

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 027**

51 Int. Cl.:

H01Q 5/35

(2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2015** **E 15201977 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** **EP 3185360**

54 Título: **Conjunto de antena monopolo multibanda**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
22.01.2021

73 Titular/es:

SAFEMINE AG (100.0%)
Baarerstrasse 133
6300 Zug, CH

72 Inventor/es:

KAUFMANN, THOMAS y
MÄDER, URBAN

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 803 027 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

Conjunto de antena monopolo multibanda

- 5 La invención generalmente se refiere a un dispositivo de antena monopolo para enviar y/o recibir señales de al menos dos bandas de frecuencia diseñadas para implementarse con un vehículo en movimiento, en particular para la comunicación de vehículo a vehículo.

A medida que las técnicas y aplicaciones de comunicación se vuelven cada vez más atractivas e importantes con respecto a los dispositivos móviles, la necesidad de antenas compactas aumenta en consecuencia. El tamaño de tales antenas, en comparación con las soluciones estacionarias, es un problema importante. Además, las propiedades como las características direccionales son importantes con respecto a las funciones deseadas.

Con respecto al campo de la comunicación del vehículo, como la comunicación de un automóvil a otro automóvil, se deben cumplir requisitos específicos con un dispositivo de antena respectivo que, por ejemplo, es un perfil de radiación optimizado en una dirección horizontal.

Con respecto a un campo técnico más específico de los vehículos mineros, una comunicación de vehículo a vehículo es aún más importante para proporcionar advertencias de proximidad y, por lo tanto, mejorar la seguridad para, por ejemplo, personas o vehículos en un área determinada.

Las minas de superficie y sitios o áreas similares generalmente se operan por medio de una gran cantidad de vehículos y personal. Algunos de los vehículos pueden ser extremadamente grandes, pesados y difíciles de controlar. Se ha propuesto utilizar dispositivos GNSS (GNSS = sistema global de navegación por satélite, tal como GPS) a bordo de vehículos y otros objetos, tales como grúas, para generar advertencias de proximidad con el fin de reducir el riesgo de colisiones entre vehículos. Tal sistema se describe, por ejemplo, en el documento WO 2004/047047 basado en dispositivos montados en los objetos. Cada dispositivo comprende un receptor GNSS, una unidad de control que deriva datos posicionales utilizando la señal del receptor GNSS, un circuito de radio para el intercambio inalámbrico de los datos posicionales con los otros dispositivos y un dispositivo de salida para emitir advertencias de proximidad. Tales sistemas permiten al conductor de un vehículo obtener información sobre algunos de los obstáculos cercanos. Otro sistema mejorado de este tipo se conoce por el documento WO 2010/142046 A1.

En correspondencia con el uso con automóviles, tal dispositivo de comunicación (circuito de radio) debe diseñarse y disponerse en el vehículo en movimiento respectivo de modo que una señal enviada desde ese dispositivo se propague de manera que sea recibida adecuadamente por otro vehículo o unidad de procesamiento central de ese tipo. Para la comunicación típica de vehículo a vehículo o de vehículo a unidad de recepción, las señales deben enviarse en dirección sustancialmente horizontal y/o el receptor comprende una dirección de recepción horizontal preferida respectiva.

Kaufmann, T. y col. proponen en "Low-Profile Magnetic Loop Monopole Antenna Based on a Square Substrate-Integrated Cavity", International Journal of Antennas and Propagation, volumen 2015, artículo ID 694385, una antena monopolo de bajo perfil que tiene una cavidad cuadrada integrada en el sustrato que irradia a través de aberturas en sus cuatro paredes laterales. Tal antena cumple el requisito crucial de un patrón de radiación omnidireccional con un máximo en o cerca del plano del sustrato.

Las geometrías prometedoras para lograr estos requisitos se pueden basar en cavidades resonantes de bajo perfil, con campos de franjas de aberturas delgadas que forman corrientes magnéticas equivalentes, como se describe allí. La antena es un monopolo de parche cuadrado completamente integrado en un sustrato que utiliza vías de cortocircuito. En comparación con la técnica anterior, esta antena combina compacidad y bajo perfil, mientras que la estrategia propuesta proporciona una nueva perspectiva para el diseño de antena plana monopolo: en lugar de considerarse un monopolo cargado, la estructura se interpreta como una cavidad rectangular abierta. La radiación se origina en cuatro regiones a lo largo de las paredes laterales, lo que efectivamente crea un bucle de corriente magnética cuadrado. Esto da como resultado una antena monopolo eléctrica equivalente que irradia omnidireccionalmente, es compacta, es de bajo perfil y es resistente a las tolerancias.

Sin embargo, tal solución se enfoca en la radiación omnidireccional para una sola frecuencia definida (5.8875 GHz en la banda DSRC), en la que (simultáneamente) se usan típicamente diferentes bandas de frecuencia para fines de comunicación del vehículo. Además, como para la integración en un vehículo en movimiento, también se requiere la recepción y el procesamiento de una señal GNSS, aún persiste el problema de la combinación adecuada de tales dispositivos o señal.

El documento WO 02/080307 A1 propone un dispositivo de antena que comprende dos o más antenas en una sola carcasa/radomo. Una primera antena monopolo con carga superior está anidada dentro de una placa de tierra y una placa superior de una segunda antena monopolo con carga superior. Además, se puede situar una antena de microstrip adicional en la parte superior de la segunda antena monopolo. La primera antena puede estar diseñada para transmitir y recibir en el ancho de banda de AMPS, la segunda antena en el ancho de banda de PCS y la antena de microstrip en el ancho de banda de GPS. Debido al diseño de las antenas combinadas, el tamaño general y la complejidad del dispositivo de antena es bastante desventajoso con el correspondiente impacto negativo en la flexibilidad de montar o integrar el dispositivo en un vehículo en movimiento.

Los documentos W02005064745 y US2004164916 a continuación describen más antenas de doble banda para montar en vehículos.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar medios de comunicación mejorados, en particular para un vehículo en movimiento, de diseño compacto y característica direccional ajustada respectivamente.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un dispositivo de antena respectivo que proporcione transmisión y/o recepción mejoradas dentro de al menos dos bandas de radiofrecuencia diferentes.

Otro objetivo más de la invención es proporcionar un dispositivo de antena compacto mejorado que todavía proporciona un diseño compacto en combinación con un receptor o transmisor GNSS.

Estos objetivos se logran mediante la realización de las características de las reivindicaciones independientes. Las características que desarrollan adicionalmente la invención de manera ventajosa se describen en las reivindicaciones de patente dependientes.

