

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 420**

51 Int. Cl.:

**H01Q 1/22** (2006.01)  
**H01Q 1/38** (2006.01)  
**H01Q 1/52** (2006.01)  
**H01Q 9/04** (2006.01)  
**H01Q 21/28** (2006.01)  
**H04W 84/18** (2009.01)  
**H04W 88/08** (2009.01)  
**H04W 4/70** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2016** **E 16159783 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019** **EP 3067984**

54 Título: **Concentradores de datos inalámbricos para redes de datos de aeronaves**

30 Prioridad:

**12.03.2015 US 201514656623**

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

**03.06.2020**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**DAME, STEPHEN G y  
IBRAHIM, YAKENTIM M**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 764 420 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

Concentradores de datos inalámbricos para redes de datos de aeronaves

### Campo

5 Esta divulgación se refiere al campo de redes inalámbricas, y en particular, a redes inalámbricas integradas en aeronaves.

### Antecedentes

10 Los sistemas de aeronave actuales están volviéndose cada vez más y más complejos con el paso del tiempo. Este aumento de la complejidad ha conllevado un aumento del deseo de monitorizar el estado y el funcionamiento de tales sistemas. Aunque puede ser factible un enfoque estrictamente cableado cuando el número total de sensores es bajo, las aeronaves actuales pueden utilizar cientos o incluso miles de sensores que monitorizan los diversos sistemas en la aeronave. Sin embargo, el enrutado y el mantenimiento de conexiones por alambre físicas con un número de sensores tan elevado resulta poco práctico.

15 Una solución utilizada para soportar un número creciente de sensores en una aeronave es el uso de sensores inalámbricos. Los sensores inalámbricos pueden distribuirse a voluntad por toda la aeronave, sin la desventaja de cablear cada sensor de vuelta a un sistema de monitorización de datos central. El uso de sensores inalámbricos en una aeronave permite que el ingeniero de la aeronave tenga más libertad en cuanto a la monitorización de los diversos sistemas integrados en la aeronave.

20 Los sensores inalámbricos habituales usados en una aeronave son dispositivos de baja potencia que funcionan en un corto alcance por diversos motivos. Un motivo es que resulta deseable que las transmisiones por RF generadas por los sensores inalámbricos no interfieran con el funcionamiento de la aeronave. Otro motivo es que el espectro de RF que está disponible para su uso por los sensores inalámbricos no sea ilimitado. En su lugar, puede estar disponible solo un número finito de canales inalámbricos para soportar las actividades de comunicación de datos de algunos cientos o miles de sensores inalámbricos. Por ejemplo, los sensores inalámbricos que se basan en la normativa del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.15.4 se limitan a un canal en Europa en la banda de 868.0 - 868.6 megahercios (MHz), treinta canales en Estados Unidos en la banda de 902 - 928 MHz, y dieciséis canales a nivel mundial en la banda de 2400-2483.5 MHz.

25 Debido al creciente número de sensores inalámbricos que se desean por los ingenieros de aeronave, es importante utilizar las fuentes de RF limitadas de manera eficaz y proporcionar a los sensores inalámbricos una puerta de enlace a la red de datos de la aeronave.

30 El documento EP 2 541 853 A1 da a conocer un aparato, un sistema, y un método para concentradores de datos inalámbricos sincronizados para redes de sensores inalámbricos transmitidas por aire.

El documento US 2014/0192845 A1 proporciona un método y un aparato para reconfigurar de manera adaptativa un sistema de antena en uno de un modo MIMO o un modo de adición de portador.

35 El documento US 2012/0306700 da a conocer un módulo de comunicación inalámbrico que comprende un circuito de comunicación inalámbrico y una antena integrada en una placa de circuito impreso (PCB) compartida.

El documento US 7.948.769 B2 se refiere a placas de circuito impreso (PCB), y en particular a una PCB acoplada de manera ajustada para montar uno o más receptores con múltiples extremos frontales de radiofrecuencia (RF) independientes en proximidad cercana con múltiples antenas respectivas. El circuito se filtra frente a ruido desacoplado y aislando eléctricamente los planos de referencia conductores de la PCB.

### 40 Sumario

45 Las realizaciones descritas en el presente documento proporcionan un concentrador de datos inalámbrico de cuatro canales configurado para funcionar dentro de una red de datos de una aeronave tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. El concentrador de datos inalámbrico puede comunicarse con sensores inalámbricos integrados en la aeronave, y proporcionar datos de medición generados por los sensores inalámbricos alrededor del entorno de la aeronave a un servidor de aplicación de la red de datos. El concentrador de datos inalámbrico también puede soportar conexiones inalámbricas redundantes en sensores inalámbricos para mejorar la fiabilidad de la red de datos.

50 El sumario anterior proporciona un entendimiento básico de algunos aspectos de la memoria descriptiva. Este sumario no es un resumen extensivo de la memoria descriptiva. No está destinado ni a identificar elementos críticos o clave de la memoria descriptiva ni a delinear el alcance de las realizaciones particulares de la memoria descriptiva, ni el alcance de las reivindicaciones. Su único fin es presentar algunos conceptos de la memoria descriptiva de manera simplificada como preludeo de la descripción más detallada que se presenta a continuación.

### Descripción de los dibujos

Ahora se describen algunas realizaciones, únicamente a modo de ejemplo, y con referencia a los dibujos adjuntos. El mismo número de referencia representa el mismo elemento o el mismo tipo de elemento en todos los dibujos.

La figura 1 ilustra una aeronave que implementa una red de sensor inalámbrico en una realización a modo de ejemplo.

- 5 La figura 2 es un diagrama de bloques de una red de datos simplificada para una aeronave en una realización a modo de ejemplo.

La figura 3 es un diagrama de bloques de un concentrador de datos inalámbrico para la red de datos de una aeronave en una realización a modo de ejemplo.

- 10 La figura 4 es una vista isométrica del concentrador de datos inalámbrico de la figura 3 en una realización a modo de ejemplo.

La figura 5 ilustra un conector para el concentrador de datos inalámbrico de la figura 4 en una realización a modo de ejemplo.

La figura 6 ilustra un blindaje de RF de lado superior para el concentrador de datos inalámbrico de la figura 4 en una realización a modo de ejemplo.

- 15 La figura 7 ilustra un blindaje de RF de lado inferior para el concentrador de datos inalámbrico de la figura 4 en una realización a modo de ejemplo.

La figura 8 ilustra un radomo de RF transparente para el concentrador de datos inalámbrico de la figura 4 en una realización a modo de ejemplo.

- 20 La figura 9 ilustra un diseño de "nenúfar" para el concentrador de datos inalámbrico de la figura 3 en una realización a modo de ejemplo.

