempo. Una ventaja de rendimiento clave para proporcionar dos o más estados de haz es que un estado de haz dado tiene una SINR muy alta en todos los ángulos dentro del haz a un nivel de potencia mencionado. Por ejemplo, los estados de haz pueden diseñarse de modo tal que, dentro del nivel de patrón de 3 dB o 10 dB, la SINR sea mayor de 20 dB. Esta SINR alta a lo largo de una parte perceptible del haz es posible porque el haz adyacente más cercano solo está produciendo lóbulos laterales en un nivel bajo. En la terminología del 3GPP, un estado puede considerarse una trama o subtrama de radio y, cuando se usa en la presente el término "conmutación", puede considerarse una ABS o equivalente, como se define en las normas, que pasa de un canal inalámbrico a otro canal inalámbrico.

[0010] Según lo requerido por la red, se pueden seleccionar alternativamente dos o más conjuntos de haces de salida para lograr una cobertura de SINR alta en todo el sector. Esta disposición tiene la ventaja adicional de permitir una o más radios por sector hasta una sola radio por conjunto de haces, lo que aumenta la capacidad sin aumentar el espacio físico ocupado por emplazamientos celulares adicionales. Se puede extender la misma idea a los tres sectores de un emplazamiento celular típico y a un conjunto de numerosos emplazamientos celulares, lo que garantiza una SINR alta a lo largo de una porción significativa de la red.

[0011] Diversos objetos, características, aspectos y ventajas del objeto inventivo se volverán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las formas de realización preferidas, junto con las figuras de dibujos adjuntas en las que números similares representan componentes similares.

[0012] El siguiente análisis proporciona muchas formas de realización de ejemplo del objeto inventivo. Si bien cada forma de realización representa una sola combinación de elementos inventivos, se considera que el objeto inventivo incluye todas las combinaciones posibles de los elementos divulgados. Por lo tanto, si una forma de realización comprende los elementos A, B y C y una segunda forma de realización comprende los elementos B y D, se considera también que el objeto inventivo incluye todas las combinaciones restantes de A, B, C y D, incluso si no se lo divulga explícitamente.

Breve descripción de los dibujos

[0013] La Figura 1A ilustra un sistema de antena de ejemplo.

[0014] La Figura 1B ilustra un sistema de antena de ejemplo en un primer estado de haz.

[0015] La Figura 1C ilustra un sistema de antena de ejemplo en un segundo estado de haz.

[0016] La Figura 1D ilustra un sistema de antena de ejemplo con dos estados de haz, cada uno con un conjunto de haces de salida.

[0017] La Figura 1E ilustra un sistema de antena de ejemplo con tres estados de haz, cada uno con un conjunto de haces de salida.

[0018] La Figura 2 es un esquema de un sistema de antena de ejemplo con una lente de RF y controladores, donde cada controlador incluye dos elementos de RF asociados.

[0019] La Figura 3 ilustra un sistema de antena alternativo con tres controladores, cada uno con múltiples elementos de RF.

[0020] La Figura 4 ilustra un sistema de antena similar al de la Figura 1D, pero para un emplazamiento completo de tres sectores.

[0021] La Figura 5 ilustra un sistema de antena alternativo con múltiples emplazamientos de salida, cada uno con múltiples haces de salida y configurado para múltiples estados de haz.

Descripción detallada

[0022] Como se usa en la descripción de la presente y en las reivindicaciones posteriores, cuando un sistema, motor o módulo se describe como configurado para realizar un conjunto de funciones, el significado de "configurado para" o "programado para" se define como uno o más procesadores programados por un conjunto de instrucciones de *software* para realizar el conjunto de funciones.

[0023] El siguiente análisis proporciona formas de realización de ejemplo del objeto inventivo. Si bien cada forma de realización representa una sola combinación de elementos inventivos, se considera que el objeto inventivo incluye todas las combinaciones posibles de los elementos divulgados. Por lo tanto, si una forma de realización comprende los elementos A, B y C y una segunda forma de realización comprende los elementos B y D, se considera también que el objeto inventivo incluye todas las combinaciones restantes de A, B, C y D, incluso si no se lo divulga explícitamente.

[0024] Como se usa en la presente, y a menos que el contexto indique lo contrario, la expresión "acoplado a" pretende incluir tanto el acoplamiento directo (en el que dos elementos que están acoplados entre sí están en contacto) como el acoplamiento indirecto (en el que hay al menos un elemento adicional situado entre los dos elementos). Por lo tanto, las expresiones "acoplado a" y "acoplado con" son sinónimos.

[0025] La Figura 1 ilustra un sistema de antena 100 de acuerdo con algunas formas de realización del objeto inventivo. En la forma de realización ilustrada, el sistema de antena 100 incluye una lente esférica 150. Una lente esférica es una lente con una superficie que tiene (o tiene sustancialmente) forma de esfera. Como se define en la presente, una lente con una superficie que se ajusta sustancialmente a la forma de una esfera significa que al menos 50 % (preferentemente al menos 80 %, e incluso con mayor preferencia al menos 90 %) del área superficial se ajusta a la forma de una esfera. Los ejemplos de lentes esféricas incluyen lente esférica, lente de Luneburg, etc. La lente esférica puede incluir una sola capa de material dieléctrico, o múltiples capas de material dieléctrico. Una lente de Luneburg convencional es una lente esféricamente simétrica que tiene múltiples capas dentro de la esfera con diversos índices de refracción.