La invención se refiere en particular a una antena monopolo plana con respaldo de cavidad de bajo perfil que tiene una placa superior y que está típicamente dispuesta de modo que también se proporciona una placa de tierra. En particular, las placas son de dimensiones sustancialmente iguales y están dispuestas con una distancia definida básicamente paralelas entre sí. La cavidad de resonancia definida por el sustrato base (placa de tierra) y el sustrato superior (placa superior) define una primera banda de frecuencia proporcionada por el dispositivo de antena. Las aberturas en el lado de la cavidad proporcionan características direccionales respectivas.

El sustrato superior comprende una serie de ranuras de área (al menos una) que en sinergia propia y/o en sinergia (interacción) con la cavidad definida proporciona una segunda banda de frecuencia diferente de la primera banda de frecuencia.

Tal disposición proporciona dos bandas de frecuencia cuyas señales respectivas se transmiten y/o reciben adecuadamente dentro y una característica de radiación optimizada para esos anchos de banda de frecuencia con vistas a usar con vehículos móviles en movimiento. Por lo tanto, se da una magnitud óptima de radiación sustancialmente paralela a las extensiones de la base y el sustrato superior en todas las direcciones (omnidireccional, en forma de círculo), por ejemplo, se da un nivel máximo de radiación (a través de una esfera virtual) según una intersección de un plano entre la parte superior y el sustrato base y una esfera cuyo punto central corresponde a un punto central de la cavidad. Esa intersección también puede entenderse como el ecuador de la esfera. En particular, la magnitud de la radiación de envío y/o el nivel de la calidad de recepción disminuye al aumentar la distancia desde la línea de intersección (ecuador) a través de la esfera, por ejemplo, hacia los polos de la esfera.

Por lo tanto, el dispositivo de antena proporciona muy buenas propiedades de envío y recepción con vistas a la integración en un automóvil u otro vehículo que se desee para habilitar las comunicaciones de vehículo a vehículo. La antena podría, por ejemplo, montarse, dentro o sobre el techo del vehículo respectivo en la orientación respectiva de modo que la dirección de radiación preferida de la antena corresponda básicamente a un plano horizontal en posición normal y/o en condiciones de movimiento del vehículo.

Sin embargo, con el diseño propuesto de la invención, la antena de la cavidad no requiere necesariamente un soporte metálico dedicado para actuar como plano de tierra de la cavidad, ya que los campos se forman completamente a través de las aberturas de la cavidad (esto es diferente a las antenas monopolo clásicas, que requieren un terreno (relativamente grande) para mantener la simetría). Según esto, el soporte de metal puede estar representado por una superficie de un cuerpo sobre el cual se monta el conjunto de antena multibanda, en particular por una carcasa de un radomo, una parte del techo de un vehículo o una parte de una carcasa de un poste. Según esto, el soporte de metal de la cavidad de antena primaria debe entenderse como cualquier tipo de estructura sobre la que se monta la cavidad.

Sin embargo, según una realización específica, el sustrato base actúa como un plano de tierra de la cavidad y está dispuesto con el conjunto de antena, es decir, es parte de la antena.

La antena puede disponerse en su propia carcasa de plástico (radomo), y a continuación montarse, por ejemplo, en un vehículo a través de un poste de metal (mástil), en un camión de transporte (u otros vehículos grandes), o mediante un mecanismo de montaje, típicamente a unos centímetros de distancia desde el techo de un vehículo.

A frecuencias de alrededor de 900 MHz para la antena de la cavidad, la carrocería del vehículo puede actuar como un plano de tierra. Pero tan pronto como el vehículo esté fuera del campo cercano de la antena, solo tendrá un impacto secundario en el impacto de la antena, es decir, un deterioro del patrón de radiación. Un poste de transporte (es decir, el mástil de la antena) típicamente se situará en una región donde no habrá campos fuertes, por lo que tampoco afectará el rendimiento de la antena.

Además, la antena comprende un plano de tierra como parte del sustrato superior que proporciona una combinación directa y compacta de la cavidad con una unidad de transmisión o recepción adicional, por ejemplo, un módulo GNSS o antena GNSS. El plano de tierra o la unidad adicional se alimenta desde el lado inferior del sustrato superior, por ejemplo, a través de un pasador de alimentación respectivo que sobresale del sustrato base. Por eso, por ejemplo, las respectivas señales GNSS o señales de control son transmisibles (en ambas direcciones) a través del pasador.

Tal diseño permite una integración compacta de un módulo GNSS que típicamente está diseñado y dispuesto con su dirección de radiación preferida correspondiente a un plano vertical de modo que las interferencias de las señales GNSS y las señales de comunicación de la cavidad se reducen o evitan.

El plano de tierra del módulo GNSS está formado típicamente por una parte metálica de/sobre el sustrato superior.

La invención generalmente se refiere a un conjunto de antena multibanda para transmitir o recibir señales dentro de al menos dos bandas de frecuencia, que comprende una antena monopolo con un sustrato superior (placa superior) que tiene dimensiones y forma definidas. El sustrato superior y un sustrato base (placa inferior o de tierra) están dispuestos con una distancia definida entre sí y definen una cavidad, en la que una primera de las bandas de frecuencia está definida básicamente por el tamaño del sustrato superior, en particular del resonador, es decir, el ancho y la longitud del sustrato o la cavidad y/o la altura, es decir, la distancia entre los sustratos. La influencia de variar la distancia también puede ser significativa en la impedancia de entrada (que a su vez influye nuevamente en la frecuencia de resonancia). Es decir, la sintonización de la primera banda de frecuencia se habilita al menos variando el tamaño lateral de la cavidad y en particular la distancia entre los sustratos.

El sustrato superior comprende un conjunto de al menos una ranura, en el que una segunda banda de frecuencia está básicamente definida por el diseño y la disposición de al menos una ranura, la segunda banda de frecuencia es diferente de la primera banda de frecuencia. En particular, hay al menos tres ranuras que encierran un área definida en la parte superior del sustrato superior. La segunda banda de frecuencia es sintonizable por los respectivos tamaños y formas de las ranuras.

Toda la cavidad está diseñada para que la primera y la segunda banda de frecuencia comprendan direcciones de envío y/o recepción de monopolos preferidas sustancialmente paralelas a la extensión de los sustratos, en particular horizontalmente.

Debe entenderse que la dirección de envío y/o recepción de monopolo preferida relacionada con la primera banda de frecuencia puede diferir de la dirección de envío y/o recepción de monopolo preferida de la segunda banda de frecuencia. Por ejemplo, la dirección de radiación óptima para la primera banda de frecuencia es ortogonal a la dirección de radiación óptima para la segunda banda de frecuencia.

Sin embargo, según una realización preferida de la invención, las direcciones de monopolos preferidas son sustancialmente idénticas (al menos paralelas) entre sí.