### Descripción

Las figuras y la siguiente descripción ilustran realizaciones a modo de ejemplo específicas. Por tanto, se apreciará que los expertos en la técnica podrán concebir diversas disposiciones que, aunque no se muestran o describen de manera explícita en el presente documento, abarcan los principios de las realizaciones y están incluidas dentro del alcance de las realizaciones. Además, cualquier ejemplo descrito en el presente documento está destinado a ayudar a comprender los principios de las realizaciones, y debe considerarse que están, sin limitación, relacionados con tales ejemplos y condiciones específicamente mencionados. Como resultado, el/los concepto(s) de la invención no se limita(n) a las realizaciones específicas o ejemplos descritos a continuación, sino que se limitan por las reivindicaciones y sus equivalentes.

- 30 La figura 1 ilustra una aeronave 100 que implementa una red de sensor inalámbrico en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, la aeronave 100 incluye una red de datos (no se muestra en la figura 1), que recoge información de sensor alrededor de la aeronave 100 procedente de varios sensores inalámbricos (tampoco se muestra en la figura 1) para permitir la monitorización de los diversos sistemas que se utilizan integrados en aeronave 100.

- 35 Dado que las aeronaves actuales han evolucionado con el paso de los años para convertirse en sistemas bastante complejos, surgen problemas cuando se intenta conectar físicamente por cable un gran número de sensores que pueden desearse a través de la aeronave 100 a la red de datos integrados en la aeronave 100. Los cables añaden peso y complejidad a la aeronave 100, y los cables se convierten en una posible fuente de fallos en la aeronave 100 debido a la rotura, cortocircuitos, etc. Aunque puede resultar deseable incluir algunos cientos o miles de sensores integrados en la aeronave 100, poder hacerlo implica una compensación en peso y fiabilidad. Para ello, han surgido los sensores inalámbricos como una posible solución a la complejidad y la desventaja del peso de implementar un gran número de sensores integrados en la aeronave 100. Los sensores inalámbricos pueden distribuirse por toda la aeronave 100, dado que ya no están limitados a una conexión física de vuelta a la red de datos integrados en la aeronave 100. Sin embargo, aunque un enlace de RF de vuelta a la red de datos integrados en la aeronave 100 elimina la conexión de datos por cable, la gestión de un número tan grande de enlaces de RF de vuelta a la red de datos puede resultar problemático.

- 50 Por ejemplo, sería poco práctico implementar una única puerta de enlace de RF que pueda acoplar la multitud de sensores inalámbricos a la red de datos, dado que una puerta de enlace de este tipo estaría encargada de la gestión de los cientos o miles de enlaces inalámbricos que se utilizarían por un número tan grande de sensores inalámbricos. Además, los sensores inalámbricos que se usarían normalmente integrados en la aeronave 100 son dispositivos de baja potencia con un alcance limitado. Esto sirve para garantizar que los sensores inalámbricos no interfieren con el funcionamiento de los sistemas integrados en la aeronave 100. Todavía adicionalmente, los canales de RF que están disponibles normalmente para tales sensores inalámbricos, a menudo, son limitados. Por ejemplo, si los sensores inalámbricos cumplen la especificación de la IEEE 802.15.4, entonces solo un número

limitado de canales de RF puede estar disponible basándose en qué parte del mundo opera la aeronave 100. Actualmente, el IEEE 802.15.4 limita el número de canales de RF para su uso global a dieciséis. Por tanto, existe una necesidad de implementar varios concentradores de datos inalámbricos de corto alcance a través de la aeronave 100, que se usen para comunicarse con partes más pequeñas del número total de sensores inalámbricos que pueden implementarse integrados en la aeronave 100. Cada uno de los concentradores de datos, o los concentradores de datos inalámbricos, se comunica con determinado subconjunto más pequeño del número total de sensores inalámbricos integrados en la aeronave 100, concentrando y coordinando el flujo de datos de sensor de vuelta a la red de datos integrada en la aeronave 100.

La figura 2 es un diagrama de bloques de una red 200 de datos simplificada para la aeronave 100 en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, la red 200 incluye uno o más concentradores 102 de datos inalámbricos de cuatro canales (WDC), aunque solo se ilustra un WDC 102 en esta vista simplificada de la red 200. El WDC 102 en esta realización se comunica con uno o más sensores 104 inalámbricos por medio de RF. Por ejemplo, el WDC 102 puede comunicarse con sensores 104 inalámbricos utilizando cuatro de los dieciséis canales de RF del IEEE 802.15.4 que están disponibles para su uso a nivel global. Aunque solo se ilustran cuatro sensores 104 inalámbricos en la figura 2, el WDC 102 no se limita a comunicarse solo con cuatro sensores 104 inalámbricos. Por ejemplo, el WDC 102 puede utilizar multiplexación por división de tiempo, reasignaciones de canal de RF, técnicas de modulación, etc., para comunicarse de manera eficaz con cualquier número de sensores 104 inalámbricos simultáneamente o casi simultáneamente. Por tanto, el número de sensores 104 inalámbricos que puede estar en comunicación con el WDC 102 puede ser en función del alcance inalámbrico, la capacidad de canal de RF, la capacidad de procesamiento, etc.

En esta realización, los sensores 104 inalámbricos miden las diversas condiciones integradas en la aeronave 100, y proporciona las mediciones al WDC 102. Algunos ejemplos de los tipos de datos que pueden medirse por los sensores 104 inalámbricos incluyen temperatura, humedad, vibración, niveles de sonido, la posición de superficies de control de vuelo, presiones, posiciones de válvula, parámetros del motor, etc. Estos son solo algunos de los tipos de datos que pueden medirse por los sensores 104 inalámbricos, y un experto en la técnica reconocerá que los sensores 104 inalámbricos incluyen cualquier componente, sistema, o dispositivo que pueda proporcionar datos de medición al WDC 102 mediante enlace inalámbrico.

El WDC 102 se comunica con diversos sensores 104 inalámbricos mediante el/los enlace(s) de RF, y concentra o recopila los datos de medición para su transmisión a un servidor 108 de aplicación de la red 200 por medio de una columna 106 vertebral de datos de la red 200. La columna 106 vertebral puede incluir cualquier red inalámbrica o por cable según la elección del criterio de diseño. Algunos ejemplos de una interfaz por cable que pueden usarse por el WDC 102 para comunicarse con la columna 106 vertebral incluyen Ethernet, que incluye implementaciones de alimentación a través de Ethernet (POE), bus en serie universal (USB), interfaces de fibra óptica, etc. Algunos ejemplos de interfaz inalámbrica que pueden usarse por el WDC 102 para comunicarse con la columna 106 vertebral incluyen IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, Bluetooth, etc.

