

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 731**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/48 (2006.01)

H01Q 19/02 (2006.01)

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 19/18 (2006.01)

H01Q 21/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2019 E 19181826 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.10.2021 EP 3591760**

54 Título: **Dispositivo suplementario para un sistema de antena**

30 Prioridad:

29.06.2018 US 201862691953 P

10.09.2018 US 201816127223

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

14.03.2022

73 Titular/es:

**DEERE & COMPANY (100.0%)
One John Deere Place
Moline, IL 61265, US**

72 Inventor/es:

RENTZ, MARK L.

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 899 731 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

Dispositivo suplementario para un sistema de antena

5 **Campo**

[0001] La presente descripción se refiere a un dispositivo suplementario para un sistema de antena.

Antecedentes

10

[0002] En ciertas técnicas anteriores, los Sistemas Mundiales de Navegación por Satélite (GNSS) se han convertido en una utilidad con beneficios para actividades que van desde la navegación aérea hasta el reconocimiento terrestre. Para lograr la mayor precisión posible en el posicionamiento y la navegación, el sistema de antena debería tener alta sensibilidad a las señales recibidas, aunque sin distorsionar las señales recibidas. Para las antenas

15

satelitales terrestres, la sensibilidad se logra mediante una ganancia isotrópica uniformemente alta en el hemisferio superior por encima de un plano de suelo de la antena, junto con un amplificador de bajo ruido con una pequeña figura de ruido. La inmunidad a la distorsión se aborda mediante el uso de amplificadores y otros circuitos con respuestas sustancialmente planas de magnitud de señal frente a frecuencia a través de las bandas de interés de GNSS, entre otras cosas.

20

[0003] En el campo de las comunicaciones inalámbricas, las señales reflejadas, solas o junto con señales directas, pueden denominarse señales de trayecto múltiple; particularmente cuando hay interferencia entre las señales de trayecto directo y las señales reflejadas observadas simultáneamente en un receptor. Debido a que una señal reflejada es coherente con la señal directa, la señal reflejada puede combinarse constructiva o destructivamente con la señal directa, dando como resultado el desvanecimiento de trayecto múltiple cuando la combinación es destructiva. Aunque el desvanecimiento por trayecto múltiple es un problema con los receptores de navegación, incluso las combinaciones constructivas de la señal reflejada y la señal directa pueden degradar la precisión de posición para la navegación.

25

[0004] Un receptor GNSS mide el tiempo de llegada de las señales satelitales al sistema de antena, lo que lo hace vulnerable a combinaciones constructivas de la señal reflejada con la señal de trayecto directo. La señal de trayecto múltiple recibida puede resultar de la señal directa añadida a una señal reflejada, que llegó más tarde que la señal directa porque toma un trayecto más largo que la señal directa para llegar a la antena de recepción. La señal recibida consiste en una portadora de frecuencia de radio o microondas modulada con una secuencia digital de

35

símbolos, tal como bits. Las transiciones de símbolos de la secuencia digital son eventos rápidos que proporcionan información de tiempo crucial. Cuando una señal directa se combina con una señal reflejada en presencia de trayecto múltiple, el borde de transición brusca ideal de la señal directa se convierte en un borde estirado y distorsionado que transporta información de tiempo degradada. Por consiguiente, existe la necesidad de un dispositivo suplementario mejorado para un sistema de antena para un receptor por satélite para reducir la recepción de señales de trayecto

40

[0005] El documento US 2016/261035 A1 se refiere a antenas tridimensionales para uso GNSS, como antena de referencia y/o en una aplicación de receptor móvil. Se describe una antena tridimensional y un radiador secundario de valla flotante. La antena tridimensional comprende una pluralidad de curvaturas flotantes separadas por ranuras de

45

acoplamiento capacitivas. La valla flotante comprende una pluralidad de elementos metálicos organizados alrededor de la antena primaria y configurados para servir como un radiador secundario para proporcionar conformación de haz.

[0006] El documento US 2014/0176386 A1 se refiere a una antena para un receptor de navegación por satélite. La antena comprende radiadores semielípticos con muescas. Cada uno de los radiadores tiene una primera superficie sustancialmente plana. Un plano de suelo tiene una segunda superficie sustancialmente plana que es generalmente paralela a las primeras superficies sustancialmente planas de los radiadores a un espaciado generalmente uniforme. El plano de suelo tiene un eje central. Los miembros de alimentación están adaptados para transportar una señal electromagnética hacia o desde cada radiador. Cada uno de los miembros de alimentación está separado radialmente hacia fuera del eje central del plano de suelo. Un miembro conectado a tierra está acoplado a cada radiador y separado,

55

[0007] El documento CN 207.490.094 U describe una antena receptora de navegación de modo dual multifrecuencia que comprende: una tarjeta de radiación de antena, un piso de la antena, una tarjeta de red de alimentación, un anillo estrangulador y una base; una antena. El piso es una caja para incrustar la tarjeta de red de alimentación; la tarjeta radiante de la antena tiene un pasador que se extiende a través del piso de la antena y la tarjeta de red de alimentación. La conexión del punto de alimentación en la antena; la placa de radiación de la antena y el piso de la antena están conectados por una placa de soporte media, y la superficie de contacto entre la placa de soporte media y el miembro estructural adyacente está recubierta con un adhesivo estructural; un anillo estrangulador que incluye el anillo superior del anillo estrangulador, el anillo medio del anillo estrangulador y el anillo inferior del anillo

60

estrangulador; el anillo superior del anillo estrangulador se fija en el piso de la antena como la cubierta inferior del piso

65

de la antena; el anillo superior y el flujo turbulento del anillo estrangulador. El anillo interior del anillo, el anillo inferior del anillo estrangulador y la base están conectados por tornillos metálicos; la antena del receptor de navegación de modo dual multifrecuencia se sitúa en orden desde la parte superior hasta la parte inferior del panel radiante de la antena, la placa de soporte media y el piso de la antena, el anillo superior del anillo estrangulador, el anillo medio del anillo estrangulador, el anillo inferior del anillo estrangulador y la base.

Resumen

[0008] La invención se define por las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se mencionan características de realizaciones preferidas.

Breve descripción de los dibujos

[0009]

La FIG. 1 es una vista superior en perspectiva de una realización de un sistema de antena que incorpora un dispositivo suplementario.
 La FIG. 2 es una vista superior del sistema de antena de la FIG. 1.
 La FIG. 3 es una vista en sección transversal del sistema de antena de la FIG. 1 a lo largo de la línea de referencia 3-3.
 La FIG. 4 es una vista en despiece del sistema de antena de la FIG. 1.
 La FIG. 5 es un gráfico de ganancia frente a elevación para el sistema de antena con el dispositivo suplementario retirado.
 La FIG. 6 es un gráfico de ganancia frente a evaluación para el sistema de antena con el dispositivo suplementario instalado.
 La FIG. 7 es una parte superior en perspectiva a través de una realización alternativa con una pared anular interior y una pared anular exterior.
 La FIG. 8 es una vista en sección transversal del sistema de antena de la FIG. 7 a lo largo de la línea de referencia 8-8.
 La FIG. 9 es una parte superior en perspectiva a través de otra realización alternativa, que no entra dentro del alcance de la invención reivindicada, sin paredes anulares.
 La FIG. 10 es una vista en sección transversal del sistema de antena de la FIG. 9 a lo largo de la línea de referencia 10-10.

[0010] Los números de referencia similares en dos o más dibujos indican elementos o características similares.

Descripción detallada

[0011] Según una realización ilustrada en la FIG. 1, un dispositivo suplementario para un sistema de antena comprende un anillo 51 que proporciona un plano de suelo anular generalmente horizontal, donde el anillo 51 tiene una circunferencia interior 53 y una abertura central 49. Una pared sustancialmente anular 58 o pared anular interior se eleva o se extiende verticalmente desde el anillo 51 en o cerca de la circunferencia interior 53. Un conjunto de miembros radiales 52 se extiende radial y verticalmente hacia arriba desde el anillo 51, donde los miembros radiales 52 están separados entre sí. Uno o más elementos de antena (26, 28, 126, 128) están colocados en la abertura central 49. El dispositivo suplementario es adecuado para reducir el trayecto múltiple en las señales recibidas mediante la configuración de uno o más elementos de antena (26, 28, 126, 128) para recibir solo señales directamente de los satélites, no señales reflejadas, que resultan de reflejos de objetos en el entorno circundante. La pared anular 58 o pared anular interior está compuesta por un metal, una aleación, un recubrimiento metálico o una superficie exterior eléctricamente conductora.

[0012] En una realización, los miembros radiales 52 están separados entre sí por una separación angular conocida, o por una distancia de separación interior 64 en un radio interior respectivo desde el eje central 21 y por una distancia de separación exterior 63 en un radio exterior respectivo desde el eje central 21. La distancia de separación exterior 63 es típicamente mayor que la distancia de separación interior 64. La pared anular 58 tiene una altura de pared vertical 60 (o altura de pared interior) que es inferior a la altura de miembro 61 de un miembro radial 52.

[0013] El anillo 51 tiene una abertura central para recibir un conjunto de antena, que incluye uno o más elementos de antena (26, 28, 126, 128). El conjunto de antena incluye uno o más reflectores pasivos (18, 20, 22) montados en un separador dieléctrico 24 por encima de los elementos de antena (26, 28, 126, 128).

[0014] Una base 77 está separada del anillo 51. Un conjunto de pedestales, soportes o columnas 75 está dispuesto para sostener el anillo 51 por encima de la base. Sujetadores respectivos pueden engranar en orificios en el anillo 51 para asegurar o unir las columnas 75 al anillo 51. El conjunto de pedestales, soportes o columnas 75 se extiende hacia abajo desde el anillo 51 hasta la base 77, donde la base puede terminar en pernos o varillas roscados para engranar en rebajes roscados correspondientes en la base 77. Una pluralidad de pedestales, soportes o columnas

76 sostiene el conjunto de antena. Por ejemplo, los pedestales, soportes y columnas 76 pueden estar conectados entre la base 77 y el conjunto de antena. En una configuración, la base 77 comprende una base dieléctrica.

5 **[0015]** Una pared sustancialmente anular 58 se extiende verticalmente desde el anillo 51. Una pared sustancialmente anular 58 o pared anular interior puede atenuar o bloquear los reflejos (por ejemplo, señales de trayecto múltiple) con ángulos de llegada bajos con respecto al plano horizontal. Debido a que los elementos de antena (26, 126, 28, 128) reciben reflejos atenuados y pueden incluso no recibir reflejos bloqueados, la magnitud de las señales de trayecto múltiple se puede reducir con respecto a las señales de trayecto directo no bloqueadas o no atenuadas procedentes de los satélites. Mientras tanto, el conjunto de miembros radiales 52 atenúa el flujo de energía
10 electromagnética a lo largo de una superficie exterior superior o superficie superior 56 del anillo 51.