[0026] El sistema de antena 100 también incluye múltiples ensamblajes de elementos de RF asociados con la lente esférica 150. Un ensamblaje de elementos de RF puede incluir un emisor, un receptor o un transceptor. Como se muestra, el sistema de antena 100 incluye los ensamblajes de elementos de RF 110, 115, 120, 125, 130, 135, 140 y 145. En este ejemplo, cada uno de los ensamblajes de elementos solo incluye un elemento de RF, pero se ha contemplado que cada ensamblaje de elementos pueda alojar múltiples elementos de RF.

[0027] En la Figura 1A, el ensamblaje de elementos de RF 110 produce el haz de salida 111, el ensamblaje de elementos de RF 120 produce el haz de salida 121, el ensamblaje de elementos de RF 130 produce el haz de salida 131, el ensamblaje de elementos de RF 140 produce el haz de salida 141, el ensamblaje de elementos de RF 115 produce el haz de salida 116, el ensamblaje de elementos de RF 125 produce el haz de salida 126, el ensamblaje de elementos de RF 135 produce el haz de salida 136, y el ensamblaje de elementos de RF 145 produce el haz de salida 146. Cada ensamblaje de elementos de RF genera un haz de salida, que puede ser ajustado por su subcontrolador asociado (no mostrado), para proporcionar cobertura a un sector de salida. El sistema de antena 100 incluye los sectores de salida 112, 117, 122, 127, 132, 137, 142 y 147. En una forma de realización preferida, los haces de salida 111, 116, 121, 126,

131, 136, 141 y 146 para la lente esférica 150 son producidos por los ocho elementos de RF del sistema de antena 100 separados por distancias de 15 grados, para producir ocho sectores, y centrados en los -52,5, -37,5, -22,5, -7,5, 7,5, 22,5, 37,5 y 52,5 grados. En algunas formas de realización, la lente esférica 150 es una lente de Lüneburg esférica de 180 cm de diámetro.

[0028] En formas de realización de ejemplo, cada elemento de RF (de los ensamblajes de elementos de RF 110, 115, 120, 125, 130, 135, 140 y 145) está configurado para transmitir un haz de salida (por ejemplo, una señal de radiofrecuencia) en forma de haz a la atmósfera a través de su lente esférica correspondiente. La lente esférica 150 permite que la señal de RF de salida se estreche para que el haz resultante pueda recorrer una distancia mayor. En algunas formas de realización, al menos algunos elementos de RF están configurados para recibir/detectar señales entrantes enfocadas por la lente esférica 150.

[0029] En algunas formas de realización, los haces de salida para una lente de Lüneburg esférica de 180 cm de diámetro (no mostrada) con ocho elementos de RF están separados por distancias de 15 grados centradas en los -52,5, -37,5, -22,5, -7,5, 7,5, 22,5, 37,5 y 52,5 grados. Este patrón de separación de haces puede representar el caso en el que un sistema multihaz usa simultáneamente ocho haces para cubrir un sector de 120 grados tradicional en una red celular con el fin de mejorar el rendimiento, la calidad de la señal (QOS, por sus siglas en inglés) y la capacidad.

[0030] Dos características de la producción de todos los haces a la vez son 1) el alto nivel de cruce, 2) y el alto nivel de lóbulos laterales. Tradicionalmente, las redes celulares se basaban en sectores de 120 grados en los que el punto de cruce en los patrones de radiación entre sectores estaba diseñado para producirse en torno al nivel de 10 dB; el concepto inventivo presentado aquí está configurado para adaptarse a cualquier nivel de cruce de haces. Otra consecuencia de la arquitectura de antena tradicional son los mayores niveles de SINR en la zona de cruce. La Figura 1A sigue el enfoque tradicional de niveles de cruce de 10 dB y la alta SINR resultante en la región de cruce.

[0031] La Figura 1B ilustra el sistema de antena 100 en un primer estado de haz donde el elemento de RF 110 produce el haz de salida 111, el elemento de RF 120 produce el haz de salida 121, el elemento de RF 130 produce el haz de salida 131 y el elemento de RF 140 produce el haz de salida 141. De manera similar, la Figura 1C ilustra el sistema de antena 100 en un segundo estado de haz donde el elemento de RF 115 produce el haz de salida 116, el elemento de RF 125 produce el haz de salida 126, el elemento de RF 135 produce el haz de salida 136 y el elemento de RF 145 produce el haz de salida 146. En una forma de realización preferida, el primer estado de haz y el segundo estado de haz están configurados para momentos diferentes. En los ejemplos ilustrados, los haces de salida 111, 116, 121, 126, 136, 141 y 146 están suficientemente separados en ángulo acimutal para eliminar cualquier nivel de cruce significativo y eliminar la SLL dentro de cada haz. Una consideración posible relacionada con este enfoque es que los ocho haces requieren dos franjas de tiempo distintas. Antes de implementar la selección de haces en las normas del 3GPP, este enfoque requeriría un mecanismo "ad-hoc" para abordar la selección de haces, pero, con las normas

actuales, los métodos de selección de haces están bien establecidos, y el método descrito aquí es coherente con los enfoques de interferencia entre celdas presentados en las normas.

[0032] La Figura 1D ilustra una forma de realización similar a la Figura 1C, al definir dos estados de haz 160 y 170, donde cada estado de haz incluye un conjunto de haces de salida. El estado de haz 160 está configurado para incluir los haces de salida 111, 121 y 131. El estado de haz 170 está configurado para incluir los haces de salida 116, 126 y 136. El objeto inventivo no se limita a dos estados de haz. En efecto, son posibles tres o más estados de haz según la forma de realización. El caso de tres estados de haz se ejemplifica en la Figura 1E, que tiene los estados de haz 180, 185 y 190. El estado de haz 180 está configurado para incluir los haces de salida 111 y 126. El estado de haz 165 está configurado para incluir los haces de salida 116 y 131. El estado de haz 190 está configurado para incluir los haces de salida 121 y 136.