La superficie superior proporciona un plano de tierra para unir una unidad de envío y/o recepción adicional que proporciona una dirección de envío y/o recepción preferida diferente, en particular sustancialmente ortogonal, a las direcciones de envío y/o recepción de monopolos preferidas. Mediante tal diseño, es posible una combinación compacta del conjunto de antena con el dispositivo adicional con un esfuerzo comparativamente bajo y evitando interacciones de señales a transmitir o de electrónica.

El conjunto de antena también comprende una alimentación para la transmisión de señales hacia y/o desde la unidad

de envío y/o recepción adicional, por ejemplo, para suministrar tal unidad de envío y/o recepción adicional. La alimentación puede diseñarse (incorporarse) como un pasador de alimentación que sobresale del sustrato base y se extiende hasta el lado inferior del sustrato superior (mirando hacia el lado superior del sustrato base) en la región del plano de tierra. Por eso, se proporciona un canal para alimentar la unidad de envío adicional, mientras que todavía es posible un diseño muy compacto. Se pueden proporcionar señales de RF y/o señales digitales a la unidad adicional de envío y/o recepción a través de la alimentación.

Alternativamente, la alimentación puede realizarse mediante el uso de un tipo de cable coaxial conectado conductivamente con la placa de tierra o con la unidad de envío y/o recepción conectada adicionalmente.

La superficie de al menos uno de los sustratos puede comprender una capa metálica que se extiende sobre al menos partes de la superficie respectiva.

Según una realización preferida de la invención, el sustrato base y el sustrato superior tienen forma plana y están dispuestos paralelos entre sí, en particular en la que el sustrato base y el sustrato superior tienen formas y/o dimensiones sustancialmente idénticas. Por eso, la cavidad del dispositivo de antena monopolo está bien definida y proporciona una calidad de envío o recepción optimizada.

Con respecto a la generación definida de la segunda banda de frecuencia, el sustrato superior comprende particularmente un conjunto de al menos cuatro ranuras, las ranuras están dispuestas de manera adyacente de modo que las ranuras definen un tamaño y una forma del plano de tierra, en particular en la que el plano de tierra está representado por una parte del área del sustrato superior rodeada por las ranuras, en particular en la que las ranuras son de igual tamaño.

Tal diseño y disposición comprende dos ventajas. Primero, el segundo ancho de banda de frecuencia se puede definir con precisión ajustando las dimensiones de las ranuras, en las que todavía se proporciona una característica de radiación homogénea de la antena. En segundo lugar, con la disposición de las ranuras de manera adyacente, por ejemplo, se puede definir un área rectangular o cuadrada encerrada por las ranuras que represente simultáneamente el plano de tierra en el sustrato superior.

Según una realización del conjunto de antena, un módulo GNSS está montado en el plano de tierra, comprendiendo el módulo GNSS una dirección de envío y/o recepción preferida sustancialmente ortogonal a la dirección de envío y/o recepción de monopolo preferida. El módulo GNSS recibe preferiblemente (y envía) señales en la banda GNSS L1 de 1575 MHz (por ejemplo, GPS, GLONASS, Galileo). Está disponible una antena integrada combinada que, por un lado, proporciona comunicación móvil (terrestre), por ejemplo, de vehículo a vehículo o desde y hacia una estación base (a través de al menos dos bandas de frecuencia) y, por otro lado, proporciona la recepción de señales GNSS, por ejemplo, señales GPS y, por lo tanto, permite derivar continuamente una posición precisa del dispositivo de antena (siempre que se reciban datos GNSS). La posición de la antena o un vehículo al que está conectado la antena se puede transmitir a través de canales de comunicación móvil accesibles por la antena monopolo. Alternativamente, el conjunto de antena puede comprender una antena denominada "SatComm". Tal antena para comunicación satelital ("SatComm") se puede construir preferiblemente como una antena orientada al cielo para comunicaciones de enlace descendente y ascendente.

En particular, al menos una de las bandas de frecuencia de la antena monopolo corresponde a una banda de frecuencia de comunicación móvil, en particular a al menos una parte de la banda de frecuencia ultra alta (UHF), comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC), ISM, GSM, UMTS, LTE y/o WiFi. Por lo tanto, los parámetros de comunicación preferidos que dependen del uso respectivo de la antena se pueden definir (sintonizar) y las propiedades de comunicación se pueden adaptar a las recomendaciones dadas respectivamente.

El conjunto de antena puede diseñarse de modo que la primera banda de frecuencia defina una banda de frecuencia más baja y la segunda banda de frecuencia defina una banda de frecuencia superior, en el que las frecuencias proporcionadas por la banda de frecuencia superior son mayores que las frecuencias proporcionadas por la banda de frecuencia más baja. La frecuencia central de la primera banda de frecuencia es menor que la frecuencia central de la segunda banda de frecuencia.

Según una realización preferida de la invención, la primera banda de frecuencia comprende una frecuencia central de aproximadamente 900 MHz (por ejemplo, 915 MHz) y la segunda banda de frecuencia comprende una frecuencia central de aproximadamente 2300 MHz o 2400 MHz (por ejemplo, 2450 MHz) o hasta una región de aproximadamente 2500 MHz (por ejemplo, 2480 MHz). Mediante tal sintonización de las frecuencias de antena, se puede acceder a bandas específicas en la región UHF, en las que se habilita la comunicación mediante, por ejemplo, WiFi, Bluetooth

y/o teléfono inalámbrico y/o por radioaficionado. El envío y/o recepción en las bandas UHF de 33 cm y 13 cm se puede realizar de esa manera.

Por supuesto, debe entenderse en el contexto de la presente invención que al menos una de las bandas de frecuencia proporcionadas por el dispositivo de antena está sintonizada según un ancho de banda alternativo que preferiblemente corresponde a una banda de comunicación específica.

Con respecto a la sintonización de la segunda banda de frecuencia (superior) en particular, los parámetros de la segunda banda de frecuencia (por ejemplo, frecuencia central y ancho de banda) pueden depender principalmente del tamaño de la al menos una ranura, en particular dependen de la longitud de la ranura, en los que la frecuencia central de la segunda banda de frecuencia disminuye al aumentar la longitud de la ranura.

Aún en relación con las propiedades de sintonización de la segunda banda de frecuencia, la longitud de la al menos una ranura es más pequeña que una longitud de onda correspondiente a la frecuencia central de la segunda banda de frecuencia, en particular es más pequeña que la mitad de esa longitud de onda.

Con vistas a crear un conjunto de antena pequeño y compacto, el conjunto de antena multibanda puede comprender al menos una vía de cortocircuito a través de, en particular dos o más vías de cortocircuito, que conectan el sustrato base y el sustrato superior para definir la frecuencia central resultante de la primera banda de frecuencia, en el que la vía de cortocircuito efectúa una reducción de la frecuencia central (mientras proporciona un diseño de antena compacto).