[0016] La pared sustancialmente anular 58 tiene una altura de pared 60 que es coextensiva o igual o mayor que una altura pico o posición vertical más alta de uno o más elementos de antena (26, 126, 28, 128) o el miembro generalmente plano 31 del conjunto de antena dispuesto en un plano horizontal. En otra realización, la pared anular
15 58 tiene una altura de pared 60 que es igual o mayor que una altura pico de uno o más elementos de antena (26, 126, 28, 128) o el miembro generalmente plano 31 del conjunto de antena, pero inferior a una altura de uno o más reflectores pasivos (18, 20, 22) (por ejemplo, el reflector pasivo más alto 22) que está separado y por encima de los elementos radiantes por un espaciador dieléctrico 24.

20 **[0017]** Según una realización, las FIGS. 1 a 4, inclusive, ilustran un sistema de antena 11. Por ejemplo, el sistema de antena 11 comprende un grupo de elementos de antena desviados espacialmente y orientados de manera diferente (26, 28, 126, 128), tales como elementos de antena semielípticos con muescas. Cada uno de los elementos de antena (26, 28, 126, 128) tiene una primera superficie sustancialmente plana 27 (por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 4). Un plano de suelo eléctricamente conductor 14 (por ejemplo, de la tarjeta de circuito 15) tiene una segunda
25 superficie sustancialmente plana 29 que es generalmente paralela a las primeras superficies sustancialmente planas 27 de los elementos de antena (26, 28, 126, 128) a un espaciado vertical generalmente uniforme. El plano de suelo 14 tiene un eje central 21. Los miembros de alimentación 32 están adaptados para transportar una señal electromagnética hacia o desde cada elemento de antena (26, 28, 126, 128), o hacia y desde cada elemento de antena. Cada uno de los miembros de alimentación 32 está espaciado radialmente hacia fuera desde el eje central 21
30 del plano de suelo 14. Cada miembro de alimentación 32 está acoplado o acoplado eléctricamente a un elemento de antena respectivo, entre los elementos de antena (26, 28, 126, 128). Un miembro conectado a tierra 34 está acoplado o acoplado eléctricamente a cada elemento de antena (26, 28, 126 y 128) y separado, radialmente hacia fuera del miembro de alimentación 32.

35 **[0018]** En una realización, uno o más reflectores pasivos (18, 20 y 22) están separados axialmente del plano de suelo 14 y los elementos de antena (26, 28, 126 y 128). Los reflectores pasivos (18, 20, 22) pueden comprender reflectores parásitos. En ciertas realizaciones, los reflectores pasivos (18, 20, 22) pueden denominarse primer reflector 18, segundo reflector 20 y tercer reflector 22. Aunque en la Fig. 3 y la Fig. 4 se ilustran tres reflectores pasivos (18, 20, 22), en otras realizaciones se puede usar un reflector pasivo. En una realización alternativa, los reflectores pasivos
40 (18, 20, 22) pueden omitirse.

[0019] Un elemento de antena (26, 28, 126 y 128) se refiere a un elemento radiante, un radiador o un elemento radiante eléctricamente conductor, que recibe o transmite una señal electromagnética, tal como una señal electromagnética transmitida desde un sistema de navegación por satélite, un transmisor por satélite o un transceptor
45 por satélite. El elemento de antena (26, 28, 126, 128) puede comprender un monopolo cargado en disco modificado, por ejemplo. En una realización, los elementos de antena (26, 28, 126, 128) están dispuestos para proporcionar componentes de señal de desfase de una señal electromagnética recibida por orientación relativa de cada elemento de antena con respecto a un elemento de antena adyacente en un sentido horario o antihorario alrededor de un eje central 21 del sistema de antena 11 o el plano de suelo 14, donde el sentido horario o antihorario se observa desde
50 un punto de vista por encima del sistema de antena 11. En una realización, la orientación horaria de los bordes curvos de los elementos de antena predispone al sistema de antena 11 a favorecer una recepción más fuerte de señales polarizadas circularmente a la derecha, por ejemplo.

[0020] En una realización, los elementos de antena (26, 28, 126, 128) pueden incrustarse, encapsularse, moldearse o fijarse a un miembro generalmente plano 31. El miembro generalmente plano 31 comprende una capa dieléctrica o una tarjeta de cableado impresa sustancialmente plana que está compuesta por un material dieléctrico. Tal como se ilustra, el miembro plano 31 puede tener generalmente forma similar a un disco con material dieléctrico retirado o ausente de la periferia donde no es esencial sostener los elementos de antena. En una realización alternativa, el miembro plano puede tener sustancialmente forma de disco.
60

[0021] En una realización, cada elemento de antena (26, 28, 126, 128) o elemento radiante individual puede realizarse o modelarse como un monopolo cargado en disco (DLM) o un monopolo cargado en disco modificado porque se presta a adaptarse para ser aproximadamente resonante sobre las bandas de frecuencia de interés. Para frecuencias de microondas o para la recepción de señales de navegación por satélite (por ejemplo, señales de
65

satélites de posicionamiento global (GPS)), el espaciado generalmente uniforme entre el plano de suelo 14 y los elementos de antena (26, 28, 126, 128) es de aproximadamente 14 milímetros (mm) y el diámetro del plano de suelo 14 es de aproximadamente 120 milímetros (mm), aunque otras configuraciones están dentro del alcance de la descripción y las reivindicaciones.

5

[0022] En una configuración, el sistema de antena 11 comprende uno o más reflectores pasivos (18, 20, 22) que son generalmente elípticos o generalmente circulares. En otra configuración, hay un conjunto de reflectores (18, 20, 22) que tienen diferentes radios. En aún otra configuración, el conjunto de reflectores comprende un primer reflector 18, un segundo reflector 20 y un tercer reflector 22 separados axialmente entre sí, donde el primer reflector 18 tiene un radio menor que el segundo reflector 20 y donde el segundo reflector 20 tiene un radio menor que el tercer reflector 22.

10

[0023] En una realización alternativa, que no está dentro del alcance de la invención reivindicada, los reflectores pasivos (18, 20, 22) se omiten o eliminan del sistema de antena 11 o del sistema de antena. Sin embargo, tal omisión o eliminación de uno o más reflectores pasivos puede causar una degradación en la relación axial (AR) de la antena.

15

[0024] Los reflectores pasivos (18, 20, 22) están compuestos de material metálico, metal, una aleación u otro material eléctricamente conductor colocado alrededor de un eje central 21 o por encima de una región central del sistema de antena 11 alrededor del eje central 21. Los reflectores pasivos (18, 20, 22) están ubicados por encima de una porción de los elementos de antena (26, 28, 126, 128). Un propósito de los reflectores pasivos (18, 20, 22) es proporcionar un acoplamiento controlado entre los elementos de antena (26, 28, 126, 128) o elementos radiantes de modo que se mejore la relación axial (AR). El espaciado vertical y el diámetro de los reflectores pasivos (18, 20, 22) afectan a cuánto se puede reducir la AR, pero, en general, cuando los discos se colocan más abajo, la impedancia se desvía más de la impedancia objetivo (por ejemplo, 50 ohmios deseados).

20

25

[0025] En una realización, una estructura de soporte dieléctrica 24 sostiene uno o más reflectores pasivos (18, 20, 22) por encima de una porción central alrededor del eje central 21 del sistema de antena 11 o separados de los elementos de antena. El reflector o reflectores pasivos (18, 20, 22) pueden estar sostenidos por una estructura de soporte dieléctrica 24 o cuerpo que está asociado con el perímetro o periferia de cada reflector pasivo (18, 20, 22). Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 3, la estructura de soporte dieléctrica 24 puede tener ranuras o rebajes que engranan en la porción perimetral o porción periférica de cada reflector pasivo.

30

[0026] El plano de suelo 14 puede comprender cualquier superficie generalmente plana 29 que sea eléctricamente conductora. Por ejemplo, el plano de suelo 14 puede comprender una superficie metálica generalmente continua de un sustrato o tarjeta de circuito 15. En una realización, el material eléctricamente conductor comprende un material metálico, un metal o una aleación. En una realización, el plano de suelo 14 es generalmente elíptico o circular con un espesor generalmente uniforme. En otras realizaciones, el plano de suelo 14 puede tener un perímetro que es generalmente rectangular, poligonal o con forma de otras maneras.

35

[0027] En una realización alternativa, el plano de suelo 14 puede construirse a partir de una rejilla de metal o rejilla metálica, tal como una rejilla de metal que está incrustada, moldeada o encapsulada en un polímero, un plástico, una matriz polimérica, una matriz plástica, un material compuesto o similares.

40

[0028] En una realización, el miembro conectado a tierra 34 tiene una sección transversal generalmente rectangular, aunque otras formas poligonales u otras formas geométricas pueden funcionar y pueden entrar dentro del alcance de las reivindicaciones. Cada miembro conectado a tierra 34 puede comprender un espaciador. Cada miembro conectado a tierra 34 está conectado mecánicamente y eléctricamente al plano de suelo 14 y un elemento de antena correspondiente (26, 28, 126, 128). Por ejemplo, un primer extremo (por ejemplo, el extremo inferior) de cada miembro conectado a tierra 34 está conectado al plano de suelo 14, mientras que un segundo extremo de cada miembro conectado a tierra 34 está conectado al elemento de antena correspondiente (26, 28, 126, 128). En una realización, los miembros conectados a tierra 34 están colocados radialmente hacia fuera desde los miembros de alimentación 32 con respecto al eje central 21.