[0033] La Figura 2 ilustra otra forma de realización del concepto inventivo con un sistema de antena 200 que tiene una lente de RF 201 y controladores 215, 230, 245 y 260. Cada controlador incluye al menos dos elementos de RF asociados. El controlador 215 incluye los elementos de RF 205 y 210. El controlador 230 incluye los elementos de RF 220 y 225. El controlador 245 incluye los elementos de RF 235 y 240. El controlador 260 incluye los elementos de RF 250 y 255. En algunas formas de realización, los elementos de RF 205, 220, 235 y 250 están configurados para emitir sus respectivos haces de salida en un primer estado de haz. En una forma de realización relacionada, los elementos de RF 210, 225, 240 y 255 están configurados para emitir sus respectivos haces de salida en un segundo estado de haz. En una forma de realización preferida, los controladores del sistema de antena 200 están configurados para seleccionar entre al menos dos estados de haz para producir los haces de salida asociados. En una forma de realización relacionada, el controlador 215 puede ser un dispositivo adicional a la radio o, en el escenario más probable para 5G, el controlador 215 se implementa en *software*, de modo tal que el equipo de radio selecciona eficazmente entre diferentes haces para un instante dado en el tiempo.

[0034] La Figura 3 ilustra una forma de realización del objeto inventivo para tres estados de haz, donde un sistema de comunicación multihaz 300 incluye una lente de RF 301, con elementos de RF 351-358 dispuestos alrededor de la lente de RF 301 para producir haces de salida, controladores 320-340 y radio 310. En la forma de realización ilustrada, los elementos de RF 351, 354 y 357 se controlan mediante el controlador 340, los elementos de RF 352, 355 y 358 se controlan mediante el controlador 330, y los elementos de RF 353 y 356 se controlan mediante el controlador 320. La radio 310 está configurada para proporcionar comandos a los controladores 320-340. En algunas formas de realización, la radio 310 es una nueva radio 5G (por ejemplo, gnodeB). En otras formas de realización, la radio 310 es un transceptor de estación base (BTS, por sus siglas en inglés).

[0035] Ventajosamente, como se ilustra en la Figura 3, esta configuración de una lente de RF con múltiples elementos de alimentación emparejados facilita la capacidad de crear múltiples haces simultáneos e independientes para la cobertura requerida desde una sola antena. Esto contrasta con las matrices de paneles planos en configuración de 8x8 que requieren *hardware* y/o *software*

adicionales para lograr resultados similares, aunque degradados debido a la incapacidad de producir haces de rendimiento consistente en un escenario de 8x8 o para una cobertura completa de 120 grados desde una sola antena.

[0036] La Figura 4 ilustra una forma de realización similar a la de la Figura 1D, pero para un emplazamiento completo de tres sectores. La Figura 4 ilustra el sistema de antena 400, con los haces de salida 405, 406, 410, 411, 415, 416, 420, 421, 425, 426, 430, 431, 435, 436, 440, 441, 445, 446, 450 y 451, en un primer estado de haz 405 y un segundo estado de haz 410. En la forma de realización ilustrada, el sistema de antena 400 en el primer estado de haz 405 produce los haces de salida 405, 410, 415, 420, 425, 430, 435, 440, 445 y 450. El sistema de antena 400 en el segundo estado de haz 410 produce los haces de salida 406, 411, 416, 421, 426, 431, 436, 441, 446 y 451. En una forma de realización preferida, el primer estado de haz 405 y el segundo estado de haz 410 son asincrónicos. En una forma de realización relacionada, el primer estado de haz 405 y el segundo estado de haz 410 son al menos parcialmente sincrónicos.

[0037] La Figura 5 ilustra el concepto inventivo aplicado a un grupo de emplazamientos. La Figura 5 ilustra el sistema de antena 500 en una primera configuración 510A y una segunda configuración 510B, con los emplazamientos de salida 501-503. El emplazamiento de salida 501 produce haces de salida en un primer estado de haz 501A y un segundo estado de haz 501B. El emplazamiento de salida 502 produce haces de salida en un primer estado de haz 502A y un segundo estado de haz 502B. El emplazamiento de salida 503 produce haces de salida en un primer estado de haz 503A y un segundo estado de haz 503B. En la primera configuración 510A, los emplazamientos de salida 501-503 del sistema de antena 500 producen haces de salida en los primeros estados de haz 501A-503A. En la segunda configuración 510B, los emplazamientos de salida 501-503 del sistema de antena 500 producen haces de salida en los primeros estados de haz 501B-503B.

[0038] En una forma de realización preferida, el objeto inventivo incluye además modificar los pesos de precodificación que un controlador o transceptor de estación base selecciona después de recibir y procesar la información de estado de canal (CSI) del móvil para permitir dos o más conjuntos de estados de haz derivados de un algoritmo de temporización de selección de estado de haz. En una forma de realización preferida, el algoritmo está configurado de modo tal que solo un estado de haz esté activo en un momento dado. En una forma de realización relacionada, el controlador o transceptor de estación base está configurado para conectar un puerto de radio a un puerto de haz de antena, en donde el controlador se ejecuta en *software* y es conforme a las normas de 5G 3GPP.

[0039] Debería ser evidente para cualquier persona del oficio de nivel medio que el novedoso concepto de usar dos conjuntos de haces que surgen de una lente de RF para proporcionar una mejora significativa de la SINR del sistema puede aplicarse a una amplia gama de formas de realización en las que la cantidad de haces, el uso de matrices de lentes para formar haces de patrón de elevación estrecho, los rangos de frecuencia, la cantidad de salidas de haz conectadas a cada radio, etc., entran todos en el alcance de la invención descrita.