El servidor 108 de aplicación de la red 200 recibe y procesa los datos captados por los sensores 104 inalámbricos para usarlos en la monitorización de los entornos integrados en la aeronave 100. Por ejemplo, el servidor 108 de aplicación puede presentar información a una tripulación a bordo de la aeronave 100 con respecto a diversos puntos de sensor captados a través de la aeronave 100, tal como una presión en la carga soportada por la aeronave 100, la temperatura en el soporte de carga, la temperatura de una cabina de pasajero integrada en la aeronave 100, mediciones de la presión de los neumáticos para la aeronave 100, etc. El servidor 108 de aplicación también puede gestionar ubicaciones de canal de RF para el WDC 102, asignar canales de RF al WDC 102 basándose en un número de enlaces de RF soportados por el WDC 102. Por ejemplo, el servidor 108 de aplicación puede solicitar al WDC 102 que identifique el número de enlaces de RF soportados, puede reprogramarse con el número de enlaces de RF soportados por el WDC 102, etc., y ubicar canales de RF en el WDC 102 basándose en los enlaces de RF soportados por el WDC 102. Si, por ejemplo, el WDC 102 soporta cuatro enlaces de RF, entonces el servidor 108 de aplicación puede asignar canales al WDC 102 basándose en esta información, garantizando que no se asigne al WDC 102 el mismo canal de RF dos veces, lo que provocaría interferencia. Además, al WDC 102 pueden asignarse canales de RF basándose en un algoritmo que limita la interferencia de RF entre el WDC 102 y otros concentradores de datos inalámbricos que pueden encontrarse cerca del WDC 102. Esto permite que el servidor 108 de aplicación implemente una estrategia de red inalámbrica a través de la aeronave 100.

La figura 3 es un diagrama de bloques del WDC 102 para la red 200 de la aeronave 100 en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, el WDC 102 incluye una placa 300 de circuito impreso (PCB) con un controlador 302 montado en la PCB 300. El controlador 302 gestiona los enlaces de RF entre el WDC 102 y los sensores 104 inalámbricos, recopila datos de sensor captados por los sensores 104 inalámbricos, y proporciona los datos de sensor al servidor 108 de aplicación. Para ello, el controlador 302 puede utilizar cualquier sistema, componente, o dispositivo que pueda realizar tal funcionalidad. Aunque la implementación de hardware específico del controlador 302 se somete a elecciones de diseño, una realización particular puede incluir uno o más procesadores 304 acoplados con una memoria 306. El procesador 304 incluye cualquier dispositivo de hardware que pueda realizar funciones. El procesador 304 puede incluir una o más unidades de procesamiento central (CPU), microprocesadores, procesadores de señal digital (DSP), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), etc. Algunos ejemplos de procesadores incluyen procesadores Intel® Core™, procesadores de máquinas de RISC

avanzadas (ARM®), etc.

La memoria 306 incluye cualquier dispositivo de hardware que pueda almacenar datos. Por ejemplo, la memoria 306 puede almacenar datos de sensor captados por los sensores 104 inalámbricos como parte de un procedimiento de almacenamiento y reenvío entre los sensores 104 inalámbricos y el servidor 108 de aplicación. La memoria 306 puede incluir uno o más dispositivos de memoria de acceso aleatorio dinámica volátil o no volátil (DRAM), dispositivos FLASH, dispositivos RAM estáticos volátiles o no volátiles, discos duros, discos de estado sólido (SSD), etc. Algunos ejemplos de DRAM y SRAM no volátiles incluyen DRAM con batería de respaldo y SRAM con batería de respaldo.

En esta realización, el WDC 102 también incluye cuatro transceptores 310-313 de RF que se acoplan eléctricamente al controlador 302. Los transceptores 310-313 se comunican con uno o más sensores 104 inalámbricos integrados en la aeronave 100 mediante enlaces de RF. Para implementar enlaces de RF entre el WDC 102 y los sensores 104 inalámbricos, los transceptores 310-313 de RF pueden utilizar cualquier sistema, componente, o dispositivo que pueda implementar intercambios de datos de RF con los sensores 104 inalámbricos. Un ejemplo de transceptores 310-313 de RF incluye transceptores de RF que cumplen con la norma IEEE 802.15.4, que funcionan dentro de un conjunto de canales de RF definidos por la norma IEEE 802.15.4. Los transceptores 310-313 de RF pueden recibir instrucciones de órdenes y de control desde un procesador 304 para implementar enlaces de RF con los sensores 104 inalámbricos. Algunos ejemplos de tales instrucciones incluyen asignaciones de canal de RF, parámetros de tasas de bits, parámetros de modulación, protocolos de corrección de errores, parámetros de nivel de potencia de transmisión de RF, etc.

En esta realización, el WDC 102 incluye, además, cuatro antenas 320-323 de PCB, estando cada una acoplada eléctricamente a uno de los transceptores 310-313 de RF. Las antenas 320-323 de PCB en esta realización son antenas de rastreo, que se fabrican sobre la PCB 300. Por ejemplo, las antenas 320-323 de PCB pueden ser antenas de rastreo de PCB de F invertida en algunas realizaciones, que son una forma de antena de apertura. Las antenas de F invertida incluyen un plano de tierra, un brazo superior, y un pasador de cortocircuito entre el plano de tierra y el brazo superior que forma un extremo abierto en una posición alejada del pasador de cortocircuito. Una fuente de excitación se acopla entre el brazo superior y el plano de tierra. La polarización de RF es vertical, y el patrón radiado se parece a un donut con un eje del donut en la dirección vertical. Las antenas 320-323 de PCB incluyen cualquier sistema, componente, o dispositivo que pueda enviar y recibir señales de radio utilizando las señales fabricadas por la PCB 300.

Aunque el diseño y la ubicación relativa de los dispositivos particulares esquematizados en la figura 3 son una elección de criterio de diseño, las siguientes figuras y la discusión relacionada ilustrarán algunos posibles ejemplos de diversas relaciones entre los elementos de la figura 3. Sin embargo, no se pretende que el WDC 102 se vea únicamente limitado a los ejemplos específicos en las discusiones posteriores.

La figura 4 es una vista isométrica del WDC 102 en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, la PCB 300 incluye una superficie 402 superior y una superficie 404 inferior. El controlador 302 está acoplado eléctricamente a la superficie 402 superior de la PCB 300 próximo a una línea 406 central de la PCB 300. Ubicados de manera circunferencial alrededor del controlador 302 están los transceptores 310-313 de RF, que también están acoplados eléctricamente a la superficie 402 superior de la PCB 300. En esta realización, los transceptores 310-313 de RF son ortogonales entre sí y están dispuestos alrededor del controlador 302.

Ubicadas de manera circunferencial alrededor de los transceptores 310-313 de RF están las antenas 320-323 de PCB, que se fabrican utilizando señales de PCB a lo largo de la superficie 402 superior de la PCB 300. Cada uno de los transceptores 310-313 de RF está acoplado eléctricamente a un transceptor 310-313 de RF cercano. En esta realización, las antenas 320-323 de PCB son ortogonales entre sí y están dispuestas alrededor del controlador 302. La disposición ortogonal de los transceptores 310-313 de RF y/o las antenas 320-323 de PCB minimiza la interferencia de RF presentada uno con respecto a otro. En esta realización, las antenas 320-323 de PCB se ubican a lo largo de un borde exterior de la PCB 300, estando los transceptores 310-313 de RF ubicados en entre las antenas 320-323 de PCB y el controlador 302.