45

50

[0029] El miembro de alimentación 32 está aislado o aislado eléctricamente del plano de suelo 14. En un ejemplo, se establece un espacio de aire o un espacio libre entre los miembros de alimentación 32 y una abertura del plano de suelo 14 de la tarjeta de circuito 15. En otro ejemplo, se puede situar un aislador o anillo aislante entre el miembro de alimentación 32 y una abertura en el plano de suelo 14. Como se ilustra en la FIG. 3, un primer extremo (por ejemplo, el extremo superior) de cada miembro de alimentación 32 está conectado mecánicamente y eléctricamente a un elemento de antena correspondiente (26, 28, 126, 128). Por ejemplo, el elemento de antena (26, 28, 126, 128) puede tener un rebaje para recibir el miembro de alimentación 32, donde el rebaje tiene una forma de sección transversal (por ejemplo, una forma sustancialmente hexagonal) que corresponde sustancialmente al tamaño y la forma del miembro de alimentación 32, o una protuberancia ubicada sobre el mismo. En una realización, el miembro de alimentación 32 tiene una sección transversal generalmente poligonal. Por consiguiente, el rebaje (por ejemplo, un rebaje sustancialmente poligonal) en un elemento de antena correspondiente puede engranar o acoplarse con la sección transversal generalmente poligonal. En otra realización, el miembro de alimentación tiene una sección

60

65

transversal generalmente circular. En una configuración, el rebaje se suelda a la sección transversal generalmente poligonal o se adhiere con adhesivo conductor. El miembro de alimentación 32 está compuesto de metal, un material metálico, una aleación u otro material eléctricamente conductor.

5 **[0030]** Un primer extremo de cada miembro de alimentación 32 está conectado eléctricamente a un elemento de antena, mientras que un segundo extremo, opuesto al primer extremo, está conectado eléctricamente a uno o más trazos conductores de una tarjeta de circuito 15, por ejemplo. Los trazos conductores se pueden asociar con una red de coincidencia de impedancia.

10 **[0031]** En las FIGS. 1 a 4, inclusive, el sistema de antena 11 utiliza cuatro elementos de antena (26, 28, 126,128) o elementos radiantes accionados individualmente por cuatro señales recibidas, donde cada señal recibida difiere en fase 90 grados de la señal o señales adyacentes. Por ejemplo, en el sistema de antena 11 en un modo de recepción, la señal introducida desde cada elemento de antena (26, 28, 126,128) o elemento de antena está desfasada 90 grados con respecto a las señales adyacentes. De manera similar, en un modo de transmisión o un modo de
15 transmisión y recepción dual, se puede introducir una señal transmitida en cada elemento de antena que está desfasada 90 grados con respecto a las señales adyacentes.

[0032] La FIG. 4 muestra una vista en despiece del sistema de antena 11. La antena puede incluir un marco opcional 13 que se alinea con un orificio central 113 en la estructura de soporte 24 o su base para facilitar la alineación de los sujetadores 30 con sujetadores (por ejemplo, insertos roscados) incrustados en el marco opcional 13, u orificios roscados en el marco opcional 13.
20

[0033] En el receptor de determinación de ubicación o en el receptor del Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS), como un receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), un receptor del Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS), o un receptor Galileo, que utilizan mediciones de fase portadora y señales de corrección (por ejemplo, señales de corrección diferencial) de uno o más receptores de referencia, el trayecto múltiple tiende a ser una fuente de error de posición. La recepción de señales de trayecto múltiple puede degradar tanto la sincronización como la precisión de posición en los receptores GNSS.
25

30 **[0034]** El dispositivo suplementario admite la recepción de señales directas y rechaza o atenúa las señales reflejadas para reducir las señales de trayecto múltiple recibidas en el receptor GNSS. Aunque no siempre es posible rechazar por completo las señales de trayecto múltiple por el sistema de antena configurado con el dispositivo suplementario, el dispositivo suplementario utiliza el ángulo de elevación de llegada y la polarización de las señales reflejadas para reducir el trayecto múltiple. En primer lugar, el ángulo de elevación de llegada para las señales reflejadas suele estar por debajo del horizonte porque el receptor GNSS está elevado por encima del suelo y el suelo puede ser un reflector eficiente. Por consiguiente, la configuración geométrica de la pared anular 58 y el anillo 51 puede atenuar o bloquear las señales con baja elevación de llegada para que no lleguen a los elementos de antena o al conjunto de antena. En segundo lugar, las señales reflejadas a menudo tienen polarización circular izquierda (LHCP), en lugar de la polarización circular derecha (RHCP) de la señal directa, donde LHCP puede verse favorecida para la recepción.
35
40

[0035] Una estrategia para impedir que las señales reflejadas (desde el suelo) con bajos ángulos de llegada lleguen a la antena es situar los elementos de antena (26, 28, 126, 128) en un lado superior de una superficie conductora horizontal conocida como plano de suelo, tal como un plano de suelo 14, que representa un plano de suelo conductor primario, y el anillo 51, que representa un plano de suelo conductor secundario. En una configuración, el plano de suelo puede ser de forma generalmente circular, mientras que en otras realizaciones, el plano de suelo puede comprender una combinación del plano de suelo primario (por ejemplo, el plano de suelo 14) y el plano de suelo secundario (por ejemplo, el anillo 51). Debido a que las señales GNSS en el intervalo de frecuencia de microondas solo penetran unos pocos micrómetros en un conductor, un lado inferior del plano de suelo conductor bloqueará las señales reflejadas desde el suelo para que no lleguen a los elementos de antena, mientras que no proporciona impedimento a las señales directas procedentes de los satélites en el cielo (por ejemplo, con ángulos de azimut que admiten ángulos más altos de llegada de señales directas al sistema de antena). Un problema con el uso de un plano de suelo conductor para reducir el trayecto múltiple es que las señales directas incidirán en la superficie superior del plano de suelo (por ejemplo, la superficie superior 56 del anillo 51) e inducirán corrientes de microondas u otra radiofrecuencia (RF) en el plano de suelo (por ejemplo, el anillo 51). Las corrientes de RF inducidas a su vez irradiarán, y posiblemente serán recibidas por uno o más elementos de antena (26, 28, 126, 128) de la antena. El flujo de las corrientes de RF tiende a producirse en todas las direcciones en el plano de suelo. Debido a que el plano de suelo es finito, las corrientes de RF establecerán patrones de ondas estacionarias que dependen de la frecuencia de recepción y las dimensiones del plano de suelo. Los patrones de ondas estacionarias dan como resultado la rerradiación de versiones con retardo de fase de la señal recibida, que es efectivamente otra fuente de señales de trayecto múltiple.
45
50
55
60

[0036] Para reducir la recepción de señales con un bajo ángulo elevación de llegada, el dispositivo suplementario puede utilizar un anillo estrangulador modificado, tal como el anillo 51. En cierta técnica anterior, un anillo estrangulador convencional 51 puede construirse a partir de una serie de cilindros concéntricos con los elementos de antena en una abertura central de los cilindros concéntricos. Al hacer que la profundidad de los canales
65

resultantes entre los cilindros sea igual a un cuarto de una longitud de onda, el borde superior de los cilindros tendrá una alta impedancia para las señales de RF de esa longitud de onda. Para las señales GPS L2, la profundidad del canal será de 61 mm, mientras que el diámetro típico del anillo estrangulador 51 es de 370 mm. Para muchas aplicaciones, un anillo estrangulador convencional 51 es simplemente demasiado grande y pesado para resultar práctico. Por consiguiente, el anillo estrangulador modificado 51 del dispositivo suplementario y el sistema de antena utiliza una única pared anular 58 que se extiende hacia arriba desde el plano de suelo del anillo o la superficie superior 56 para reducir la recepción de señales de trayecto múltiple o reflejadas en los elementos de antena de recepción (26, 126, 28, 128) en la abertura central 49. En una configuración, la pared anular 58 puede establecerse en la altura de pared 60 de un cuarto de una longitud de onda para la señal L1, la señal L2 o una frecuencia intermedia que sea el promedio o la media de las longitudes de onda de la señal L1 y la señal L2.

[0037] En una realización, el anillo 51 forma un plano de suelo sustancialmente anular que bloquea o atenúa, o tanto bloquea como atenúa, la radiación electromagnética o las señales satelitales reflejadas (por ejemplo, el trayecto múltiple) desde debajo del horizonte, mientras que permite que las señales satelitales de trayecto directo lleguen a los elementos de antena (26, 126, 28, 128) sin ninguna atenuación material del anillo 51. Además, el anillo 51 tiene características estructurales, tales como miembros radiales 52, que reducen el flujo de corriente de radiofrecuencia (RF) o corriente de microondas en su superficie horizontal o superficie superior 56. Si el anillo 51 está orientado en un plano generalmente horizontal, la superficie conductora horizontal o superficie superior 56 no puede admitir un campo eléctrico horizontal (campo E) de la señal recibida (por ejemplo, en una banda de frecuencia de microondas o satelital) pero un flujo de corriente en dicha superficie superior 56 estará acompañado por un campo eléctrico que es normal a la superficie de la derecha. Si se suprime ese campo E normal, entonces el flujo de corriente en la superficie se suprimirá correspondientemente. Una superficie conductora (por ejemplo, el miembro radial 52), que es generalmente perpendicular al anillo 51 o la superficie horizontal (por ejemplo, la superficie superior 51) del anillo 51, no admitirá la propagación de un campo E vertical. En una configuración, el dispositivo suplementario comprende una serie o conjunto de miembros radiales 52, con tales superficies perpendiculares (es decir, orientadas verticalmente) en la superficie superior 56 del anillo 51 en un plano generalmente horizontal, de modo que los miembros radiales 52 reducen los campos E verticales y, por lo tanto, reducen el flujo de corriente de RF y el flujo de corriente de microondas de señales de trayecto múltiple potencialmente inducidas.

[0038] En una realización, el dispositivo suplementario requiere una combinación de superficies conductoras verticales y horizontales tanto para impedir que las señales por debajo del horizonte lleguen a la antena como para minimizar la propagación de corrientes de RF inducidas, en la superficie superior 56 del anillo 51, que de otro modo contribuirían al trayecto múltiple. Los miembros radiales 52 o placas radiales se extienden hacia arriba y perpendicularmente desde una superficie superior 56 del anillo 51.