[0040] Además, este enfoque de sincronizar temporalmente diferentes haces

puede aplicarse a: 1) sectores únicos (sincronización de múltiples haces dentro de un solo sector), 2) sectores múltiples (sincronización entre dos o más sectores de haz único o múltiple, y 3) una red (sincronización entre diferentes emplazamientos celulares). En efecto, en una forma de realización preferida, el sistema puede usarse para la formación de haces para antenas estándar y grupos de antenas. En formas de realización relacionadas, la antena incluye una lente. Sin embargo, el enfoque no se limita a su uso con antenas de lente de RF, aunque proporcionan una clara ventaja para este método cuando se necesitan múltiples haces dentro de un sector de salida o cuando se necesitan múltiples radios dentro de un sector de salida, sino que puede aplicarse a cualquier tipo de antena.

[0041] El análisis en la presente proporciona muchas formas de realización de ejemplo del objeto inventivo. Si bien cada forma de realización representa una sola combinación de elementos inventivos, se considera que el objeto inventivo incluye todas las combinaciones posibles de los elementos divulgados. Por lo tanto, si una forma de realización comprende los elementos A, B y C y una segunda forma de realización comprende los elementos B y D, se considera también que el objeto inventivo incluye todas las combinaciones restantes de A, B, C y D, incluso si no se lo divulga explícitamente.

[0042] En algunas formas de realización, los números que expresan cantidades de componentes, propiedades, tales como orientación, ubicación, etc., usados para describir y reivindicar ciertas formas de realización de la invención deben entenderse como modificados en algunos casos por la expresión "alrededor de". En consecuencia, en algunas formas de realización, los parámetros numéricos establecidos en la descripción escrita y en las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar en función de las propiedades deseadas que se pretenden obtener con una forma de realización en particular. En algunas formas de realización, los parámetros numéricos deben interpretarse a la luz de la cantidad de dígitos significativos informados y aplicando técnicas de redondeo ordinarias. Si bien los rangos y parámetros numéricos que establecen el amplio alcance de algunas formas de realización de la invención son aproximaciones, los valores numéricos establecidos en los ejemplos específicos se informan con la mayor precisión posible. Los valores numéricos presentados en algunas formas de realización de la invención pueden contener ciertos errores que surgen necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus respectivas mediciones de prueba.

[0043] Como se usa en la descripción de la presente y en las reivindicaciones posteriores, el significado de "un", "una", "el" y "la" incluye la referencia en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Además, como se usa en la descripción de la presente, el significado de "en" incluye "en" y "sobre", a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

[0044] La recitación de rangos de valores en la presente solo pretende servir como un método abreviado para referirse individualmente a cada valor separado que esté dentro del rango. A menos que se indique lo contrario en la presente, cada valor individual se incorpora en la memoria descriptiva como si se recitara individualmente en la presente. Todos los métodos descritos en la presente pueden realizarse en cualquier orden adecuado, a menos que se indique lo contrario en la presente o que el contexto lo contradiga claramente. El uso de

cualesquier ejemplos o lenguaje de ejemplo (por ejemplo, "tal como") proporcionados con respecto a ciertas formas de realización en la presente pretende simplemente explicar mejor la invención y no plantea una limitación del alcance de la invención reivindicada. Ningún lenguaje en la memoria descriptiva debe interpretarse como indicativo de que algún elemento no reivindicado es esencial para poner en práctica la invención.

[0045] Las agrupaciones de elementos o formas de realización alternativos de la invención divulgada en la presente no deben interpretarse como limitativas. Cada miembro del grupo puede mencionarse y reivindicarse individualmente o en cualquier combinación con otros miembros del grupo u otros elementos encontrados en la presente. Uno o más miembros de un grupo pueden incluirse en un grupo o eliminarse de este por razones de conveniencia y/o patentabilidad. Cuando se produce una inclusión o supresión de este tipo, se considera que la memoria descriptiva contiene el grupo modificado, con lo que se cumple con la descripción escrita de todos los grupos Markush usada en las reivindicaciones adjuntas.

[0046] Debería ser evidente para las personas del oficio de nivel medio que son posibles muchas más modificaciones además de las ya descritas sin apartarse de los conceptos inventivos de la presente. Por lo tanto, el objeto inventivo no debe restringirse fuera del espíritu de las reivindicaciones adjuntas. Además, al interpretar tanto la memoria descriptiva como las reivindicaciones, todos los términos deben interpretarse de la manera más amplia posible en coherencia con el contexto. En particular, el término "comprende" debe interpretarse como una referencia a elementos, componentes o etapas de manera no exclusiva, al indicar que los elementos, componentes o etapas mencionados pueden estar presentes, usarse o combinarse con otros elementos, componentes o etapas no mencionados expresamente. Cuando las reivindicaciones de la memoria descriptiva se refieren a al menos uno de algo seleccionado del grupo que consiste en A, B, C... y N, el texto debe interpretarse como que solo se requiere un elemento del grupo, no A más N, o B más N, etc.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de comunicación multihaz, que comprende:
 - un primer ensamblaje de antenas dentro de una matriz de ensamblajes de antenas;
 - el primer ensamblaje de antenas tiene un primer conjunto de elementos de RF orientados para producir un primer estado de haz, y un segundo conjunto de elementos de RF orientados para producir un segundo estado de haz;
 - en donde el primer conjunto de elementos de RF comprende un primer conjunto de sectores de salida, y el segundo conjunto de elementos de RF comprende un segundo conjunto de sectores de salida; y
 - en donde un controlador está configurado para activar selectivamente el primer estado de haz y el segundo estado de haz.
2. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer estado de haz comprende además un primer conjunto de haces, y en donde el segundo estado de haz comprende un segundo conjunto de haces.
3. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de sectores de salida se superpone al menos parcialmente con el segundo conjunto de sectores de salida.
4. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el primer conjunto de sectores de salida no se superpone con el segundo conjunto de sectores de salida.
5. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la activación selectiva del controlador es una función de un protocolo de red inalámbrica.
6. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer ensamblaje de antenas comprende además una primera lente de RF.
7. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además una segunda lente de RF que tiene un tercer conjunto de elementos de RF orientados para producir un tercer conjunto de sectores de salida, y un cuarto conjunto de elementos de RF orientados para producir un cuarto conjunto de sectores de salida.
8. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 6, en donde al menos algunos de los estados de haz operan simultáneamente, en el rango de 0,5 a 30 GHz.
9. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador está configurado además para activar selectivamente el primer estado de haz independientemente del segundo estado de haz.
10. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el controlador está configurado además para combinar al menos el primer estado de haz y el segundo estado de haz en un estado de haz combinado, y en donde el estado de haz combinado está configurado para una cobertura de 120 grados.
12. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1,