El conjunto de antena está diseñado para que al menos una de las bandas de frecuencia de la antena monopolo sea sintonizable variando la distancia entre la base y el sustrato superior, el número de ranuras del conjunto de al menos una ranura, la forma y/o la dimensión de la al menos una ranura, y/o la posición espacial y/o dimensión de la al menos una vía de cortocircuito. Además, la sintonización se puede realizar variando el tamaño de la cavidad total (por ejemplo, longitud y ancho del plano de tierra). Por lo tanto, las bandas de frecuencia se pueden sintonizar con poco esfuerzo (pocos cambios en el diseño de la antena) independientemente una de la otra.

Se proporciona una llamada coincidencia de la antena, por ejemplo, sintonizando la antena a 50 ohmios (o impedancias de referencia de diferencia) sintonizando (definiendo) los tamaños de ranuras, el espaciado del sustrato, a través de anchos y/o dimensiones generales de la cavidad.

De nuevo en relación con las características de envío o recepción de la antena, la cavidad está diseñada de modo que se proporcione un óptimo de calidad de envío de radiación y/o recepción con respecto a una característica direccional del monopolo omnidireccional en un plano paralelo entre la base y el sustrato superior. Esas características pueden corresponder en particular a la forma de una manzana o una rosquilla como se mencionó anteriormente.

En ese contexto, la característica direccional puede definirse más específicamente por el curso de la magnitud de la radiación de envío y/o el nivel de la calidad de recepción que puede disminuir al aumentar el ángulo de dispersión en relación con el plano. Finalmente, la capacidad de envío o recepción de la antena puede tender a cero al acercarse a una dirección ortogonal al plano.

Según una realización adicional de la invención, la antena monopolo se puede diseñar de modo que la antena proporcione una tercera o más bandas de frecuencia, en la que la sintonización de la tercera o más bandas de frecuencia se proporciona mediante el diseño respectivo de las ranuras, la vía, el tamaño de la cavidad y/o la distancia entre la base y el sustrato superior.

Con respecto al suministro de un dispositivo de comunicación adicional posiblemente montado en el plano de tierra, el pasador de alimentación puede sobresalir del centro del sustrato base y extenderse al centro del sustrato superior. De este modo, se puede proporcionar una solución que consuma menos espacio para alimentar, por ejemplo, un módulo GNSS en la parte superior de la antena. Por lo tanto, las señales y la energía se pueden transportar a través del pasador de alimentación hacia y desde el módulo adicional.

Además, según la invención, el sustrato base puede comprender un circuito electrónico o espacio para tal circuito para controlar y/o sintonizar el conjunto de antena, en particular en el que el circuito electrónico se implementa con tecnología PCB en el lado inferior del sustrato base. Para tal estrategia, el sustrato base puede comprender una región definida que puede imprimirse con los respectivos circuitos.

La invención también se refiere al uso de un conjunto de antena multibanda como se describe anteriormente en

combinación con un vehículo móvil terrestre (por ejemplo, automóvil, camión). El conjunto de antena aquí está dispuesto en el vehículo de modo que la dirección de envío y/o recepción de monopolo preferida corresponde básicamente a una dirección horizontal, en particular en un estado normal del vehículo o mediante el uso de un dispositivo de montaje específico.

5 El estado normal del vehículo debe entenderse como una orientación del vehículo, en el que las ruedas respectivas (o similares) del vehículo están ubicadas en un plano cuya orientación corresponde básicamente a un plano horizontal. En correspondencia o alternativamente, el estado normal corresponde a una orientación horizontal de la parte del vehículo a la que está unido el dispositivo de antena.

10 La orientación horizontal normal del conjunto de antena proporciona una comunicación mejorada de vehículo a vehículo en la que se proporciona simultáneamente una dirección de recepción vertical preferida para señales GNSS adicionales.

15 El conjunto de antena se puede disponer en el vehículo utilizando un dispositivo de montaje inclinable y/o amortiguado adicional (por ejemplo, soporte de cardán) para proporcionar continuamente una orientación horizontal de la antena incluso en caso de que el vehículo esté significativamente inclinado hacia el horizonte.

20 Por lo tanto, el conjunto de antena puede estar dispuesto con o puede comprender un dispositivo de montaje que proporciona la rotación y/o amortiguación de una alineación de conjunto. En particular, el dispositivo de montaje está representado por un soporte de cardán para proporcionar la nivelación automática de la antena.

El dispositivo según la invención se describe o explica con más detalle a continuación, meramente a modo de ejemplo, con referencia a ejemplos de trabajo mostrados esquemáticamente en los dibujos. Específicamente,

25 la figura 1 muestra una realización de una antena monopolo multibanda según la invención;

la figura 2 muestra un perfil de radiación de un dispositivo de antena según la invención;

30 la figura 3 muestra una realización de un dispositivo de antena según la invención desde una perspectiva lateral;

la figura 4 muestra una realización adicional de una antena según la invención en perspectiva desde arriba;

35 la figura 5 muestra una vista inferior de una placa inferior (sustrato base) de un dispositivo de antena según la invención; y

la figura 6 muestra un gráfico relativo al coeficiente de reflexión de un dispositivo de antena multibanda según la invención.

40 La figura 1 muestra una realización de una antena monopolo multibanda 10 según la invención. El conjunto de antena 10 comprende un sustrato inferior 11 (sustrato base o placa inferior) y un sustrato superior 12 (placa superior) dispuestos con una distancia relativa entre sí. El sustrato inferior 11 y el sustrato superior 12 tienen forma plana y están dispuestos paralelos entre sí. Ambos sustratos 11,12 se extienden sobre un área rectangular básicamente idéntica, en particular cuadrática.

45 La placa superior 12 y la placa inferior 11 encierran una cavidad de la antena 10. La cavidad proporciona una característica direccional de la antena en forma de una rosquilla o manzana, es decir, una radiación preferida es paralela a los sustratos 11,12 y corresponde al medio entre estos sustratos 11,12, en los que el nivel de radiación (o recepción) disminuye al aumentar los ángulos de radiación. El ángulo de radiación se define por una desviación direccional de un plano medio paralelo entre los sustratos 11,12. En particular, no se proporciona salida o entrada de radiación a lo largo de un eje en una dirección normal a al menos uno de los sustratos. Tal característica direccional está habilitada por la cavidad que irradia a través de sus aberturas según sus cuatro paredes laterales.

50 La antena 10 comprende adicionalmente dos vías de cortocircuito 13a y 13b dispuestas entre la base 11 y el sustrato superior 12. Tales vías 13a, 13b proporcionan una reducción significativa del nivel de frecuencia que define una banda de frecuencia de trabajo de la cavidad.