[0039] Los miembros radiales 52 o placas radiales están dispuestos de manera radial en la superficie horizontal, donde los miembros radiales 52 están separados entre sí por un ángulo. El ángulo o espaciado entre las placas determina cómo interactúan las señales de RF con el dispositivo suplementario. Si los miembros radiales 52 o las placas radiales están demasiado separados entre sí, habrá regiones del plano de suelo horizontal que no inhiban los campos E verticales; por lo tanto, contribuyen a corrientes de RF inducidas en la superficie del anillo 51 que contribuyen a la recepción de trayecto múltiple por la antena. Sin embargo, si los miembros radiales 52 o las placas radiales están demasiado cerca entre sí con respecto a la longitud de onda de la señal recibida, la señal recibida o señal directa (sin componentes de trayecto múltiple) no podrá penetrar el volumen espacial entre las placas. Por lo tanto, la señal recibida o señal directa solo interactuará con los bordes superiores de los miembros radiales 52 o placas radiales, lo que da como resultado una supresión mínima de las corrientes horizontales en la superficie superior 56 del anillo 51 o plano de suelo. A través de simulación electromagnética, se ha encontrado que el espaciado de 40 milímetros (mm) es aproximadamente el espaciado máximo entre los miembros radiales 52 para las señales GPS L2 (1227 MHz). Por el contrario, un espaciado mínimo de menos de 30 mm comienza a impedir que la señal L2 interactúe con la estructura. Por ejemplo, en el dispositivo suplementario con un diámetro de 150 mm para el sistema de antena de la FIG. 1, una cantidad de dieciséis placas da como resultado un espaciado interior 64 de 30 mm a lo largo de la circunferencia interior respectiva 53 del anillo y una distancia de separación exterior 63 (o espaciado exterior) de 40 mm a lo largo de la circunferencia exterior respectiva del anillo. Para un elemento de antena más pequeño, serían deseables menos elementos radiales 52 o placas, y para una antena más grande se necesitarían más placas para proporcionar el espaciado correcto.

[0040] Cuando un miembro radial 52 o placa radial es más ancho y más alto, tiene más área de superficie vertical para interactuar con la señal de RF; por lo tanto, para reducir los campos E verticales. El otro efecto de las placas radiales más grandes es que las corrientes de RF que fluyen en la placa radial formarán ondas estacionarias que pueden distorsionar el patrón de ganancia. A través de simulación electromagnética se descubrió que una anchura de miembro 62 de aproximadamente 40 mm y una altura de miembro 61 de aproximadamente 32 mm (de los miembros radiales correspondientes 52) proporciona una fuerte interacción con señales de frecuencia GPS mientras se mantiene la ganancia como una función monótona del ángulo de elevación recibido. Como se usa en esta invención, aproximadamente significará una tolerancia de más o menos el diez por ciento.

[0041] En realizaciones alternativas, los miembros radiales 52 se pueden reemplazar o complementar mediante

la formación de un plano de suelo resistivo en una superficie superior (por ejemplo, la superficie superior 56) del anillo (por ejemplo, el anillo 51). Por ejemplo, al fabricar el anillo como un plano de suelo con una resistividad laminar eléctrica que aumenta desde la circunferencia interior a la circunferencia exterior 54 del anillo, el flujo de corriente en la superficie se reduce a casi cero en la circunferencia exterior 54 a la longitud de onda o frecuencia de la señal recibida.

5 El gradiente en la resistividad laminar eléctrica de la superficie superior (por ejemplo, la superficie superior 56) del anillo impide que las señales incidentes en la superficie inferior (por ejemplo, la superficie inferior 50) del anillo se propaguen a la superficie superior donde podrían ser recibidas por uno o más elementos de antena. La fabricación del plano de suelo con perfil resistivo de sección decreciente se puede lograr mediante la impresión del anillo con una impresora tridimensional que varía inversamente la cantidad de partículas metálicas conductoras incrustadas en una
10 matriz polimérica, matriz plástica o aglutinante para lograr el gradiente objetivo deseado en la resistividad del anillo.

[0042] En otra realización alternativa, el anillo (por ejemplo, el anillo 51) comprende un plano de suelo superficial de banda prohibida con una repetición de un elemento reactivo sobre una superficie para crear una estructura con una alta impedancia a la corriente de RF en frecuencias o longitudes de onda particulares de la señal
15 satelital recibida. Los elementos reactivos se han realizado con patrones fractales impresos, metamateriales y con inductores y condensadores de elementos agrupados. Aunque esta estrategia se ha demostrado para bandas GNSS individuales o particulares, cubrir todas las frecuencias GNSS actualmente en uso requeriría un ancho de banda fraccional de aproximadamente el veinticinco por ciento, lo que requiere un diseño más complejo con múltiples puntos de resonancia.

20 **[0043]** En una realización, como se indicó anteriormente, el dispositivo suplementario utiliza selectividad de polarización para reducir el trayecto múltiple en la señal recibida. Debido a que las señales reflejadas tienden a ser LHCP y las señales directas son generalmente exclusivamente RHCP por convención para las bandas aplicables de las señales satelitales, un dispositivo suplementario que maximiza la recepción RHCP del sistema de antena, mientras
25 que minimiza la recepción LHCP rechazará al menos algún trayecto múltiple.

[0044] La relación axial (AR) es una medida de la pureza de la polarización circular de una antena. Una antena RHCP con una AR de 1 (0 dB) tiene rechazo perfecto de LHCP. La mayoría de las antenas GNSS tienen AR muy baja a altos ángulos de elevación, como hacia el cenit, pero la AR tiende a degradarse para elevaciones más cercanas al
30 horizonte.

[0045] La FIG. 5 ilustra el rendimiento del sistema de antena sin el dispositivo suplementario (por ejemplo, el anillo 51). En otras palabras, la FIG. 5 muestra el patrón de ganancia de una antena GNSS convencional en función del ángulo de elevación, siendo 0 grados el cenit. En la FIG. 5, el eje vertical 100 representa la ganancia en decibelios
35 con respecto a un elemento de antena isotrópica (dBi), mientras que el eje horizontal 101 representa la elevación en grados. La ganancia frente a la elevación se representa gráficamente para las señales recibidas en la frecuencia L1 y las señales recibidas en la frecuencia L2, donde se mide la ganancia del lado derecho (RH) y la ganancia del lado izquierdo (LH) para las señales recibidas que se transmiten típicamente como señales con polarización circular derecha (RHCP). La ganancia RH L1 está representada por una línea discontinua 103; la ganancia LH L1 está
40 representada por una línea continua 105; la ganancia RH L2 está representada por una línea discontinua de trazos cortos y largos alternados 102; la ganancia LH L2 está representada por una línea discontinua de puntos y trazos largos alternados 104.

[0046] La FIG. 6 muestra el patrón de ganancia para el mismo sistema de antena con el dispositivo
45 suplementario (por ejemplo, el anillo 51). En la FIG. 5, el eje vertical 100 representa la ganancia en decibelios con respecto a un elemento de antena isotrópica (dBi), mientras que el eje horizontal 101 representa la elevación en grados. Se puede ver que la ganancia en el cenit se ve afectada muy poco por el dispositivo suplementario. A 10 grados por debajo del horizonte (-100 grados en las gráficas), la ganancia derecha (HR) para la frecuencia L1 del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) desciende de 30 decibelios de ganancia isotrópica (dBi) a 26 dBi con el
50 dispositivo suplementario, y la ganancia RH para la frecuencia L2 del GPS desciende de 30 dBi a 28 dBi con el dispositivo suplementario. Además, la ganancia izquierda (LH) no aumenta para la frecuencia L1 o L2 para elevaciones por debajo del horizonte. La ganancia RH L1 está representada por una línea discontinua 103; la ganancia LH L1 está representada por una línea continua 105; la ganancia RH L2 está representada por una línea discontinua de trazos cortos y largos alternados 102; la ganancia L2 LH está representada por una línea discontinua de puntos y trazos
55 largos alternados 104.

[0047] La FIG. 7 es una vista superior en perspectiva de una realización alternativa de un sistema de antena 111 con una pared anular interior 58 y una pared anular exterior 158, donde ambas paredes anulares (58, 158) están compuestas de un metal, una aleación, un recubrimiento metálico o una superficie exterior eléctricamente conductora.
60 En una realización, una pared exterior sustancialmente anular 158 se eleva verticalmente desde el anillo 51 en o cerca de su circunferencia exterior 54.

[0048] La pared anular interior 58 y la pared anular exterior 158 pueden configurarse según diversas configuraciones, que pueden aplicarse de forma alternativa o acumulativa. Bajo una primera configuración, una altura
65 de una o ambas paredes anulares (58, 158) está dentro de un intervalo igual o inferior a la altura de miembro 61 de

los miembros radiales 52 del anillo 51 (por ejemplo, el anillo estrangulador). Por ejemplo, una altura de pared exterior 160 de una pared anular exterior 158 está dentro de un intervalo igual o inferior a los miembros radiales del anillo 51; una altura interior de una pared anular interior está dentro de un intervalo igual o inferior a los miembros radiales del anillo 51.

5

[0049] En una segunda configuración, la pared anular exterior tiene una altura de pared exterior 160 inferior a la altura de pared interior 60 de la pared anular interior 58.

[0050] En una tercera configuración, la altura de pared interior 60 de la pared anular interior 58 se selecciona para facilitar la supresión y/o atenuación de las señales de trayecto múltiple recibidas en un intervalo de ángulos de propagación bajos con respecto al plano de suelo (por ejemplo, un plano generalmente horizontal) del anillo 51 (o el plano de suelo 14 de los elementos de antena colocados centralmente (26, 28, 126, 128)) dentro de la abertura central 49 (por ejemplo, en la FIG. 4) del anillo 51, donde las señales directas asociadas con las señales de trayecto múltiple retardadas tienen ángulos de propagación más altos con respecto al plano de suelo (por ejemplo, un plano generalmente horizontal).

[0051] En una cuarta configuración, la altura de pared exterior 160 de la pared anular exterior 158 se selecciona para facilitar la supresión y/o atenuación de las señales de trayecto múltiple recibidas en un intervalo de ángulos de propagación bajos con respecto al plano de suelo (por ejemplo, un plano generalmente horizontal) del anillo 51 (o el plano de suelo 14 de los elementos de antena colocados centralmente (26, 28, 126, 128)) dentro de la abertura central 49 del anillo 51, donde las señales directas asociadas con las señales de trayecto múltiple retardadas tienen ángulos de propagación más altos con respecto al plano de suelo (por ejemplo, un plano generalmente horizontal).

[0052] La FIG. 8 es una vista en sección transversal del sistema de antena 111 de la FIG. 7 a lo largo de la línea de referencia 8-8. Como se ilustra en la FIG. 8, la pared anular interior 58 y la pared anular exterior 158 son generalmente concéntricas alrededor de un eje central 21. Cualquier configuración de pared anular de la FIG. 7 y la FIG. 8 puede seleccionarse en función del entorno que rodea el sistema de antena 111 y la altura de la antena por encima del suelo, tal como la altura por encima del terreno promedio alrededor de la antena. En un ejemplo, si el sistema de antena 111 está montado en un vehículo (por ejemplo, un vehículo todo terreno), la altura sobre el terreno promedio puede variar a medida que el vehículo atraviesa un área de trabajo o un campo, lo que puede afectar el rendimiento de reducción de trayecto múltiple de la antena. En otro ejemplo, el rendimiento de reducción de trayecto múltiple puede depender de la alineación relativa, la distancia, la distribución, el tamaño, la reflectividad y la respuesta de frecuencia, de diversos edificios, el terreno, árboles, vegetación, agua, obstrucciones u otros elementos con respecto al sistema de antena. El entorno puede afectar las características de las señales de trayecto directo y de trayecto múltiple recibidas en el sistema de antena.