en donde el controlador está configurado además para activar selectivamente el primer estado de haz y el segundo estado de haz en función del tiempo.

13. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la primera lente de RF está configurada para que la activación selectiva del primer estado de haz altere el primer haz de salida con respecto a al menos uno de un rango de frecuencia de haz, ancho de haz, una dirección de haz, una polarización de haz, una ganancia de haz y un nivel de lóbulos laterales del haz.

14. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un segundo ensamblaje de antenas dentro de la matriz de ensamblajes de antenas;

el segundo ensamblaje de antenas tiene un tercer conjunto de elementos de RF orientados para producir un tercer estado de haz, y un cuarto conjunto de elementos de RF orientados para producir un cuarto estado de haz;

en donde el tercer conjunto de elementos de RF comprende un tercer conjunto de sectores de salida, y el cuarto conjunto de elementos de RF comprende un cuarto conjunto de sectores de salida; y

en donde el controlador está configurado para activar selectivamente el tercer estado de haz y el cuarto estado de haz.

15. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el tercer estado de haz comprende además un tercer conjunto de haces, y en donde el tercer estado de haz comprende un tercer conjunto de haces.

16. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el tercer estado de haz es igual al primer estado de haz.

17. El sistema de comunicación multihaz de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el tercer estado de haz es diferente del primer estado de haz.

RESUMEN

Un sistema de comunicación multihaz usa una matriz de ensamblajes de antenas y elementos de RF para proporcionar dos o más conjuntos de haces múltiples, donde cada conjunto individual de haces puede considerarse un estado de haz. Un ensamblaje de antenas tiene un primer conjunto de elementos de RF orientados para producir un primer estado de haz, y un segundo conjunto de elementos de RF orientados para producir un segundo estado de haz. Cada conjunto de elementos de RF comprende un conjunto de sectores de salida, donde un controlador está configurado para activar selectivamente un estado de haz.