En algunas realizaciones, regiones 408 ubicadas entre transceptores 310-313 de RF y/o antenas 320-232 de PCB adyacentes pueden estar desprovistas de señales de PCB. Esto puede reducir la interferencia entre transceptores 310-313 de RF y/o antenas 320-232 de PCB adyacentes. En otras realizaciones, la PCB 300 puede fabricarse con las regiones 408 retiradas, formando una estructura con forma de cruz.

En aquellos casos en los que el WDC 102 está conectado por cable a la columna 106 vertebral, un conector puede estar montado en la PCB para proporcionar la trayectoria de señalización eléctrica. El conector también puede proporcionar energía eléctrica al WDC 102 junto con señalización de datos. Por ejemplo, el conector puede transportar energía, tierra, y señalización para una conexión de Ethernet entre la columna 106 vertebral y el WDC 102. La figura 5 ilustra un conector 502 para el WDC 102 en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, el conector 502 está montado en la superficie 404 inferior de la PCB 300, a lo largo de la línea 406 central y próximo al controlador 302. El controlador 302 se ha retirado de esta vista por motivos de claridad. El conector 502 acopla eléctricamente el controlador 302 con el servidor de aplicación.

En una realización opcional, puede añadirse un blindaje de RF al WDC 102 para proporcionar un blindaje alrededor del controlador 102 y los transceptores 310-313 de RF. El blindaje de RF puede encontrarse en la superficie 402 superior de la PCB 300 y/o la superficie 404 inferior de la PCB. La figura 6 ilustra un blindaje 602 de RF de lado superior para el WDC 102 en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, el blindaje 602 es de metal, rodea el controlador 302 y los transceptores 310-313 de RF, y expone las antenas 320-323 de PCB. La figura 7 ilustra un blindaje 702 de RF de lado inferior para el WDC 102 en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, el blindaje 702 es de metal, y rodea las señales de PCB para los transceptores 310-313 de RF y el controlador 302 a lo largo de la superficie 404 inferior de la PCB 300. La región en la superficie 404 inferior de la PCB 300 que es próxima a las antenas 320-323 de PCB no está cubierta por el blindaje 702. El blindaje 602 y el blindaje 702 pueden aislar el controlador 302 y/o los transceptores 310-313 de RF frente a campos de RF generados por las antenas 320-323 de PCB.

En otra realización opcional, puede añadirse un radomo transparente de RF al WDC 102 para proporcionar protección mecánica o blindaje mecánico a los componentes montados en la superficie 402 superior de la PCB 300. La figura 8 ilustra un radomo 802 transparente de RF montado en la superficie 402 superior de la PCB 300. El radomo 802 rodea el controlador 302, los transceptores 310-313 de RF, y las antenas 320-323 de PCB.

Por utilizar un diseño de radio de RF de cuatro canales, el WDC 102 puede proporcionar una puerta de enlace eficaz a la columna 106 vertebral para los sensores 104 inalámbricos. El diseño de cuatro canales es un uso eficaz del espacio, lo que es un añadido a bordo de la aeronave 100, y también es un uso eficaz de los recursos de RF. El diseño de cuatro canales del WDC permite la utilización de menos concentradores de datos para la tarea de transferir datos de sensor desde los sensores 104 inalámbricos hasta el servidor 108 de aplicación, y también proporciona una medición de la redundancia permitiendo que otros ejemplares de WDC 102 integrados en la aeronave 100 compartan el mismo sensor 104 inalámbrico. Por ejemplo, tres ejemplares diferentes e independientes de WDC 102 integrados en la aeronave 100 pueden comunicarse con el mismo sensor 104 inalámbrico, permitiendo de ese modo redundancia de fallo triple para adquirir los datos de sensor a partir de un sensor 104 inalámbrico.

La figura 9 ilustra un diseño de “nenúfar” para el WDC 102 en una realización a modo de ejemplo. En esta realización, la PCB 300 se fabrica con forma de nenúfar, estando el controlador 302 en el centro de la PCB 300 y los transceptores 310-312 de RF junto con las antenas 320-323 de PCB ubicados próximos a un conjunto de orificios 902 de montaje. El radomo 802 oculta el controlador 302, los transceptores 310-313 de RF, y las antenas 320-323 de PCB en esta vista. El conector 502 está montado en la superficie 404 inferior de la PCB 300 a lo largo de la línea 406 central.

Cualquiera de los diversos elementos mostrados en las figuras o descritos en el presente documento pueden implementarse como hardware, software, firmware, o alguna combinación de los mismos. Por ejemplo, un elemento puede implementarse como hardware dedicado. Los elementos de hardware dedicados pueden denominarse “procesadores”, “controladores”, o alguna terminología similar. Cuando se proporcionan mediante un procesador, las funciones pueden proporcionarse por un único procesador dedicado, por un único procesador compartido, o por una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden ser compartidos. Además, no debe considerarse que el uso explícito del término “procesador” o “controlador” se refiere exclusivamente a hardware capaz de ejecutar software, y puede incluir de manera implícita, sin limitación, hardware de procesador de señal digital (DSP), un procesador de red, circuito integrado específico de aplicación (ASIC) u otro sistema de circuitos, matriz de puertas programables en campo (FPGA), memoria de solo lectura (ROM) para almacenar software, memoria de acceso aleatorio (RAM), almacenamiento no volátil, sistema lógico, o algún otro componente o módulo de hardware físico.

Asimismo, un elemento puede implementarse como instrucciones ejecutables por un procesador o un ordenador para realizar las funciones del elemento. Algunos ejemplos de instrucciones son software, código de programa, y firmware. Las instrucciones son operativas cuando se ejecutan por el procesador para hacer que el procesador realice las funciones del elemento. Las instrucciones pueden almacenarse en dispositivos de almacenamiento que son legibles por el procesador. Algunos ejemplos de los dispositivos de almacenamiento son memorias digitales o de estado sólido, medios de almacenamiento magnéticos tales como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros, o medios de almacenamiento de datos digitales legibles ópticamente.