[0053] La FIG. 9 es una vista superior en perspectiva de otra realización alternativa, que no entra dentro del alcance de la invención reivindicada, de un sistema de antena 211 sin paredes anulares. Por ejemplo, el anillo 151 de la FIG. 9 no está asociado con una pared anular interior 58 o una pared anular exterior 158 (de la FIG. 7 y la FIG. 8) de modo que solo el anillo 151 y los miembros radiales 52 del anillo 151 facilitan la supresión y/o atenuación de las señales de trayecto múltiple recibidas con respecto a la señal (satelital) de trayecto directo recibida en los elementos de antena colocados centralmente (26, 28, 126, 128) con respecto al eje central 21, o su punto de interceptación, dentro de la abertura 49 del anillo 151.

[0054] En una realización, el sistema de antena 211 comprende un anillo 151 que proporciona un plano de suelo generalmente horizontal, donde el anillo 51 tiene una circunferencia interior con una abertura central 49. Un conjunto de miembros radiales 52 se extienden radialmente hacia arriba desde el anillo 151. Los miembros radiales 52 separados entre sí. Los elementos de antena (o elementos radiantes) (26, 28, 126, 128) están colocados en la abertura central 49.

50

[0055] En una configuración, los miembros radiales 52 están separados entre sí por una separación angular conocida. Un par de miembros (por ejemplo, un miembro de alimentación y un miembro conectado a tierra) están asociados con cada elemento de antena (26, 28, 126, 128).

[0056] En una realización, el sistema de antena 211 puede comprender además una base 77 separada del anillo 151, donde un conjunto de pedestales, soportes o columnas exteriores 75 están dispuestos para sostener el anillo 151 por encima de la base 77. El conjunto de pedestales, soportes o columnas exteriores 75 puede extenderse hacia abajo hasta la base 77. Un conjunto de pedestales, soportes o columnas interiores 76 están dispuestos para sostener el conjunto de antena 68 (dentro de la abertura central 49 u orientados con una alineación objetivo al anillo 151, donde las columnas 76 están conectadas a la base 77. El conjunto de antena 68 comprende los elementos de antena (26, 28, 126, 128), los reflectores (18, 20, 22), el espaciador dieléctrico 24 y un plano de suelo conductor 14. El conjunto de miembros radiales 52 atenúa el flujo de energía electromagnética a lo largo de una superficie exterior superior o el anillo 151.

[0057] La FIG. 10 es una vista en sección transversal del sistema de antena 211 de la FIG. 9 a lo largo de la

65

línea de referencia 10-10. La configuración de la FIG. 9 y la FIG. 10 sin ninguna pared anular (58, 158) puede seleccionarse en función del entorno que rodea el sistema de antena 211 y la altura de la antena por encima del suelo, tal como la altura por encima del terreno promedio alrededor de la antena. En un ejemplo, si el sistema de antena 211 está montado en un vehículo (por ejemplo, un vehículo todoterreno), la altura por encima del terreno promedio puede variar a medida que el vehículo atraviesa un área de trabajo o un campo, lo que puede afectar el rendimiento de reducción de trayecto múltiple de la antena. En otro ejemplo, el trayecto múltiple puede depender de la alineación relativa, la distancia, la distribución, el tamaño, la reflectividad y la respuesta de frecuencia, de diversos edificios, el terreno, árboles, vegetación, agua, obstrucciones u otros elementos con respecto al sistema de antena. El entorno puede afectar las características de las señales directas y de trayecto múltiple recibidas en el sistema de antena.

10

[0058] El dispositivo suplementario es adecuado para reducir los efectos perjudiciales del trayecto múltiple sobre la señal recibida. Además, el dispositivo suplementario puede complementar la mitigación electrónica o la reducción del trayecto múltiple. Debido a que la señal reflejada siempre llegará más tarde que la señal directa, el receptor puede bloquear electrónicamente la señal después del primer borde recibido para impedir que los bordes posteriores afecten la medición del tiempo del borde de la fase portadora o el borde del código. La mitigación electrónica puede ser efectiva cuando el diferencial de trayecto entre las señales directas y reflejadas es mayor que unos pocos nanosegundos. Sin embargo, con el diferencial de trayecto inferior a unos pocos nanosegundos, el ancho de banda limitado del receptor difuminará los bordes en un único borde distorsionado del que no se puede extraer el primer borde. En consecuencia, la mitigación electrónica del trayecto múltiple solo es capaz de mejorar la medición del tiempo de llegada del borde del código, la fase portadora de la señal recibida no se puede recuperar electrónicamente una vez que se cambia por el trayecto múltiple. Debido a que las mediciones de la fase portadora se utilizan en todos los receptores GNSS de alta precisión para proporcionar estimaciones de posición más precisas, el dispositivo suplementario es esencial para mejorar la mitigación del trayecto múltiple de la antena para las mediciones de la fase portadora; por lo tanto, la precisión de las estimaciones de posición.

25

[0059] La descripción anterior, a efectos de explicación, se ha descrito con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, las discusiones ilustrativas anteriores no pretenden ser exhaustivas o limitar la invención a las formas precisas descritas. Son posibles muchas modificaciones y variaciones en vista de las enseñanzas anteriores. Las realizaciones se eligieron y describieron con el fin de explicar mejor los principios de la invención y sus aplicaciones prácticas, para permitir así que otros expertos en la materia utilicen mejor la invención y diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el uso particular contemplado.

30

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo suplementario para un sistema de antena, comprendiendo el dispositivo:
 - 5 un anillo (51) que proporciona un plano de suelo anular (14), teniendo el anillo una circunferencia interior (53) con una abertura central (49), teniendo el anillo un primer lado que define una dirección ascendente con respecto al anillo y un segundo lado que define una dirección descendente con respecto al anillo;
 - una pared sustancialmente anular (58) que se extiende hacia arriba desde el anillo en o cerca de la circunferencia interior, siendo la pared anular eléctricamente conductora;
 - 10 una pluralidad de elementos de antena (26,28,126,128) colocados en la abertura central (49); un reflector pasivo (18,20,22) que está separado y por encima de los elementos de antena por un espaciador dieléctrico (24); y un conjunto de miembros radiales (52) que se extienden sobre el anillo en una dirección radial y que se extienden hacia arriba desde el anillo, los miembros radiales separados entre sí,
 - 15 en el que la pared anular tiene una altura de pared que es igual o mayor que una altura de uno o más de los elementos de antena pero inferior a una altura del reflector pasivo cuando se mide hacia arriba desde el anillo.
2. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que los miembros radiales (52) están separados entre sí por una separación angular conocida.
- 20 3. El dispositivo según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la pared anular (58) tiene una altura de pared que es más baja que una altura de miembro de un miembro radial cuando se mide hacia arriba desde el anillo.
4. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además:
 - 25 una base (77) separada del anillo (51); y
 - un conjunto de pedestales (75) para sostener el anillo (51) por encima de la base (77),
 - en el que el anillo (51) tiene el conjunto de soportes de pedestal que se extienden hacia abajo hasta la base.
- 30 5. El dispositivo según la reivindicación 4 que comprende además: una pluralidad de columnas (76) para sostener un conjunto de antena que comprende los elementos de antena, estando las columnas conectadas a la base.
6. El dispositivo según la reivindicación 5, en el que la base comprende una base dieléctrica.
- 35 7. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared sustancialmente anular (58) está configurada para atenuar los reflejos con ángulos bajos o llegada con respecto al plano de suelo (14).
8. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de miembros radiales (52) está configurado para atenuar el flujo de energía electromagnética a lo largo de una superficie exterior superior (56) del anillo (51).
- 40 9. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos de antena comprenden uno o más elementos radiantes dispuestos en un plano paralelo al plano de suelo (14).
- 45 10. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha pared sustancialmente anular es una pared interior sustancialmente anular y en el que el dispositivo comprende además una pared exterior sustancialmente anular (158) que se extiende hacia arriba desde el anillo en o cerca de una circunferencia exterior del anillo.
- 50 11. El dispositivo según la reivindicación 10, en el que la pared exterior sustancialmente anular tiene una altura de pared exterior dentro de un intervalo igual o inferior a la altura de los miembros radiales en el anillo cuando se mide hacia arriba desde el anillo.
12. El dispositivo según la reivindicación 10, en el que la pared exterior sustancialmente anular tiene una altura de pared exterior inferior a la altura de la pared interior sustancialmente anular cuando se mide hacia arriba desde el anillo.
- 55