55 La placa superior 12 comprende cuatro ranuras 14a-d dispuestas de manera rectangular. Por un lado, las ranuras 14a-d permiten definir parámetros para una segunda banda de frecuencia de la antena 10, es decir, tal segunda banda de frecuencia es sintonizable (a una impedancia de referencia dada) por variación de dimensiones y disposición de las

60

ranuras 14a-d. Por otro lado, las ranuras 14a-d definen (encierran) un plano de tierra 15 en la parte superior del sustrato superior 12. El plano de tierra 15 proporciona una base para unir un componente adicional en la antena, preferiblemente una unidad de envío y/o recepción adicional como un módulo GNSS. Un pasador de alimentación que representa una alimentación para el plano de tierra 15 conecta el plano de tierra 15 desde la parte inferior para suministrar señales a tal componente adicional. Aquí se sitúa un primer extremo 16 del pasador de alimentación en el centro del plano de tierra 15.

La figura 2 muestra un perfil de radiación 20 de un dispositivo de antena según la invención, en particular de una antena multibanda de la figura 1. El perfil 20 tiene preferiblemente la forma de una manzana o una rosquilla. La característica direccional 20 muestra un máximo de magnitud de radiación de (envío o recepción) según un plano 21 en dirección horizontal. Tal plano 21 puede corresponder a un plano ubicado entre la base y el sustrato superior de una antena monopolo, por ejemplo, de la figura 1, siendo el plano paralelo a los sustratos respectivos, en otras palabras, el nivel de radiación proporcionado por un dispositivo de antena según la invención proporciona un máximo en dirección (circular) de las extensiones de las placas de cavidad (omnidireccional según el plano 21).

Como se puede ver en la figura 2, la calidad (nivel) de la radiación de tal dispositivo de antena básicamente disminuye al aumentar los ángulos de radiación ϕ . Con una desviación angular de 90° (eje vertical 22, dirección z), la radiación emitible o recibida por un dispositivo de antena respectivo tiende o es igual a cero.

El perfil de radiación mostrado 20 puede representar un patrón de radiación respectivo a aproximadamente 900 MHz y/o 2400 MHz.

Mediante tal diseño de la característica direccional, las interferencias posiblemente resultantes de interacciones mutuas de señales básicamente orientadas horizontalmente de una cavidad y señales básicamente orientadas verticalmente de un módulo GNSS adjunto (en el plano de tierra del sustrato superior) pueden reducirse significativamente o incluso evitarse. Por lo tanto, una antena monopolo multibanda según la invención, por ejemplo, según el diseño de la figura 1, proporciona una disposición de antena bien ajustada y bastante compacta, en particular para su uso en comunicaciones de vehículo a vehículo donde también se desea o requiere disponibilidad y procesamiento de señales GNSS.

Un uso típico ejemplar de un conjunto de antena según la invención pertenece al campo de la minería para generar advertencias de proximidad. Al menos dos vehículos (o personas) en el área de minería están equipados con tal conjunto de antena, en el que los vehículos comprenden un módulo GPS adicional montado directamente en el conjunto de antena o dispuesto por separado en el vehículo. Los conjuntos de antena están dispuestos con orientación horizontal. Las posiciones de los vehículos respectivos se derivan continuamente mediante el uso de los módulos GNSS. Las posiciones reales se transmiten y reciben entre sí mediante el uso de los conjuntos de antena. Una unidad de procesamiento compara una posición real del conjunto de antena/módulo GNSS conectado a la unidad de procesamiento y la posición real del otro conjunto de antena remota/módulo GNSS. En caso de reconocer una estrategia mutua de las antenas/módulos que se supone que conduce a una colisión o en caso de que simplemente provengan de una distancia relativa mínima definida, se genera una señal de advertencia respectiva con el fin de alertar al operador del vehículo y/o la persona.

En tal contexto, la comunicación continua entre los respectivos vehículos (o personas) es necesaria para la generación más confiable de señales de advertencia. Tal comunicación continua puede ser perfectamente proporcionada por el conjunto de antena según la invención (debido a su característica de radiación).

La figura 3 muestra una realización de un dispositivo de antena 30 según la invención desde una perspectiva lateral. El dispositivo de antena 30 está diseñado como una antena monopolo multibanda de bucle magnético de bajo perfil. La antena 30 se basa en una cavidad cuadrada integrada en el sustrato 38 que irradia a través de aberturas en sus cuatro paredes laterales. Esto crea efectivamente un pequeño bucle cuadrado de corrientes magnéticas, que irradia omnidireccionalmente como un monopolo eléctrico. La cavidad de la antena 30 tiene una longitud lateral de menos de $\lambda_0/3$ y por lo tanto resuena en la región monomodo, en un modo TM_{11} fundamental. La altura de la cavidad 38, en particular, es de menos de $\lambda_0/16$. Aquí, λ_0 se refiere a una primera banda de frecuencia de la antena 30 definida principalmente por las dimensiones de la cavidad 38. Tal primera banda de frecuencia se sintoniza preferiblemente para ser de frecuencias más bajas que una segunda banda establecida y sintonizada por ranuras en el sustrato superior 32.

La antena 30 comprende dos vías de cortocircuito 33a, 33b que proporcionan la sintonización de la cavidad 38 según regiones de frecuencia más baja mientras alcanzan un diseño más compacto de la antena.

Además, un pasador de alimentación 37 está dispuesto para proporcionar un espacio definido (canal) entre el sustrato inferior 31 y el sustrato superior 32 para alimentar un módulo posiblemente dispuesto adicionalmente en la parte superior de la placa superior 32.

- 5 El pasador de alimentación 37 puede ser de forma cilíndrica o cónica/campana (con lo cual se podría lograr un mayor ancho de banda).

El pasador 37 también proporciona una conexión al lado inferior del sustrato inferior 31 de modo que se puede habilitar una conexión eléctrica de esa manera, por ejemplo, mediante cables, una microstrip integrada en el sustrato inferior 10 31 o un circuito impreso en el lado inferior del sustrato inferior 31.

- La figura 4 muestra una realización adicional de una antena según la invención en perspectiva desde arriba. El sustrato superior 42 comprende seis rebajes 44 (ranuras) dispuestos de manera hexagonal de modo que un plano de tierra para montar un módulo de comunicación adicional se define por el área encerrada por los rebajes 44. Además, se 15 disponen cuatro vías de cortocircuito 43a-d entre el fondo y el sustrato superior 42 para definir una distancia particular entre los sustratos e influir en la banda de frecuencia resultante de la cavidad. Como se puede ver, un pasador de conexión 47 proporciona conexión de señal al plano de tierra al terminar en el punto medio de ese plano.