Aunque en el presente documento se describen realizaciones específicas, el alcance no se limita a esas realizaciones específicas. En lugar de eso, el alcance se define por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

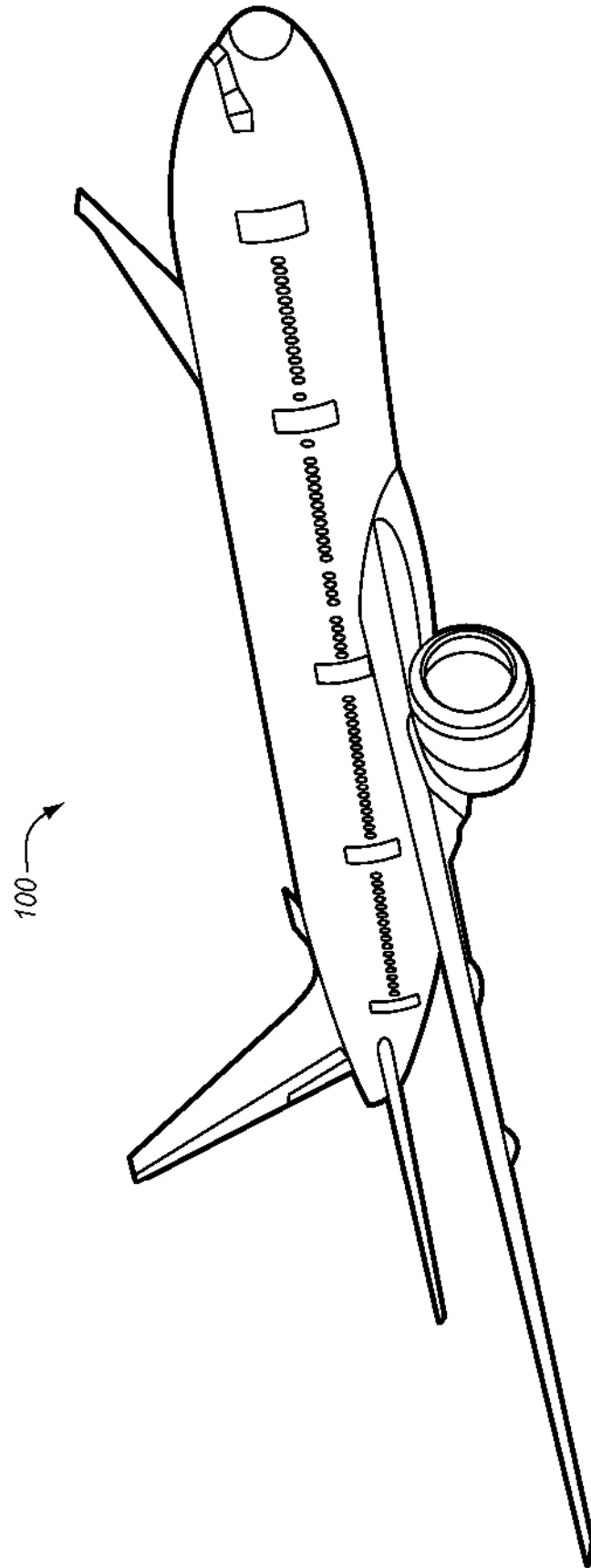
1. Aparato que comprende:  
un concentrador (102) de datos inalámbrico configurado para funcionar dentro de una red (200) de datos de una aeronave (100), incluyendo el concentrador de datos inalámbrico:
- 5 una placa (300) de circuito impreso, a continuación en el presente documento PCB, que tiene una superficie superior y una superficie inferior;
- un controlador (302) acoplado eléctricamente a la superficie superior de la PCB y próximo a una línea central de la PCB;
- 10 cuatro transceptores (310-313) de radiofrecuencia, a continuación en el presente documento RF, acoplados eléctricamente a la superficie superior de la PCB que se disponen de manera ortogonal entre sí alrededor del controlador, estando cada uno configurado para comunicarse con al menos un sensor (104) inalámbrico que mide un entorno de la aeronave; y
- 15 cuatro antenas (320-323) de rastreo de PCB de F invertida fabricadas a lo largo de la superficie superior de la PCB, estando cada una acoplada eléctricamente a uno de los transceptores de RF y dispuestas de manera ortogonal entre sí alrededor del controlador y
- en el que una región (408) entre cada una de las antenas de rastreo de PCB de F invertida está desprovista de señales de PCB;
- estando el controlador configurado para recibir datos de sensor alrededor del entorno de la aeronave a partir del al menos un sensor inalámbrico, y para proporcionar los datos de sensor a un servidor (108) de aplicación de la red de datos de la aeronave.
- 20 2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el concentrador de datos inalámbrico comprende, además:  
un conector (502) acoplado a la superficie inferior de la PCB próximo a la línea central de la PCB que acopla eléctricamente el controlador al servidor de aplicación.
3. Aparato según la reivindicación 1, en el que el concentrador de datos inalámbrico comprende, además:
- 25 un radomo (802) transparente de RF configurado para blindar mecánicamente la superficie superior de la PCB.
4. Aparato según la reivindicación 1, en el que el concentrador de datos inalámbrico comprende, además:  
un blindaje (602) de metal próximo a la superficie superior de la PCB que está configurado para rodear los transceptores de RF y el controlador, y para exponer las antenas de rastreo de PCB de F invertida.
5. Aparato según la reivindicación 1, en el que el concentrador de datos inalámbrico comprende, además:
- 30 un blindaje (702) de metal próximo a la superficie inferior de la PCB que está configurado para rodear las señales de PCB para los transceptores de RF y el controlador, y para exponer la superficie inferior de la PCB que es adyacente a las antenas de rastreo de PCB de F invertida.
6. Aparato según la reivindicación 1, que comprende, además:  
el al menos un sensor inalámbrico.
- 35 7. Aparato según la reivindicación 6, en el que:  
el al menos un sensor inalámbrico está configurado para medir al menos uno de una temperatura del entorno, una presión del entorno, y una vibración del entorno, y para transmitir la al menos una medición al concentrador de datos inalámbrico.
8. Aparato según la reivindicación 7, en el que:
- 40 el controlador está configurado para reenviar la al menos una medición al servidor de aplicación.
9. Aparato según la reivindicación 1, en el que:  
los transceptores de RF se comunican con el al menos un sensor inalámbrico por medio de canales de RF 802.15.4 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, a continuación en el presente documento IEEE.
10. Aparato según la reivindicación 1, en el que:
- 45 cada una de las antenas de rastreo de PCB de F invertida se ubica a lo largo de un borde exterior de la PCB.

11. Aparato según la reivindicación 1, en el que:

la PCB se fabrica en forma de cruz, estando cada una de las antenas de rastreo de PCB de F invertida ubicada en uno de los cuatro extremos de la cruz.