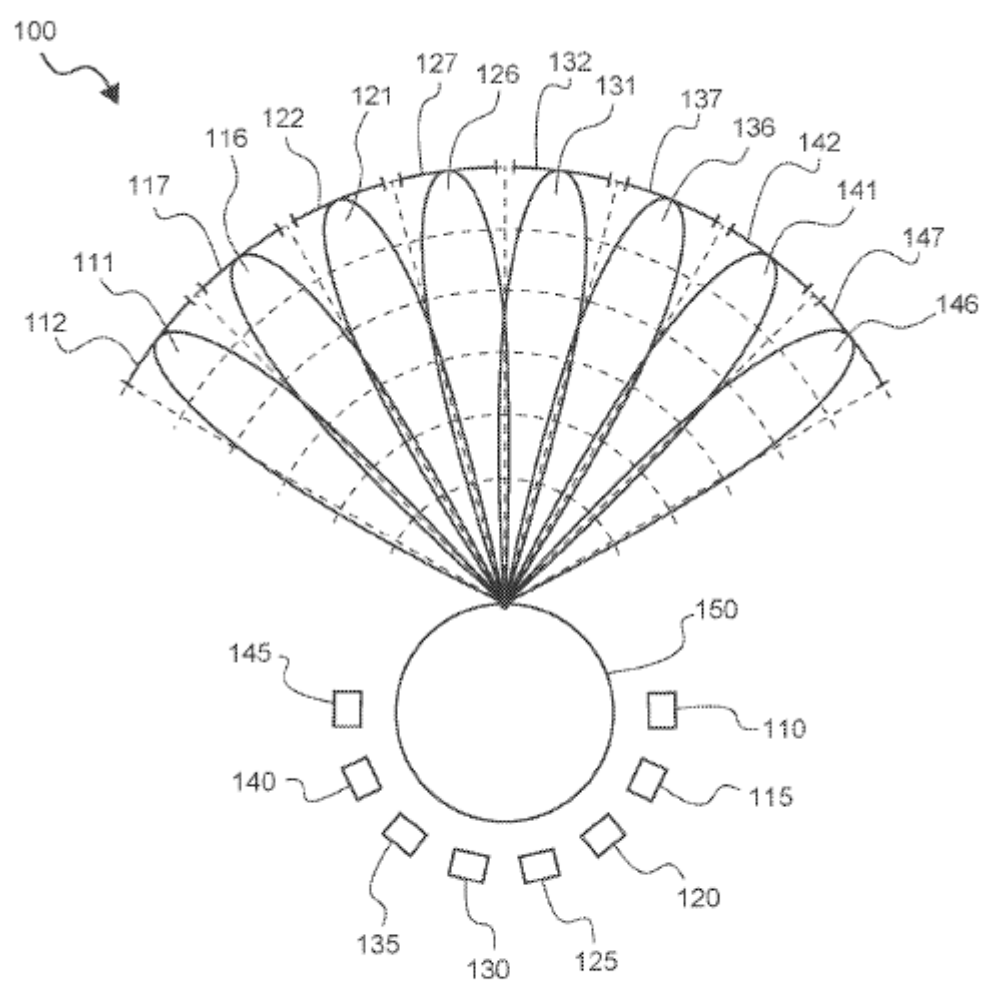
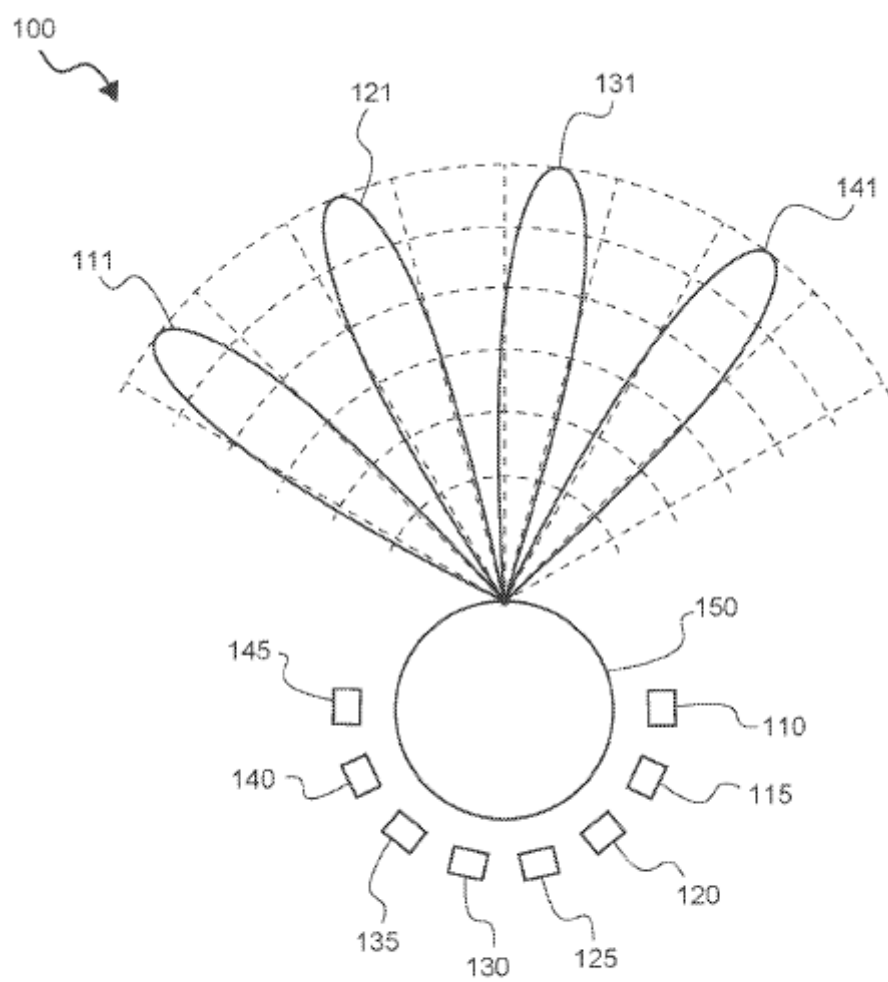