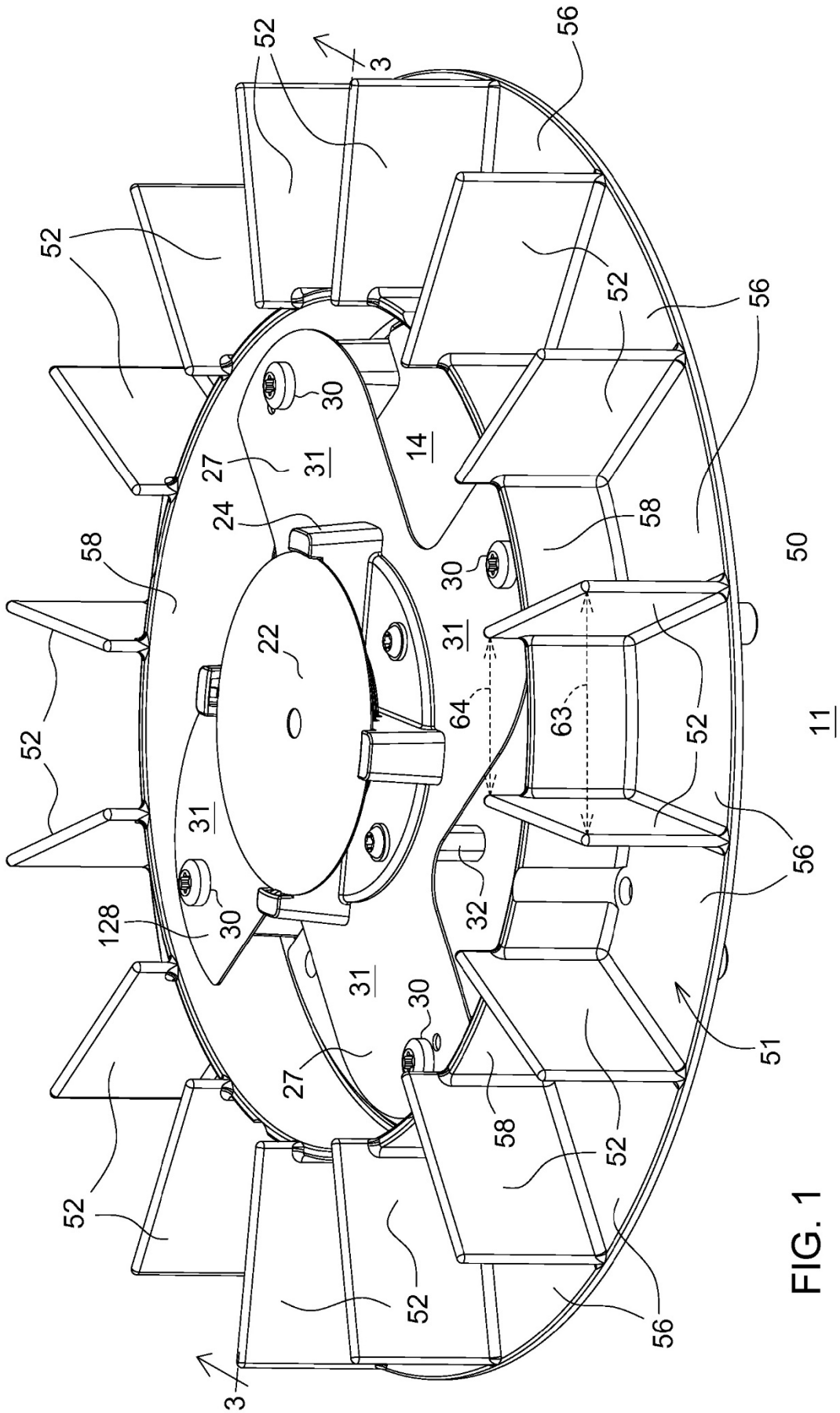


FIG. 1

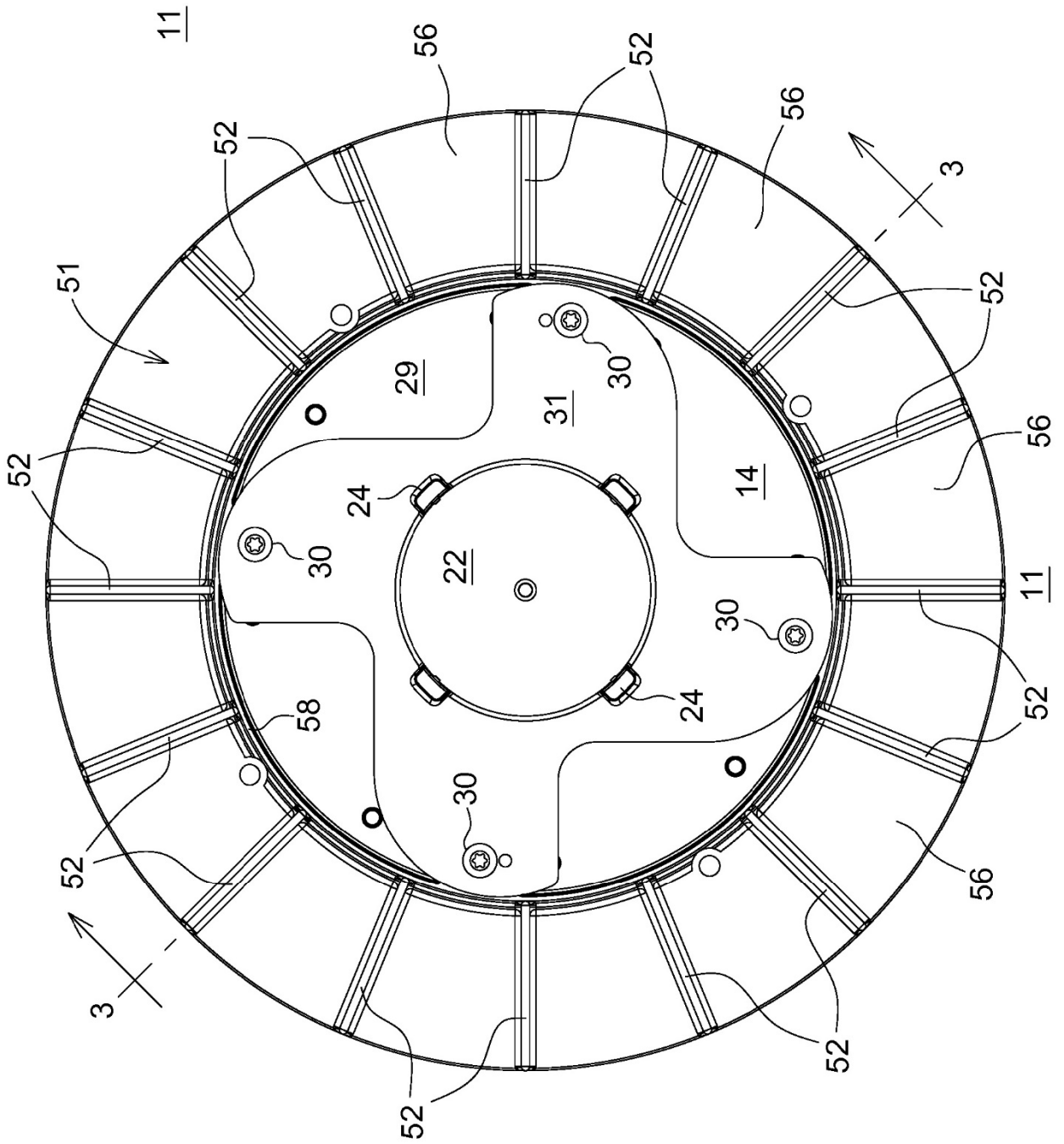
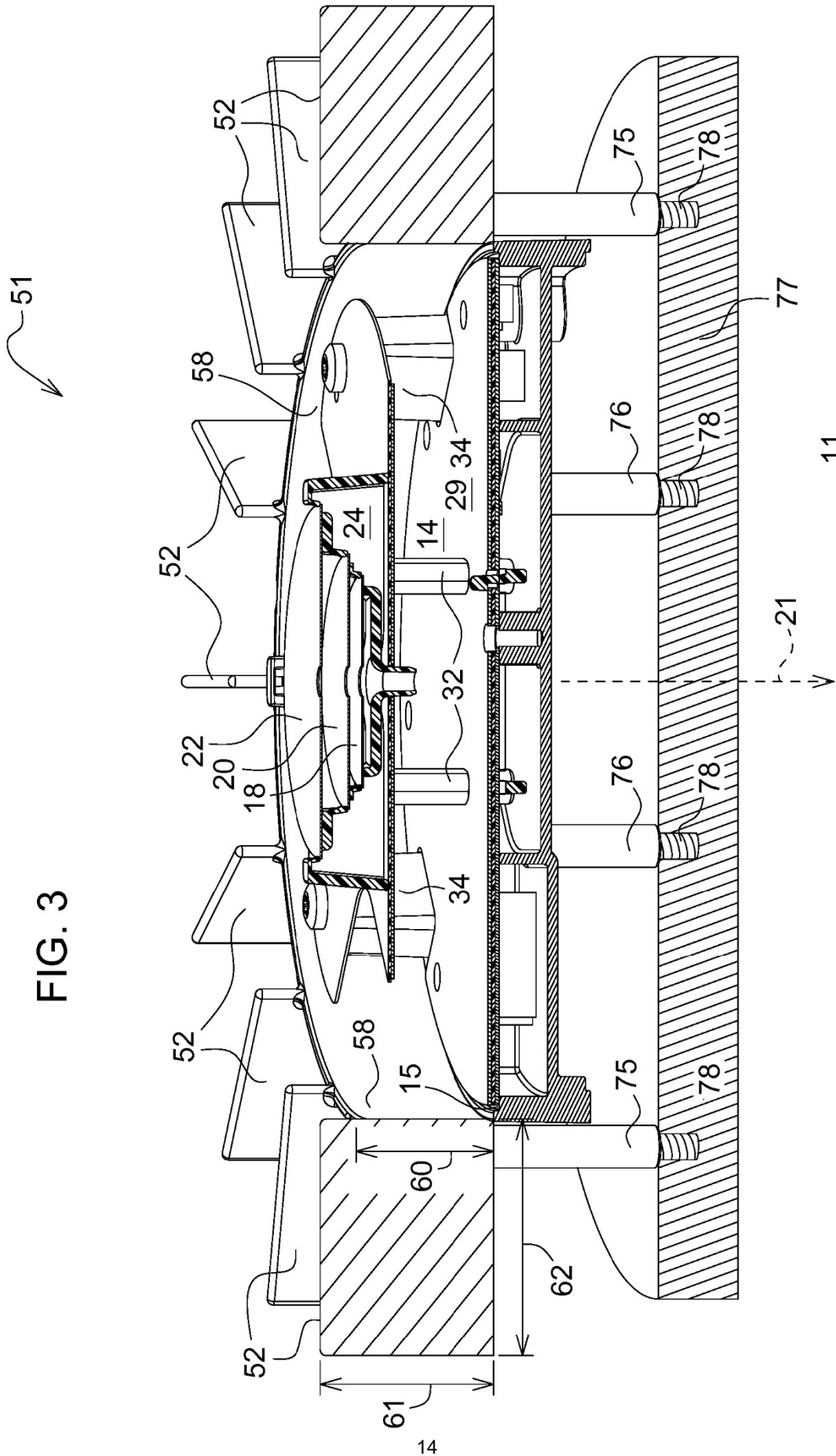