FIG. 1



**FIG. 2**

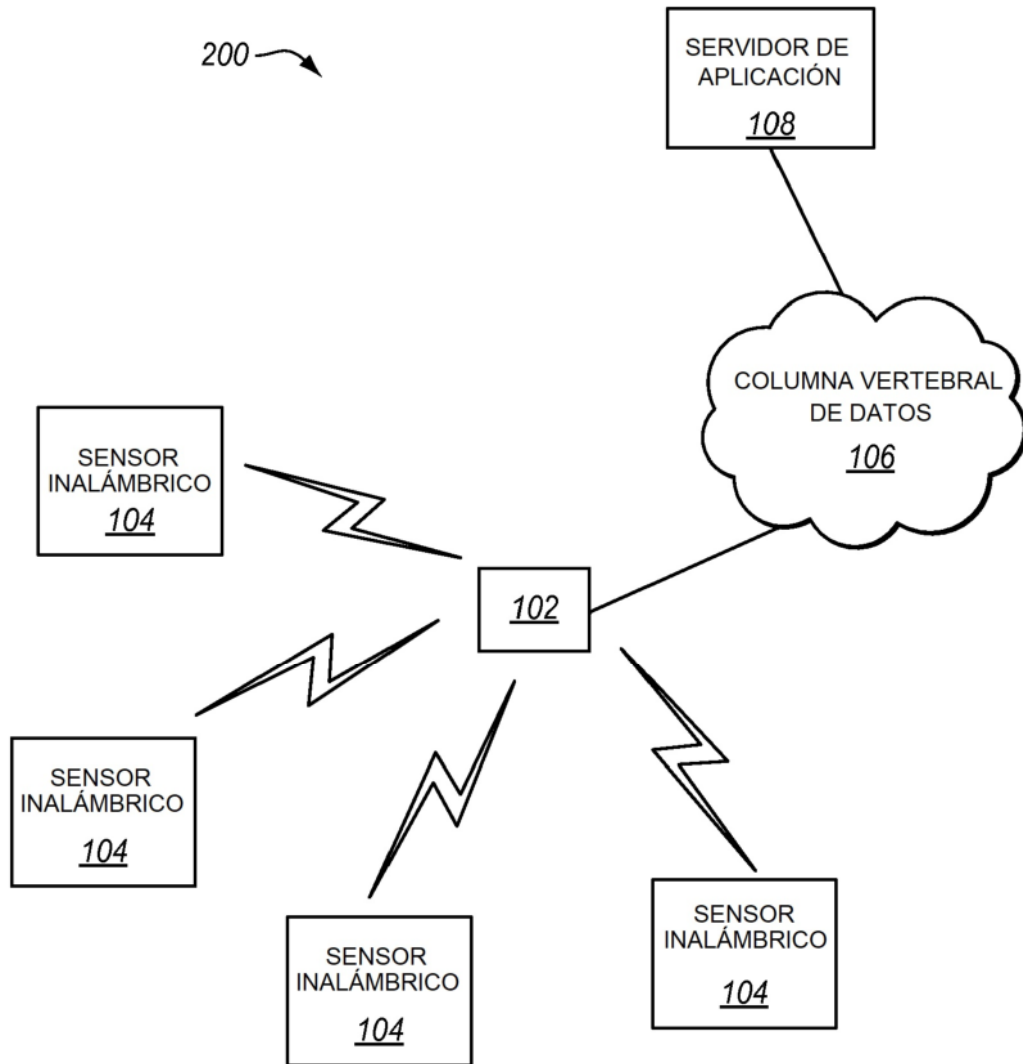


FIG. 3

102 ↗

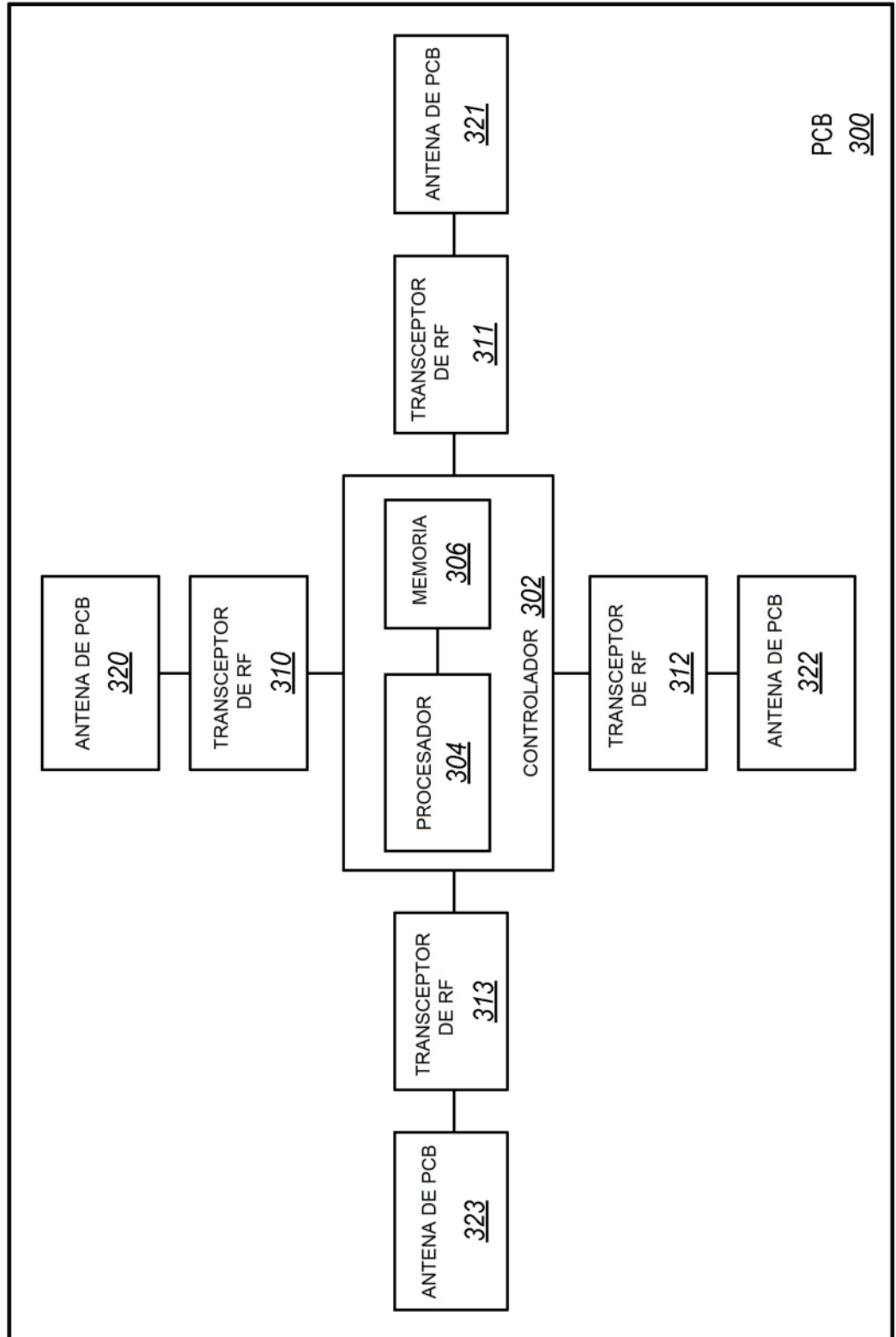