FIG. 1A

**FIG. 1B**

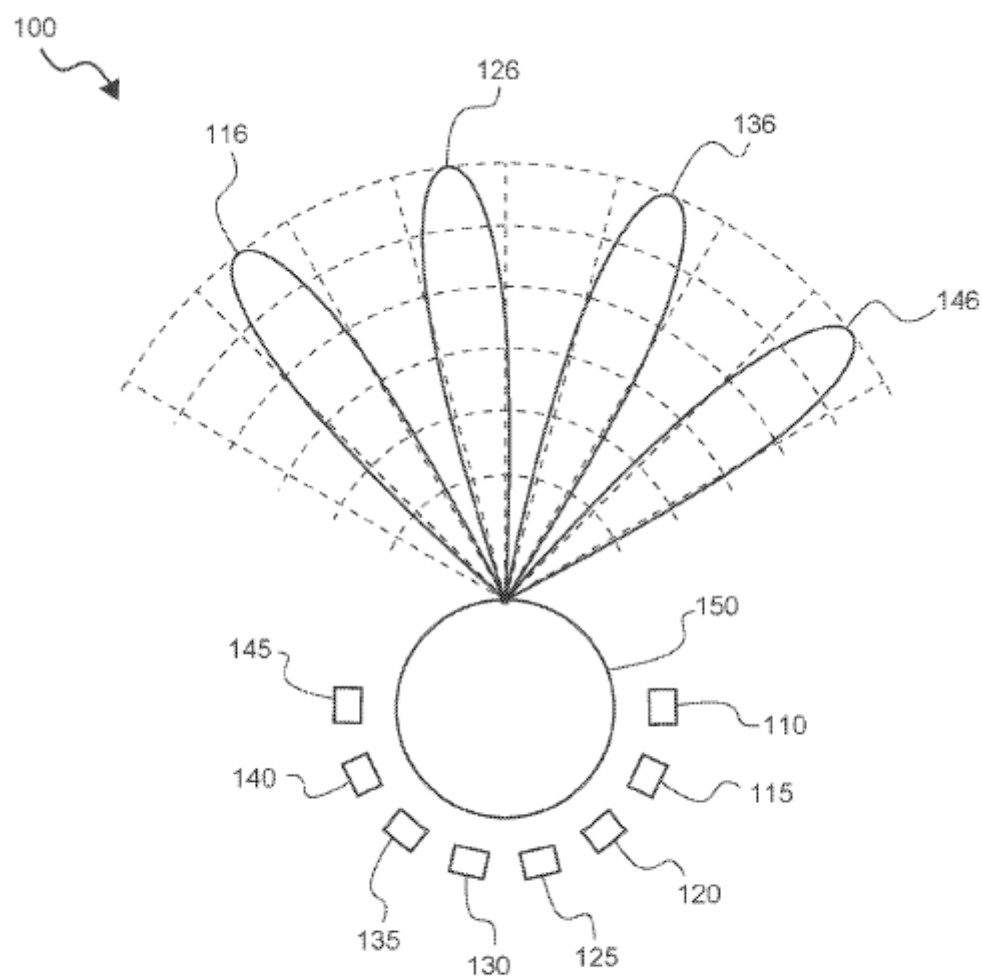
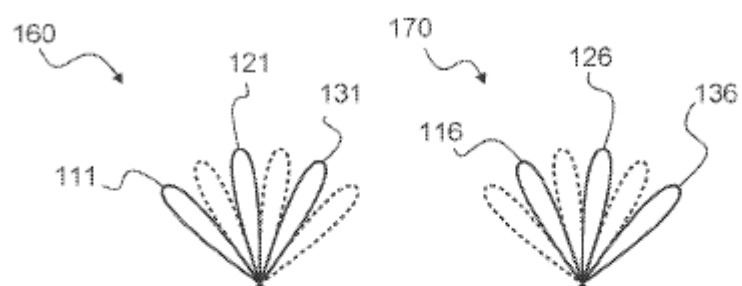
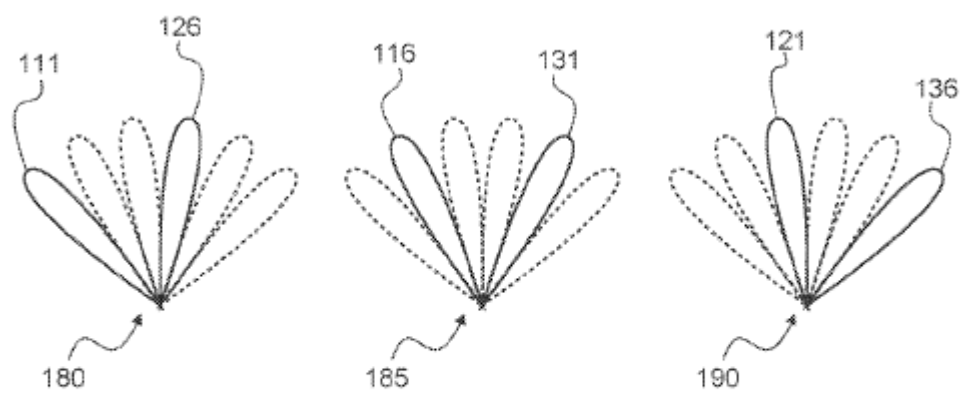