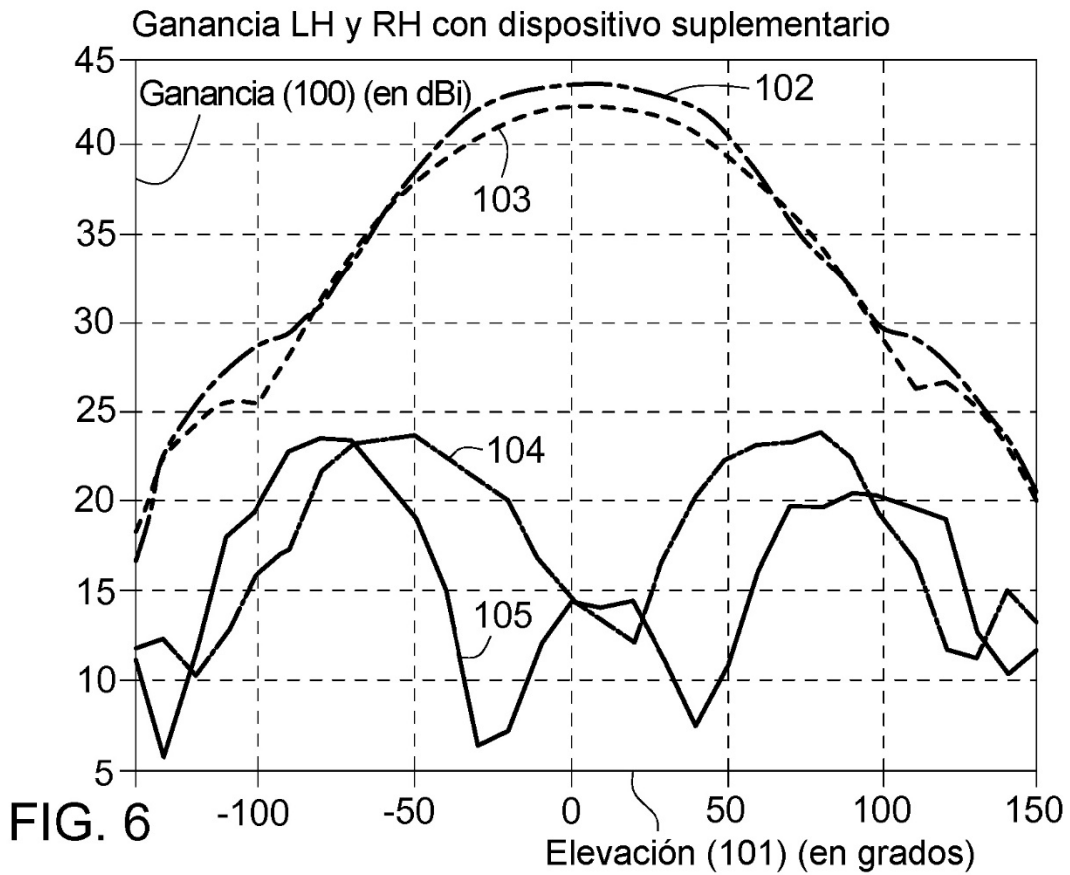
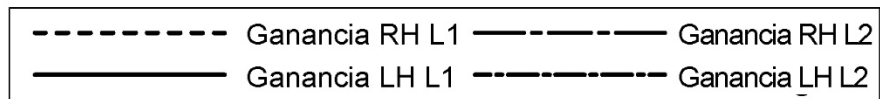
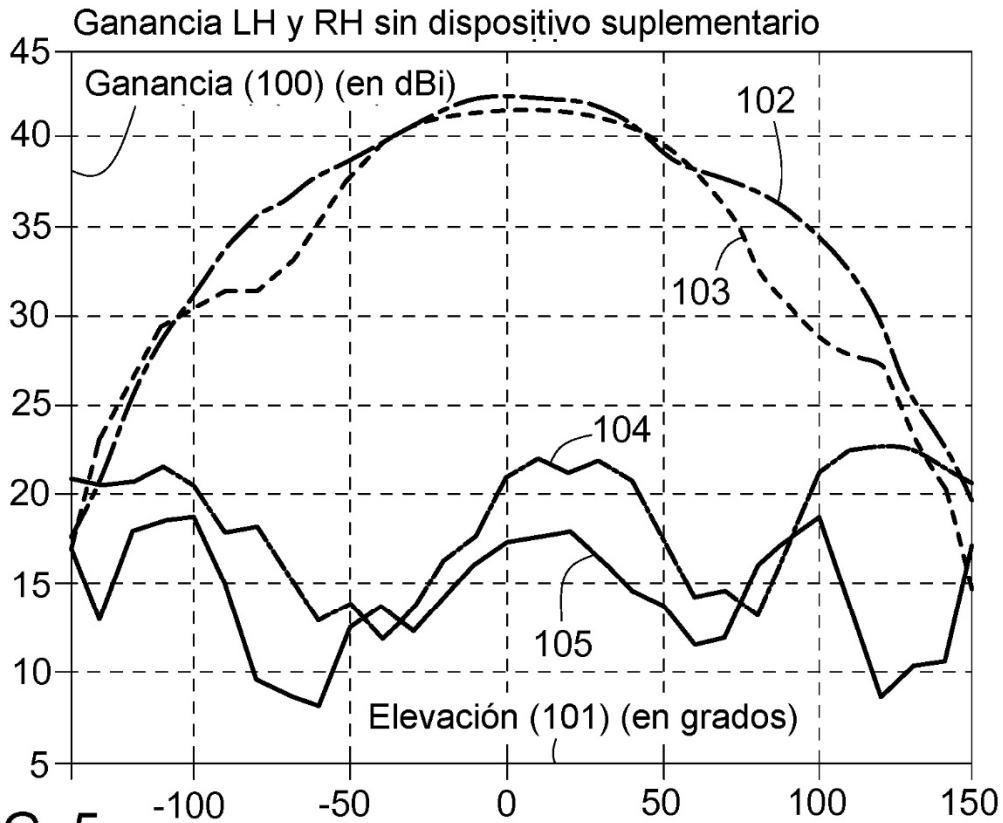