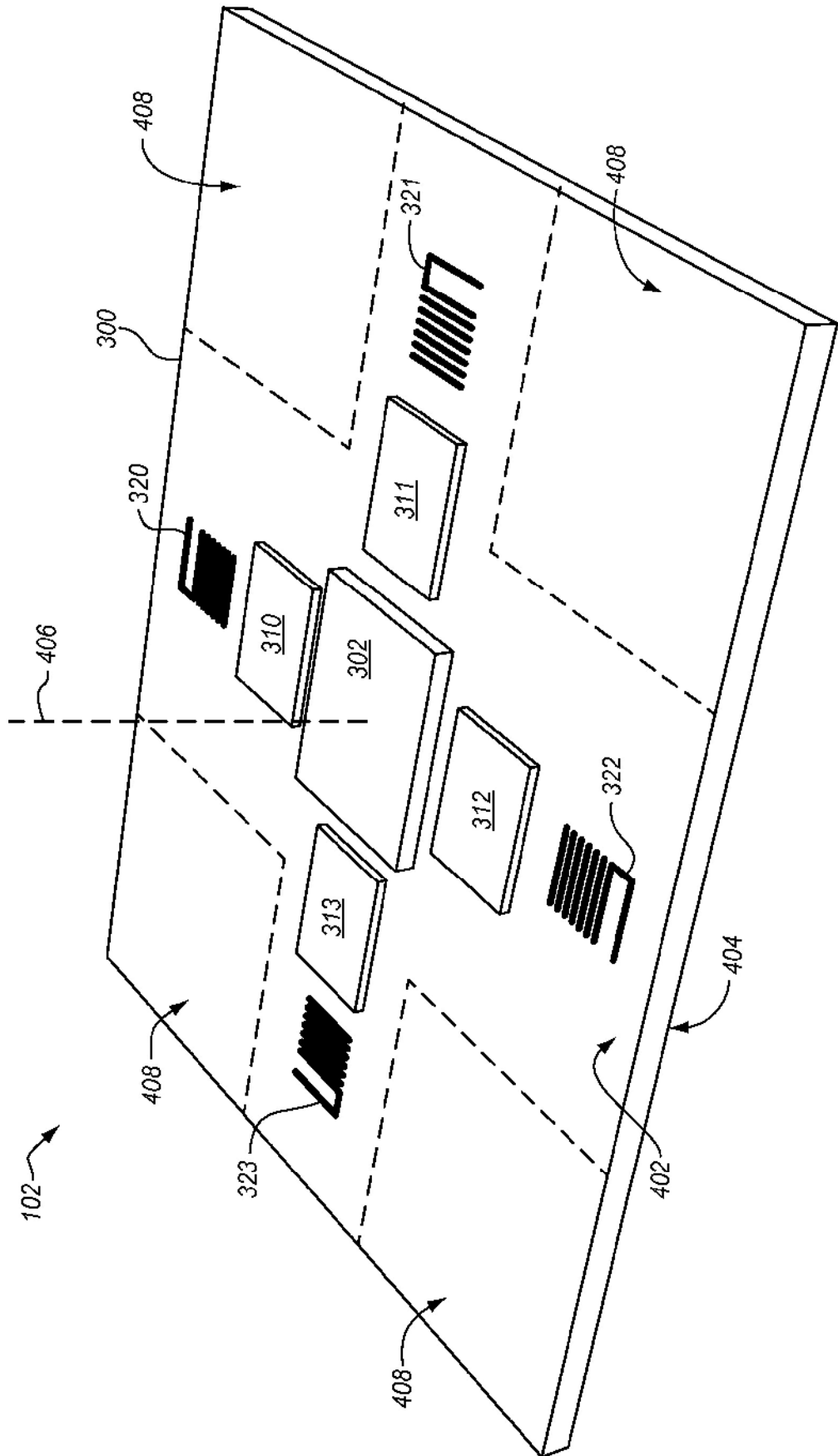
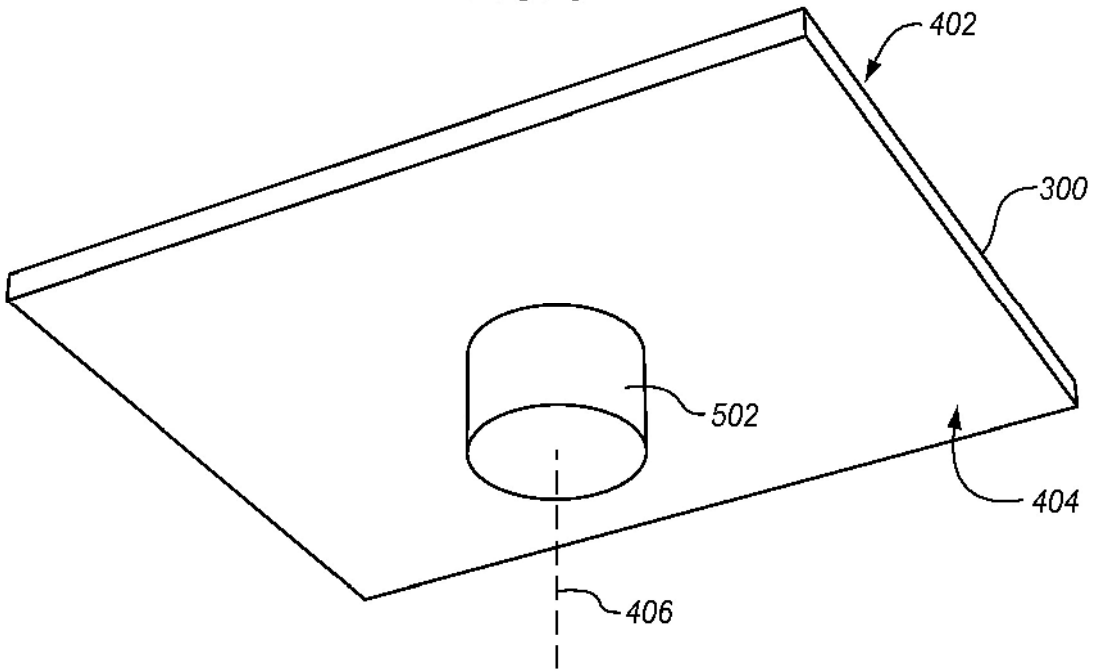