- Tal diseño proporciona la ventaja de envío/recepción omnidireccional (horizontal) en múltiples bandas de frecuencia 20 (en particular dos) al tiempo que proporciona además un área de montaje para unir un módulo adicional y, por lo tanto, permite una combinación compacta de propiedades de antena monopolo multibanda con un dispositivo de comunicación adicional (por ejemplo, módulo GNSS).

- La figura 5 muestra una vista inferior de una placa inferior 51 (sustrato base) de un dispositivo de antena según la 25 invención. Se representan áreas de contacto de dos vías de cortocircuito 53a, 53b, así como una microstrip 57 integrada en la placa inferior 51 para suministrar un pasador de alimentación que emerge del lado superior de la placa inferior 11 y así alimentar un módulo GNSS posiblemente montado o similar.

- La línea de microstrip 57 es para alimentar la antena monopolo. Se proporciona una brecha para un área en la placa 30 de tierra para los circuitos de control implementados 59 o similares para permitir que una onda EM (onda electromagnética) entre en la antena monopolo. La alimentación del módulo GNSS viene a través del pasador de alimentación. La alimentación se proporcionaría con un cable coaxial o un cable digital.

- Por lo tanto, el módulo GNSS se alimentaría a través de un medio adicional, como se menciona aquí con un cable. 35 Sin embargo, alternativamente, la alimentación puede ser proporcionada directamente por el pasador de alimentación, por ejemplo, por el pasador de alimentación en sí que comprende un cable coaxial o que está incorporado como un cable coaxial. En tal caso, se puede evitar un cable adicional al módulo GNSS. En particular, un coaxial semirrígido forma el pasador de alimentación, donde el conductor externo es el pasador real, y el cable se conduce a la parte superior de la antena, donde se conecta al módulo GNSS.

- 40 Además, el sustrato inferior 51 comprende espacio para circuitos de RF/control. Esto significa que la electrónica principal del dispositivo de antena se puede integrar directamente en el dispositivo, es decir, en la parte inferior del dispositivo, al diseñar el espacio con tecnología PCB. En particular, la circuitería de RF requerida está dispuesta directamente en el sustrato inferior. Tal diseño permite material de PCB de bajo coste sin pérdidas significativas, a 45 diferencia de los materiales especiales de RF a costes mucho más altos.

Como se puede ver aquí, la microstrip 57 está conectada a una circuitería de RF 58 que está dispuesta con la placa de tierra 59.

- 50 Según una realización alternativa (no mostrada), la microstrip o una microstrip adicional de este tipo puede proporcionarse (también) para alimentar la antena monopolo.

La figura 6 muestra un gráfico relativo a un coeficiente de reflexión (coef. de ref.) de un dispositivo de antena multibanda según la invención.

- 55 El dispositivo de antena referido está configurado de modo que se definan dos bandas de frecuencia 61 y 62. La primera banda de frecuencia 61 se encuentra alrededor de 900 MHz, es decir, la frecuencia central de ese ancho de banda corresponde básicamente a 900 MHz, y la segunda banda 62 está en la región de aproximadamente 2400 MHz.

- 60 La primera banda de frecuencia 61 puede ser sintonizable principalmente estableciendo una distancia definida entre

un sustrato inferior y superior de la antena y/o diseñando un sustrato superior e inferior con anchuras y longitudes definidas. La segunda banda 62 puede sintonizarse preferiblemente mediante el diseño respectivo de las ranuras del sustrato superior de la antena.

- 5 En particular, un diseño cuidadoso de la brecha, el plano de tierra y las vías de cortocircuito permite sintonizar resonancias e impedancias a las bandas de frecuencia deseadas 61, 62 también, por ejemplo, con un coeficiente de reflexión definido (por ejemplo, por debajo de -6dB o -10 dB).

- 10 Por lo tanto, debido al diseño específico de tal dispositivo de antena, es posible una sintonización precisa del dispositivo de antena según al menos dos bandas de frecuencia, en el que una ventaja de tal estrategia es habilitar dos bandas de frecuencia definidas sin la necesidad de una unidad de filtrado específica. El ancho de banda de la antena también depende de la altura (distancia entre los sustratos), es decir, mayor antena = mayor ancho de banda.