FIG. 2





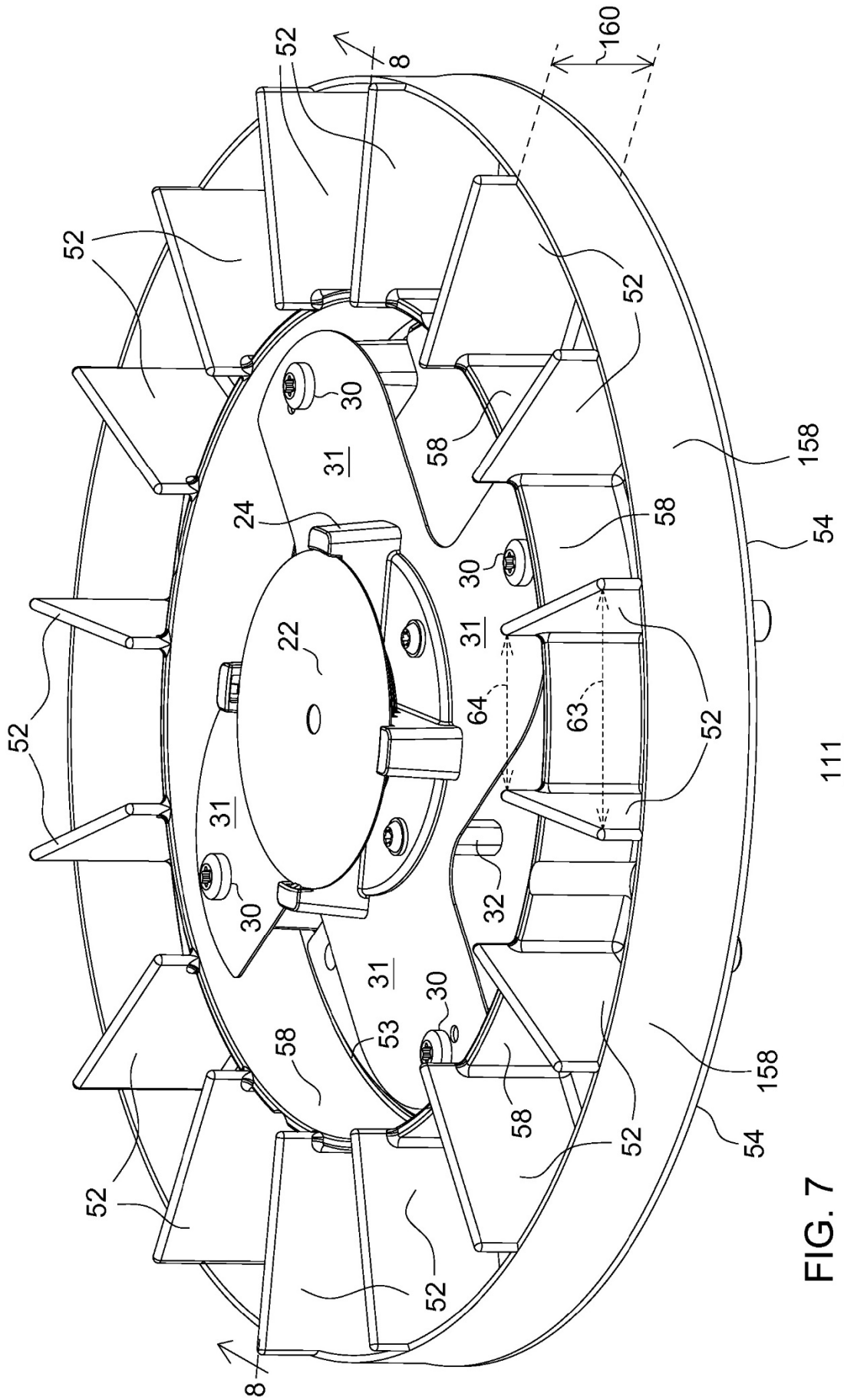


FIG. 7

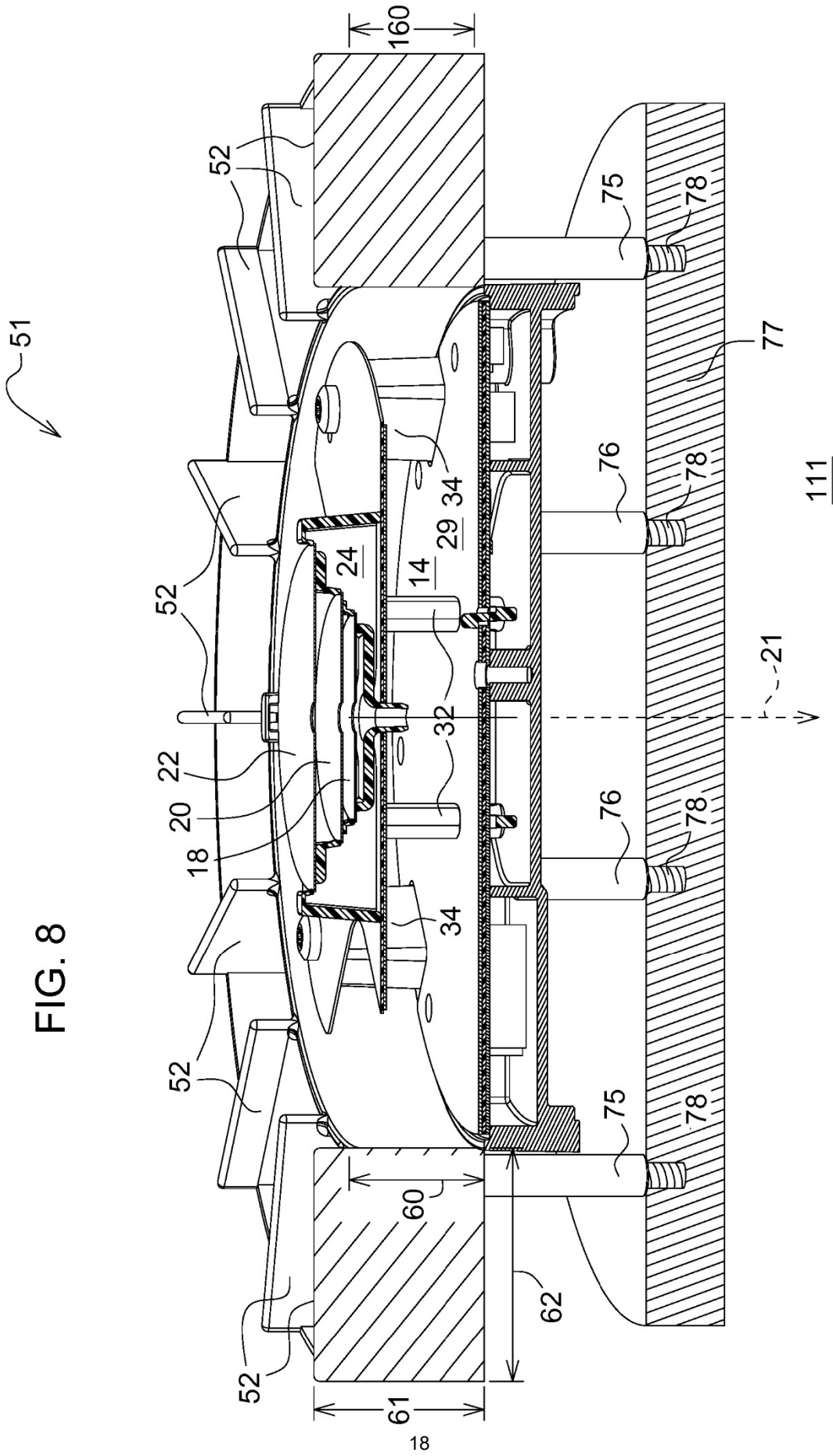


FIG. 8

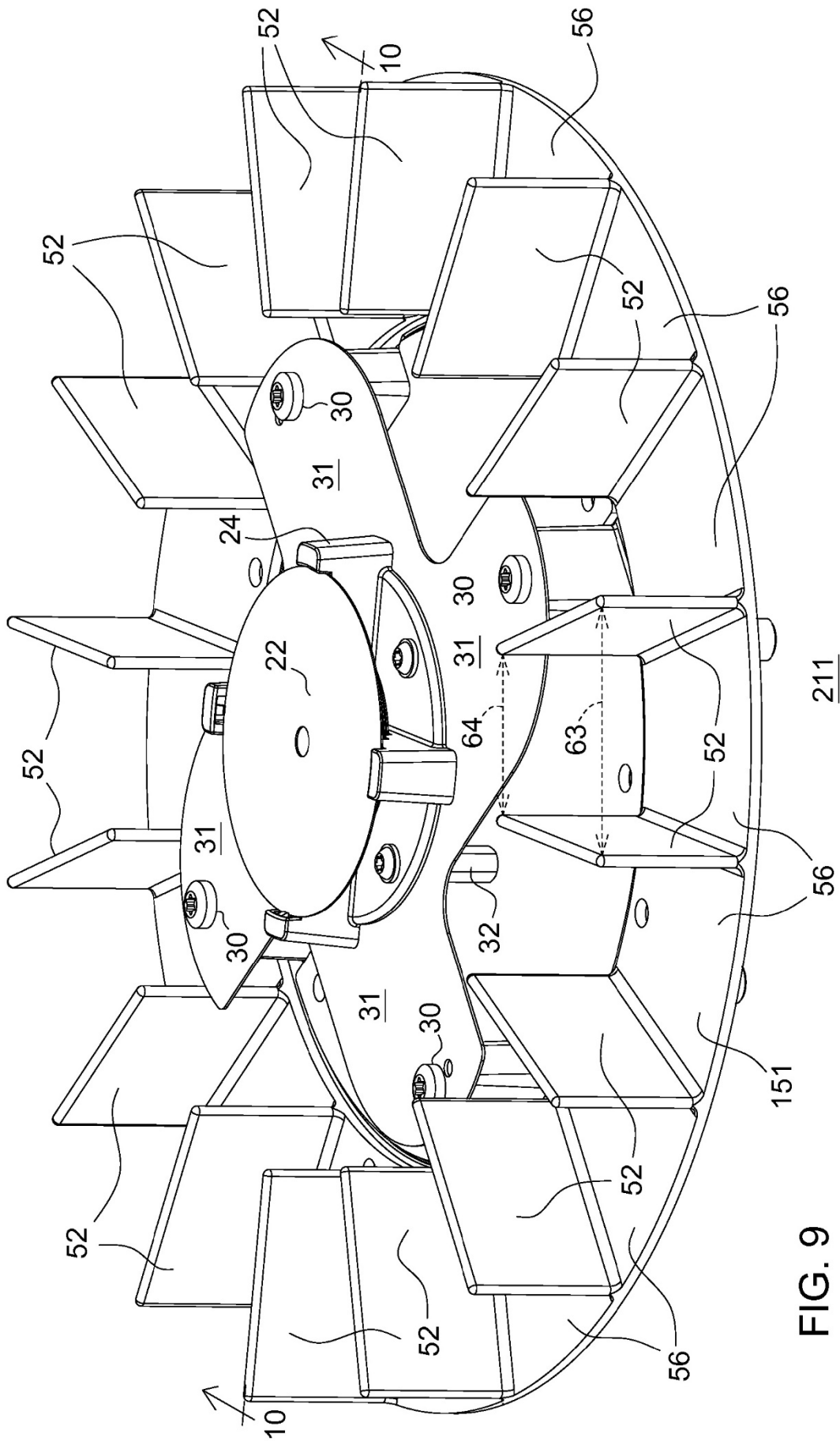


FIG. 9

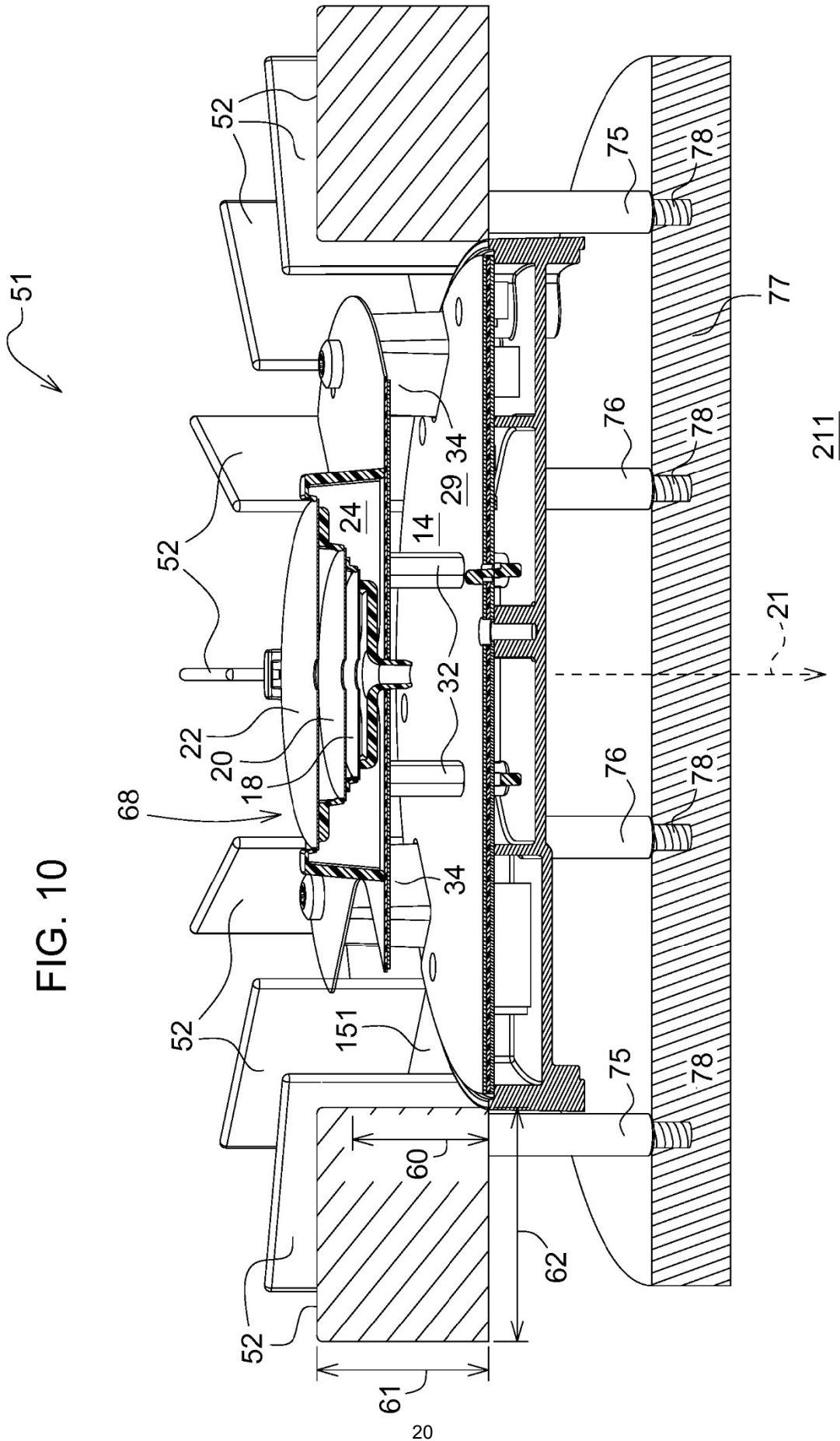


FIG. 10

51

20