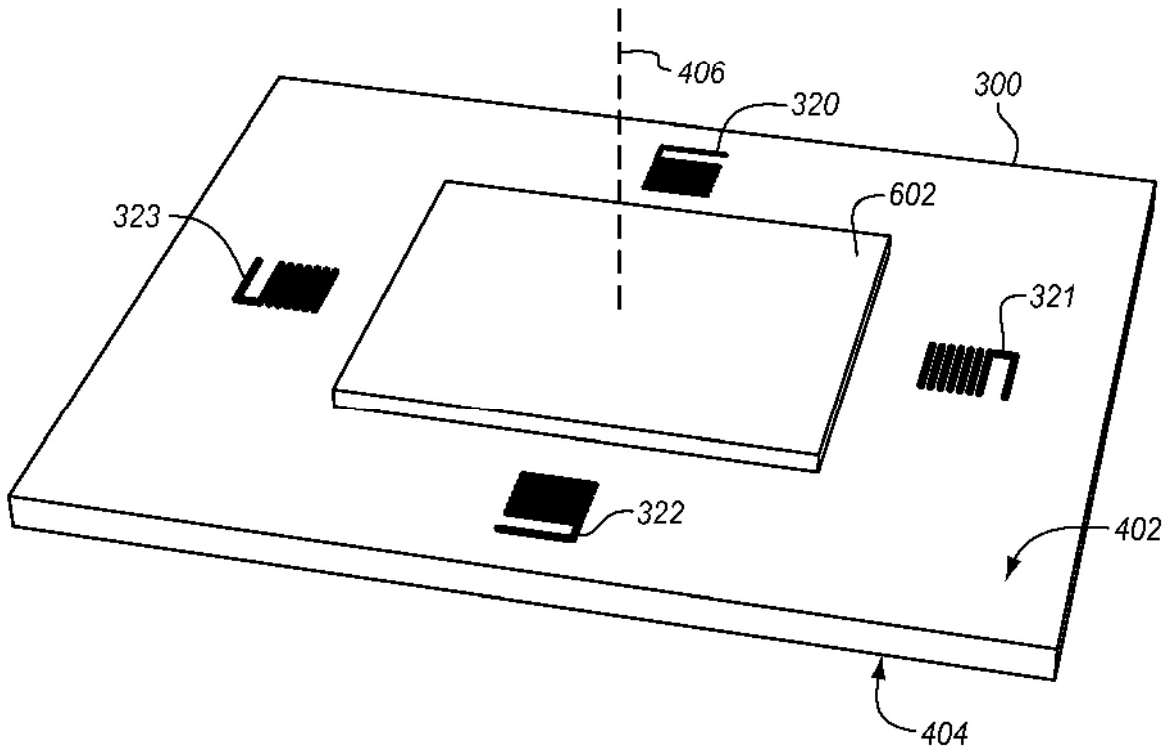
FIG. 4



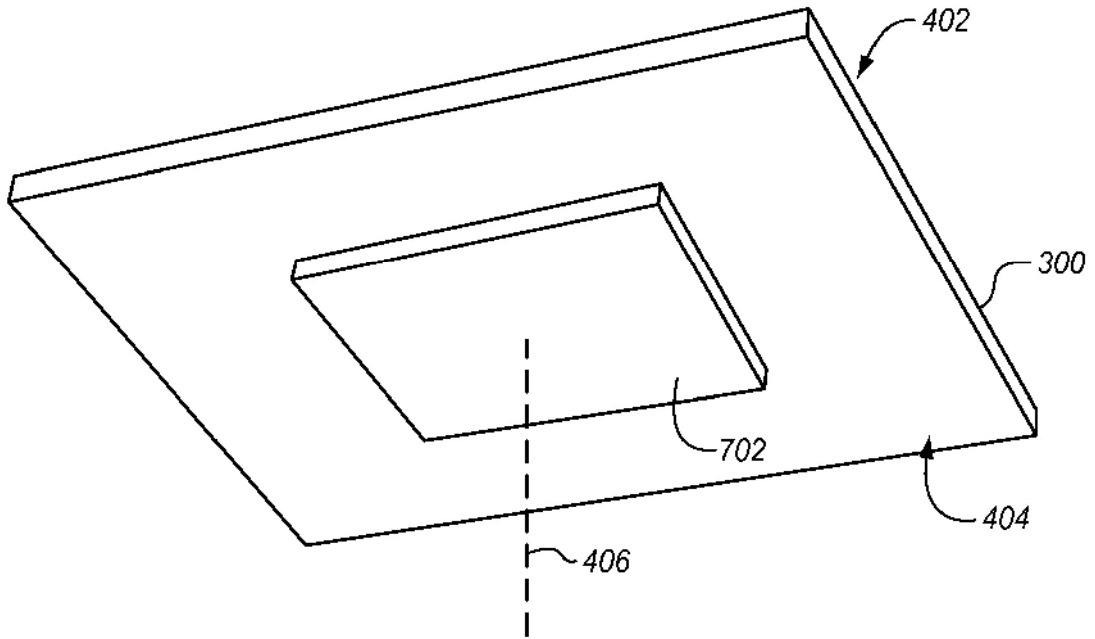
**FIG. 5**



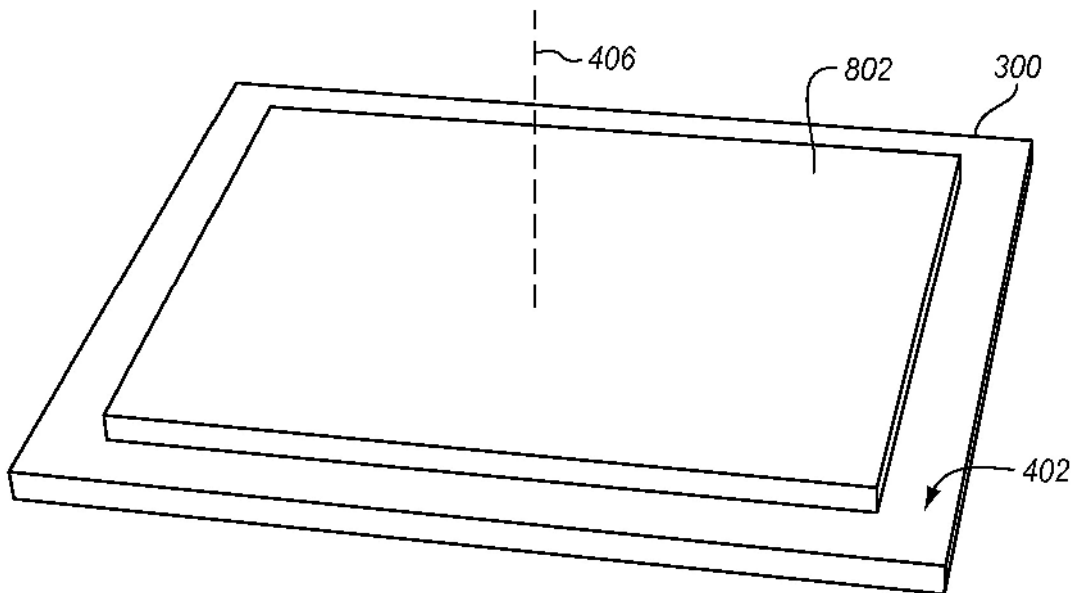
**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**