FIG. 1C

*FIG. 1D**FIG. 1E*

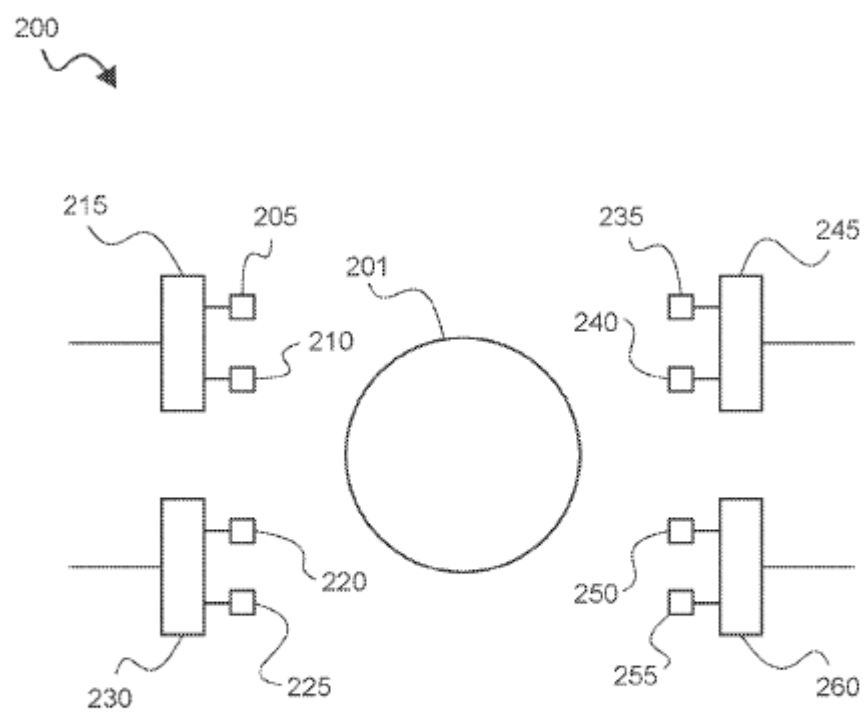


FIG. 2

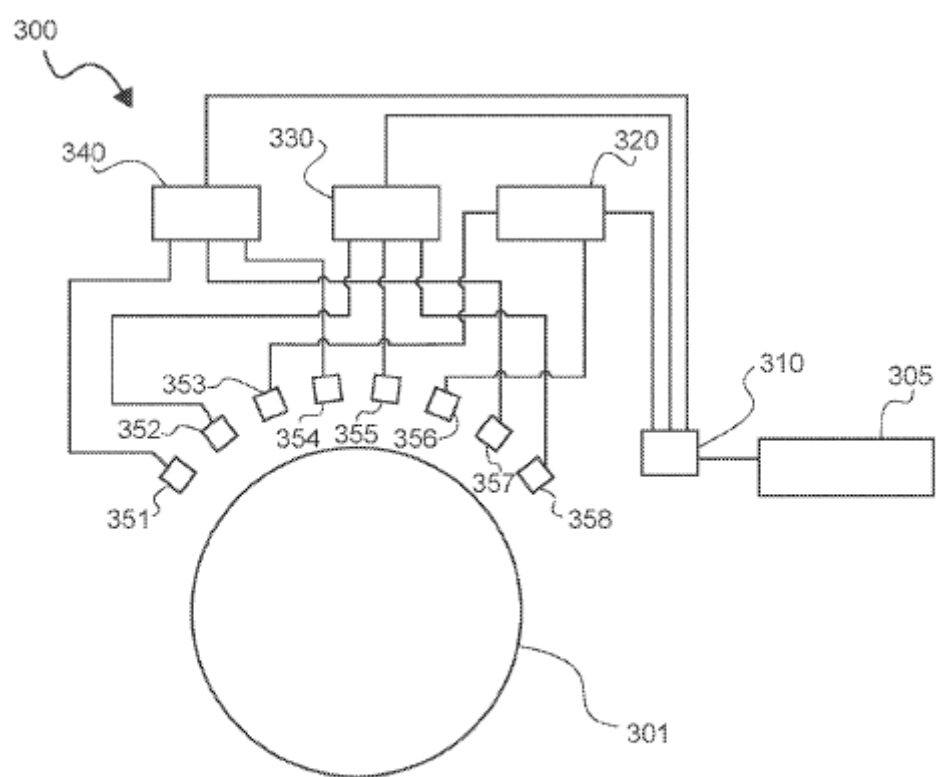


FIG. 3

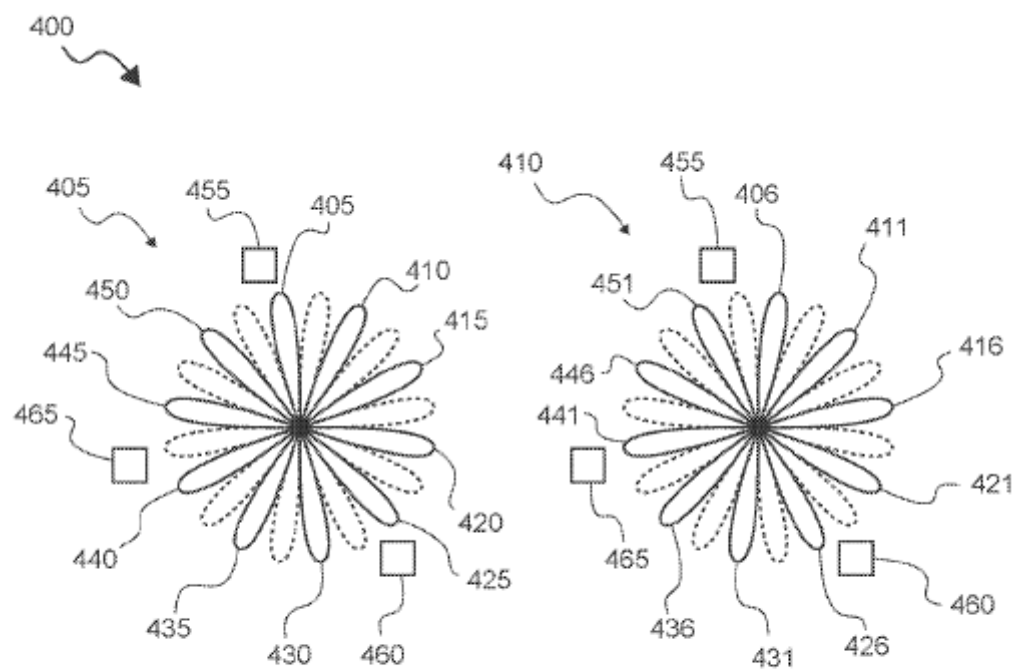
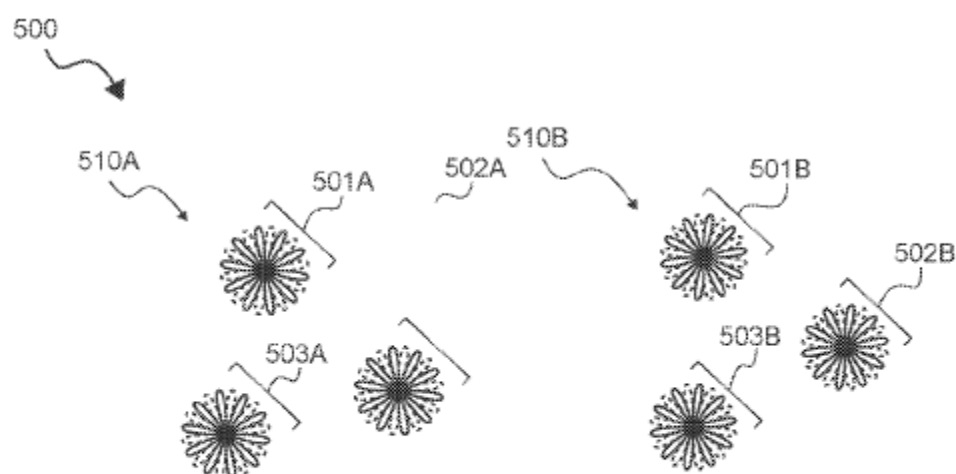


FIG. 4

*FIG. 5*