- 15 Aunque la invención se ilustra arriba, en parte con referencia a algunas realizaciones específicas, debe entenderse que se pueden realizar numerosas modificaciones y combinaciones de diferentes características de las realizaciones y que las diferentes características se pueden combinar entre sí o con principios de diseño de antena y/o sintonización de antena conocidos de la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de antena multibanda (10, 30) para transmitir o recibir señales en al menos dos bandas de frecuencia (61, 62), que comprende una antena monopolo con un sustrato superior (12, 32, 42) y un sustrato base (11, 31, 51) que tiene dimensiones y forma definidas, en el que
- el sustrato superior (12, 32, 42) y el sustrato base (11, 31, 51) están dispuestos con una distancia definida entre sí y definen una cavidad (38), en la que una primera banda de frecuencia (61, 62) se define básicamente por la dimensión del sustrato superior (12, 32, 42), en particular de la parte superior y el sustrato base (11, 31, 51, 12, 32, 42), y en particular por la distancia definida,
 - el sustrato superior (12, 32, 42) comprende un conjunto de al menos cuatro ranuras (14a-d, 44), en el que una segunda banda de frecuencia (61, 62) se define básicamente por el diseño y disposición de las al menos cuatro ranuras (14a-d, 44), la segunda banda de frecuencia (61, 62) es diferente de la primera banda de frecuencia (61, 62),
 - la cavidad (38) está diseñada de modo que para la primera y la segunda banda de frecuencia (61, 62) la antena monopolo tiene direcciones de envío y/o recepción preferidas sustancialmente paralelas a la extensión de los sustratos, en particular horizontalmente,
 - el sustrato superior (12, 32, 42) está configurado para proporcionar una base para unir una unidad de envío y/o recepción adicional que proporciona una dirección de envío y/o recepción preferida sustancialmente ortogonal a las direcciones de envío y/o recepción de monopolos preferidas, y para proporcionar un plano de tierra (15) para la unidad adicional de envío y/o recepción,
 - en el que el conjunto de al menos cuatro ranuras (14a-d, 44) están dispuestas de manera adyacente de modo que las ranuras definen un tamaño y una forma del plano de tierra (15), y
 - el conjunto de antena (10, 30) comprende una alimentación configurada para transmitir señales hacia y/o desde la unidad de envío y/o recepción adicional, en el que la alimentación está diseñada como un pasador de alimentación (37) que sobresale del sustrato base (11, 31, 51) y que se extiende hacia el lado inferior del sustrato superior (12, 32, 42) en la región del plano de tierra (15),
- en el que el pasador de alimentación (37) sobresale del centro del sustrato base (11, 31, 51) y se extiende hasta el centro del sustrato superior (12, 32, 42).
2. Conjunto de antena multibanda (10, 30) para transmitir o recibir señales en al menos dos bandas de frecuencia (61, 62), que comprende una antena monopolo con un sustrato superior (12, 32, 42) que tiene dimensiones y forma definidas, en el que
- el conjunto de antena multibanda (10, 30) tiene un mecanismo de montaje configurado para montar el conjunto de antena multibanda (10, 30) sobre una superficie de un cuerpo que actúa como sustrato base (11, 31, 51),
 - el mecanismo de montaje está configurado para que el sustrato superior (12, 32, 42) pueda montarse en el sustrato base (11, 31, 51) de modo que estén dispuestos con una distancia definida entre sí y definan una cavidad (38), en la que una primera banda de frecuencia (61, 62) se define básicamente por la dimensión del sustrato superior (12, 32, 42), y en particular por la distancia definida,
 - el sustrato superior (12, 32, 42) comprende un conjunto de al menos cuatro ranuras (14a-d, 44), en el que una segunda banda de frecuencia (61, 62) se define básicamente por el diseño y disposición de las al menos cuatro ranuras (14a-d, 44), la segunda banda de frecuencia (61, 62) es diferente de la primera banda de frecuencia (61, 62),
 - la cavidad (38) está diseñada de modo que, cuando el conjunto de antena multibanda (10, 30) está montado en la superficie de un cuerpo, para la primera y la segunda banda de frecuencia (61, 62) la antena monopolo tiene direcciones de envío y/o recepción sustancialmente paralelas a la extensión de los sustratos,
 - el sustrato superior (12, 32, 42) está configurado para proporcionar una base para unir una unidad de envío y/o recepción adicional que proporciona una dirección de envío y/o recepción preferida sustancialmente ortogonal a las direcciones de envío y/o recepción de monopolos preferidas, y para proporcionar un plano de tierra (15) para la unidad adicional de envío y/o recepción,
 - en el que el conjunto de al menos cuatro ranuras (14a-d, 44) están dispuestas de manera adyacente de modo que las ranuras definen un tamaño y una forma del plano de tierra (15), y
 - el conjunto de antena (10, 30) comprende una alimentación configurada para transmitir señales hacia y/o desde la unidad adicional de envío y/o recepción,
- en el que la alimentación está diseñada como un pasador de alimentación (37) que sobresale del sustrato base (11, 31, 51) y que se extiende hasta el lado inferior del sustrato superior (12, 32, 42) en la región del plano de tierra (15),
- en el que el pasador de alimentación (37) sobresale del centro del sustrato base (11, 31, 51) y se extiende hasta el

centro del sustrato superior (12, 32, 42).

3. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según la reivindicación 2,
caracterizado porque

5 la superficie de un cuerpo es una carcasa de un radomo, un techo de un vehículo o una carcasa de un poste.

4. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según la reivindicación 1,
caracterizado porque

10 el sustrato base (11, 31, 51) y el sustrato superior (12, 32, 42) son de forma plana y están dispuestos paralelos entre sí, en particular en el que el sustrato base (11, 31, 51) y el sustrato superior (12, 32, 42) tienen formas y/o dimensiones sustancialmente idénticas.

5. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

15 el plano de tierra (15) está representado por una parte del área del sustrato superior (12, 32, 42) rodeada por las ranuras (14a-d, 44), en particular en la que las ranuras (14a-d, 44) son de igual tamaño.

6. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

20 el conjunto de antena multibanda comprende la unidad adicional de envío y/o recepción, en el que la unidad adicional de envío y/o recepción es un módulo GNSS.

7. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

25 • la primera banda de frecuencia (61) define una banda de frecuencia más baja y la segunda banda de frecuencia (62) define una banda de frecuencia superior, en el que las frecuencias proporcionadas por la banda de frecuencia superior son mayores que las frecuencias proporcionadas por la banda de frecuencia más baja, y/o
30 • las bandas de frecuencia (61, 62) de la antena monopolo corresponden a bandas de frecuencia de comunicación móvil, en particular a frecuencia ultra alta (UHF), comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC), ISM, GSM, UMTS, LTE y/o WiFi, y/o
• la primera banda de frecuencia (61) comprende una frecuencia central de aproximadamente 900 MHz y la segunda banda de frecuencia (62) comprende una frecuencia central de aproximadamente 2400 MHz.

8. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

35 los parámetros de la segunda banda de frecuencia (61, 62) dependen del tamaño de las al menos cuatro ranuras (14a-d, 44), en particular dependen de la longitud de las ranuras (14a-d, 44), en el que la frecuencia central de la segunda banda de frecuencia (61, 62) disminuye al aumentar la longitud de las ranuras (14a-d, 44).

9. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

45 la longitud de las al menos cuatro ranuras (14a-d, 44) es menor que una longitud de onda correspondiente a la frecuencia central de la segunda banda de frecuencia (61, 62), en particular es menor que la mitad de la longitud de onda.

10. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según la reivindicación 1, o una de las reivindicaciones 4 a 9,
caracterizado porque

50 el conjunto de antena multibanda (10, 30) comprende al menos una vía de cortocircuito (13a-b, 33a-b, 43a-d, 53a-b), en particular dos o más vías de cortocircuito (13a-b, 33a-b, 43a-d, 53a-b), que conectan el sustrato base (11, 31, 51) y el sustrato superior (12, 32, 42) para definir la frecuencia central resultante de la primera banda de frecuencia (61, 62), en el que la vía de cortocircuito (13a-b, 33a-b, 43a-d, 53a-b) efectúa una reducción de la frecuencia central, en particular en el que al menos una de las bandas de frecuencia (61, 62) de la antena monopolo es sintonizable variando la posición espacial y/o la dimensión de la al menos una vía de cortocircuito (13a-b, 33a-b, 43a-d, 53a-b).

11. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

60 al menos una de las bandas de frecuencia (61, 62) de la antena monopolo es sintonizable variando

- la distancia entre la base y el sustrato superior (12, 32, 42),
- la dimensión del sustrato base (11, 31, 51) y/o el sustrato superior (12, 32, 42), en particular la longitud o el ancho del sustrato respectivo,
- el número de ranuras (14a-d, 44) del conjunto de al menos una ranura (14a-d, 44), y/o
- la forma y/o la dimensión de la al menos una ranura (14a-d, 44).

12. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

- la cavidad (38) está diseñada para que las dimensiones de envío y/o recepción de monopolos preferidas para la primera y segunda banda de frecuencia sean sustancialmente idénticas entre sí y se proporcione un óptimo de calidad de radiación de envío y/o recepción para la primera y segunda banda de frecuencia de la antena monopolo omnidireccional en un plano paralelo (21) entre la base y el sustrato superior (12, 32, 42), y/o
- la magnitud de la radiación de envío y/o el nivel de la calidad de recepción de la antena monopolo disminuye al aumentar el ángulo de radiación (ϕ) en relación con el plano (21).

13. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque

- la antena monopolo está diseñada de modo que se proporciona una tercera o más bandas de frecuencia, en la que la sintonización de la tercera o más bandas de frecuencia se proporciona mediante el diseño respectivo de las ranuras (14a-d, 44), la vía (13a-b, 33a-b, 43a-d, 53a-b) y/o la distancia entre la base y el sustrato superior (12, 32, 42).

14. Conjunto de antena multibanda (10, 30) según la reivindicación 1, o una de las reivindicaciones 4 a 13,
caracterizado porque

- el sustrato base (11, 31, 51) comprende un circuito electrónico para controlar y/o sintonizar el conjunto de antena (10, 30), en particular en el que el circuito electrónico se implementa con tecnología PCB en el lado inferior del sustrato base (11, 31, 51), y/o
- el conjunto de antena (10, 30) está dispuesto con un dispositivo de montaje configurado para proporcionar la rotación y/o amortiguación de una alineación de conjunto, en particular en el que el dispositivo de montaje está representado por un soporte de cardán para proporcionar nivelación automática.

- 15. Uso de un conjunto de antena multibanda (10, 30) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 con un vehículo móvil terrestre, en el que el conjunto de antena (10, 30) está dispuesto en el vehículo de modo que las direcciones de envío y/o recepción de monopolos preferidas corresponden básicamente a una dirección horizontal, en particular en un estado normal del vehículo.

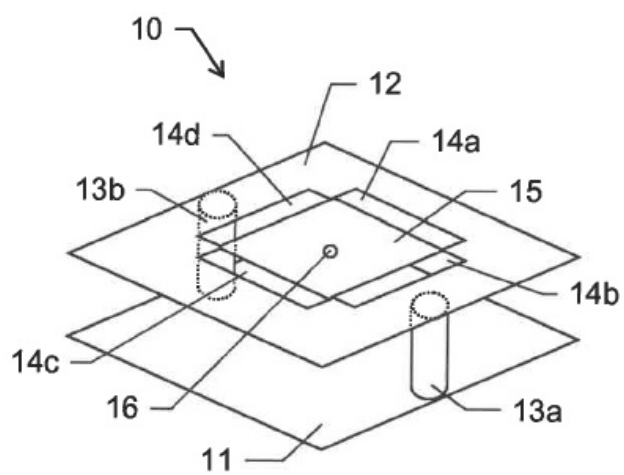


Fig. 1

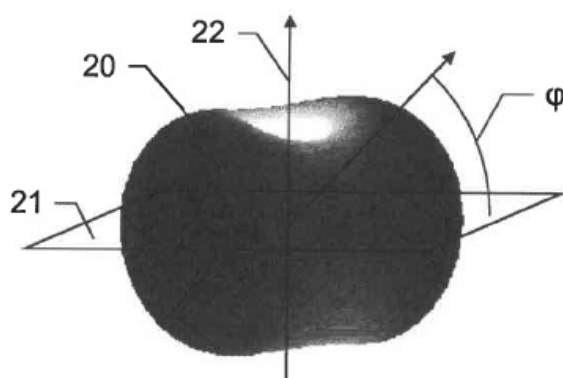


Fig. 2

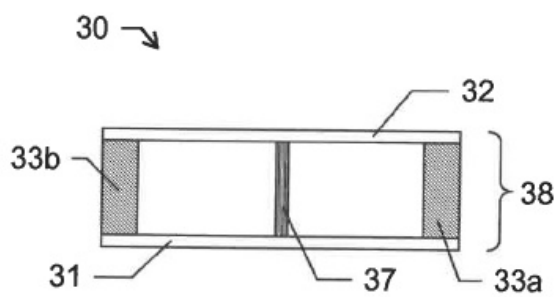


Fig. 3

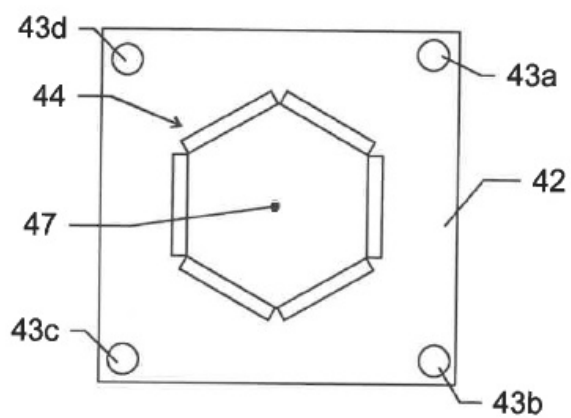


Fig. 4

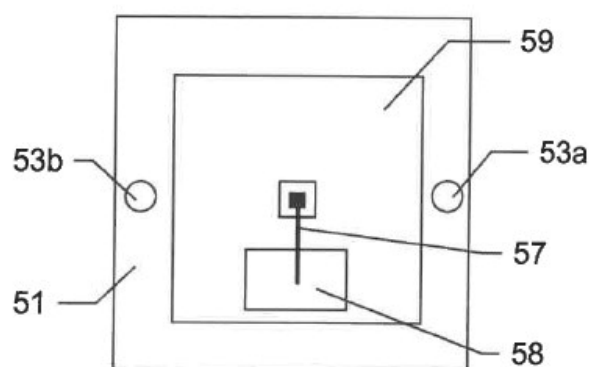


Fig. 5

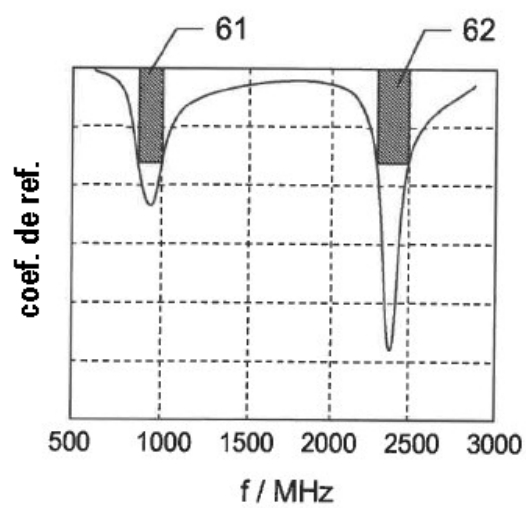


Fig. 6